

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ПРОФЕССИИ 19850 ЭЛЕКТРОМОНТЕР ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

учебно-методическое пособие по специальности

СПО 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства

Составитель Черемисина С.А.



Благовещенск

Издательство Дальневосточного ГАУ

2018

УДК 621.3(075.8)

ББК 40.76я7

Выполнение работ по профессии 19850 Электромонтер по обслуживанию электроустановок : учеб. - метод. пособие по спец. СПО 35.02.08 Электрификация и автоматизация сельского хозяйства / Дальневост. гос. аграр. ун-т, ФСПО ; сост. С. А. Черемисина. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – 209 с.

Учебно-методическое пособие по междисциплинарному курсу «МКД 05.01 Выполнение работ по профессии 19850 Электромонтер по обслуживанию электроустановок» предназначены для студентов очного обучения Дальневосточного ГАУ специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по направлению 35.02.08 - Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

Рецензент: Мармус Т.Н., к.с.х.н., доцент кафедры ЭиЭ

Рекомендовано к изданию методическим советом электроэнергетического факультета (протокол № 4 от 17.12.2018).

Издательство Дальневосточного ГАУ

2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Раздел 1 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	9
Лекция 1. Тема: Нормативные документы, правила техники безопасности, правила технической эксплуатации и правила устройства электроустановок. Виды документации. Ведение технической документации по выполняемой работе	9
Лекция 2 Тема: Общие требования электробезопасности. Организация безопасной эксплуатации электроустановок	40
Лекция 3 Тема: Технические способы и средства обеспечения электробезопасности. защита от прямых прикосновений. Технические способы и средства обеспечения электробезопасности. защита от косвенных прикосновений	51
Лекция 4 Тема: Технические меры электробезопасности в жилых и общественных зданиях	60
Лекция 5 Тема: Защита от электромагнитных полей промышленной частоты. Статическое электричество и меры борьбы с ним	74
Лекция 6 Тема: Первая доврачебная помощь пострадавшему от электрического тока	82
Лабораторно-практическая работа № 1 Тема: Проверка сопротивления изоляции жил кабеля.	90
Лабораторно-практическая работа № 2 Тема: Измерение сопротивления электрической цепи	101
Лабораторно-практическая работа № 3 Тема: Измерение мощности трехфазного переменного тока в трехпроводных сетях	111
Лабораторно-практическая работа № 4 Тема: Определение мест витковых замыканий в обмотках	116
ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ПО РАЗДЕЛУ 1	129
Раздел 2. МОНТАЖ СИЛОВЫХ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	131
Тема 1 Монтаж осветительных электропроводок и электроустановок	131
Лекция 7 Тема: Виды осветительных установок; электротехнические материалы, применяемые при монтаже; виды осветительных электропроводок; монтаж электропроводок.	131
Лабораторно-практическая работа № 5 Тема: Сборка схем осветительных установок	136

Тема 2 Монтаж силовых электроустановок.	142
Лекция 8 Тема: Монтаж электродвигателей, трансформаторов.	142
Лабораторно-практическая работа № 6 Тема «Сборка и проверка работы схем нереверсивного управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором»	153
Лабораторно-практическая работа № 7 Тема: Изучение способов соединения и оконцевания проводов.	159
ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ПО РАЗДЕЛУ 2	170
Раздел 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СИЛОВЫХ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	172
Тема 1. Техническое обслуживание электрических машин, трансформаторов.	172
Лекция 9 Тема: Техническое обслуживание электрических машин	172
Лабораторно-практическая работа № 8 Тема: Техническое обслуживание электрических машин переменного тока	183
Лабораторно-практическая работа № 9 Тема: Проведение технического осмотра асинхронных двигателей	185
Лабораторно-практическая работа № 10 Тема: Проведение технического осмотра открытых распределительных устройств	186
Лабораторно-практическая работа № 11 Тема: Замена элементов трансформаторов, не подлежащих ремонту (обмотки, магнитопровод)	187
Тема 2 Техническое обслуживание осветительных электроустановок, электрических аппаратов.	190
Лекция 10 Тема: Объём работ при проведении технического обслуживания осветительных электроустановок и электрических аппаратов.	190
Лекция 11 Тема: Классификация контактов и причины их повреждений.	196
ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ПО РАЗДЕЛУ 3	207
ТЕМЫ ДОКЛАДОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ	208
Список использованной литературы	209

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с программой междисциплинарного курса «МКД 05.01 Выполнение работ по профессии 19850 Электромонтер по обслуживанию электроустановок» обучающиеся изучают 3 раздела:

- Техника безопасности при проведении работ по обслуживанию электрооборудования;
- Монтаж силовых и осветительных электропроводок и электроустановок;
- Техническое обслуживание и ремонт силовых и осветительных электроустановок.

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

иметь практический опыт:

- Ремонта сложных деталей и узлов электроаппаратов и электрических машин, а также сопряженных с ними механизмов

уметь:

- Пользоваться специальной технологической оснасткой для разборки и сборки устройства или механизма.
- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
- Пользоваться индивидуальными средствами защиты при выполнении работы.

знать:

- Правила технической эксплуатации электроустановок.
- Правила охраны труда на рабочем месте.
- Правила оказания первой медицинской помощи при травмах и несчастных случаях, специфичных для данной трудовой функции.
- Меры пожарной профилактики при выполнении работ.
- Все виды слесарных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ при выполнении обслуживания устройства или механизма.

- Основные инструменты и приспособления для обслуживания устройства или механизма.
- Назначение, устройство и взаимодействие узлов и групп сложных электромашин, электроаппаратов и электроприборов.
- Система допусков и посадок деталей.
- Сведения по электротехнике, необходимые для выполнения работы.
- Методы практической обработки электротехнических материалов.
- Методы практической обработки конструкционных материалов.
- Методы разборки и сборки устройств или механизмов, содержащих тугие, скользящие и прочие виды посадок деталей.
- Конструктивные особенности обслуживаемого устройства.
- Технология выполнения работ.

В результате изучения программы профессионального модуля студент должен освоить вид деятельности ВД 5 Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих и соответствующие ему профессиональные компетенции:

Освоение профессионального модуля направлено на развитие **общих компетенций:**

ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2 Организовать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии профессиональной деятельности

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

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

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

Профессиональных компетенций:

ПК 3.1. Осуществлять техническое обслуживание электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 3.2. Диагностировать неисправности и осуществлять текущий и капитальный ремонт электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 3.3. Осуществлять надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники.

ПК 3.4. Участвовать в проведении испытаний электрооборудования сельхозпроизводства.

ПК 3.5 Осуществлять организационно-технические изменения системы планово-профилактического ремонта.

Трудовые функции по каждой общественной трудовой функции или трудовых действий:

- 1) Знакомство с конструкторской и производственно-технологической документацией на обслуживаемое устройство или механизм.
- 2) Подготовка рабочего места, необходимых инструментов и приспособлений.
- 3) Размещение и закрепление на рабочем месте обслуживаемого устройства или механизма.
- 4) Разборка устройства или механизма с использованием слесарного инструмента, а также специальных приспособлений.
- 5) Очистка, протирка, продувка или промывка устройства, или механизма, а также образующих его деталей и узлов.

- 6) Проверка состояния деталей и узлов механизма или устройства на отсутствие повреждений, а также на соответствие их размеров и иных параметров требованиям конструкторской документации.
- 7) Ремонт устройства или механизма с использованием готовых деталей из ремонтного комплекта или с изготовлением деталей на рабочем месте.
- 8) Устранение повреждений на деталях или узлах устройств, или механизмов.
- 9) Замена не поддающихся восстановлению деталей или узлов устройств, или механизмов.
- 10) Сбор устройства или механизма.

Раздел 1 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Лекция 1.

Тема: Нормативные документы, правила техники безопасности, правила технической эксплуатации и правила устройства электроустановок. Виды документации. Ведение технической документации по выполняемой работе

Вопрос 1. Правила техники безопасности

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества (ГОСТ 12.1.009-82. ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения).

Требования электробезопасности изложены в Межотраслевых правилах по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей, ГОСТах и других нормативных правовых актах.

Требования, содержащиеся в этих актах, распространяются на всех Потребителей, работников всех организаций, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, а также на физических лиц, занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих в электроустановках монтажные, наладочные, ремонтные и строительные работы, испытания и измерения (электротехнический персонал).

Потребитель – организации всех форм собственности и организационно - правовых форм, индивидуальные предприниматели и граждане (владельцы электроустановок напряжением выше 1000 В), эксплуатирующие действующие электроустановки напряжением до 220 кВ включительно (ПТЭЭП п.1.1.2).

Электроустановка - совокупность аппаратов, машин, приспособлений, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенная для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другой вид энергии.

Вопрос 2. Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности.

Действующие в организации электроустановки должны эксплуатироваться согласно следующим основным нормативным актам:

- МПОТ (ПБ) ЭЭУ - Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТРМ-016-2001. РД 153-34.0-03.150 - 00. Утверждены Министерством труда и социального развития РФ (постановление от 05.01.01 № 3) и Министерством энергетики РФ (приказ от 27.12.00 № 163).

- Правила введены с 1 июля 2001 г. После введения этих правил отменены «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок» (2-е издание, переработанное и дополненное. М., Энергоатомиздат, 1989) и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (4-е изд. переработанное и дополненное. М., Госэнергонадзор, 1994).

- ПТЭЭП – Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Приказ Минэнерго от 13.01.03 № 6. Зарегистрировано в Минюсте 22.01.03 № 4145.

- ПТЭ - Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. РД 34.20.501-95. 15-е издание, переработанное и дополненное. Утверждены РАО «ЕЭС России» 24.08.95.

- ПУЭ - Правила устройства электроустановок. Утверждены Минтопэнерго РФ 06.10.99.

- ППСЗ – Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним. 9-е издание. Утверждены Госэнергонадзором 26.11.92.

В связи с принятием 27.12.02 Федерального закона «О техническом регулировании», который вступает в силу 01.07.03, все нормативные правовые акты (НПА), принимаемые после указанной даты и содержащие требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранению, перевозке, реализации, утилизации будут излагаться только в «Техническом регламенте».

НПА (Правила, положения, инструкции) будут приводиться в соответствие с требованиями указанного закона и заменяться Техническими регламентами.

Не допускается выдача и выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям, содержащимся в указанных документах.

Порядок обучения и проверки знаний работников должен соответствовать отраслевому положению об обучении, инструктаже и проверке знаний по вопросам охраны труда, согласованному с Госнадзором охран труда, а также требованиям к электротехническому персоналу, приведенные в ПТЭ.

Предварительный (при приеме на работу) и периодический (на протяжении трудовой деятельности) медицинский осмотр работающих лиц проводится согласно «Положению о медицинском осмотре работников определенных категорий» утвержденному приказом Министерства охраны здоровья России от 31.03.2004 г. № 45, зарегистрированному в Министерстве юстиции России за № 136/345.

Работники, обслуживающие электроустановки, обязаны знать настоящие Правила в объеме требований, определяемых профессией и занимаемой должностью, и иметь соответствующую выполняемым работам квалификационную группу по электробезопасности, в соответствии с такими требованиями:

1) для получения группы I, независимо от должности и профессии, необходимо пройти инструктаж по электробезопасности во время работы в

данной электроустановке с оформлением в журнале регистрации инструктажей по вопросам охраны труда.

Инструктаж по электробезопасности на I группу должно производить лицо, ответственное за электрохозяйство, или, по его письменному распоряжению, лицо из числа электротехнических работников с группой III. минимальный стаж работы в электроустановках и выдача удостоверения работникам с группой I не требуются;

2) лицам моложе 18 лет не разрешается присваивать группу выше II;

3) для присвоения очередной группы по электробезопасности необходимо иметь минимальный стаж работы в электроустановках с предыдущей группой, указанной в приложении 1 настоящих Правил;

4) для получения групп II-III работники должны:

а) иметь отчетливое представление об опасности, связанной с работой в электроустановках;

б) знать и уметь применять на практике настоящие и другие правила безопасности в объеме, относящемся к выполняемой работе;

в) знать устройство и оборудование электроустановок;

г) уметь практически оказывать первую помощь пострадавшим при несчастных случаях, в том числе применять способы искусственного дыхания и наружного массажа сердца;

5) для получения групп IV-V необходимо знать компоновку электроустановок и уметь организовать безопасное проведение работ, уметь обучить работников других групп Правилам безопасности и оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока;

б) для получения группы V необходимо также понимать, чем вызваны требования пунктов Правил безопасной эксплуатации электроустановок.

Работнику, прошедшему проверку знаний Правил, выдается удостоверение установленной приложением 2 к настоящим Правилам формы, которое он обязан иметь при себе, находясь на работе.

Удостоверение о проверке знаний работника является документом, свидетельствующим о праве на самостоятельную работу в электроустановках на указанной должности по специальности.

Удостоверение о проверке знаний выдается работнику комиссией по проверке знаний предприятия, организации после проверки знаний и является действительным только после соответствующих записей.

Во время выполнения служебных обязанностей работник должен иметь при себе удостоверение о проверке знаний. При отсутствии удостоверения или при наличии удостоверения с просроченным сроком проверки знаний работник к работе не допускается.

Удостоверение о проверке знаний подлежит замене в случае смены должности или при отсутствии места для записей.

Удостоверение о проверке знаний изымается у работника комиссией о проверке знаний при неудовлетворительных знаниях, руководителем структурного подразделения при окончании срока действия медицинского осмотра.

Удостоверение о проверке знаний состоит из твердой обложки и блока страниц.

Запрещается допуск к работе в электроустановках лиц, не прошедших обучение и проверку знаний настоящих Правил.

Работники, занятые выполнением специальных видов работ, к которым предъявляются дополнительные требования по безопасности, должны быть обучены безопасному выполнению таких работ и иметь соответствующую запись об этом в удостоверении о проверке знаний по вопросам охраны труда. перечень работ с повышенной опасностью утверждается руководством предприятия.

Результаты проверки знаний фиксируются в журнале, порядок ведения и форма которого приведены в приложении 3. страницы журнала должны быть пронумерованные, прошнурованные и скреплены печатью предприятия на листах формата А4. при проверке знаний группы работников в один день и при

неизменном составе комиссии допускается подписывать протокол один раз после проверки группы экзаменованных в этот день, у которых произведена проверка знаний.

В графе 4 указывается: допускается работник к работе в электроустановках до 1000 В, или до и выше 1000 В.

Для инспектирующих работников и специалистов по охране труда указывается: «допускается в качестве инспектирующего лица».

Ответственность за оформление, состояние и целостность журнала проверки знаний возлагается на лицо, ответственное за электрохозяйство. срок хранения журнала 3 года после последней записи. проверку знаний по технологии работ (правила эксплуатации, производственные инструкции) может производить Госэнергопотребнадзор отдельно от проверки знаний по безопасной эксплуатации электроустановок, при этом в журнале делается отдельная запись.

Запрещается допуск к работе лиц с признаками алкогольного или наркотического опьянения, а также с явными признаками заболевания.

Запрещается выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям настоящих Правил.

Каждый работающий лично отвечает за свои действия в части соблюдения требований Настоящих Правил.

В случае, если работник самостоятельно не в состоянии принять действенные меры по устранению замеченных им нарушений Правил, он обязан немедленно сообщить об этом непосредственному, а в случае его отсутствия вышестоящему руководителю.

При несчастных случаях с людьми снятие напряжения для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока должно быть произведено немедленно, без предварительного разрешения.

Работники, нарушившие требования настоящих Правил, отстраняются от работы и несут ответственность (дисциплинарную, административную, уголовную) согласно действующему законодательству.

Работники, допустившие нарушения требований настоящих правил, без внеочередной проверки знаний к работам в электроустановках не допускаются.

Вопрос 3. Техническая документация электрохозяйства

Наличие правильно оформленной технической документации является одним из важнейших условий, обеспечивающих надлежащий уровень организации эксплуатации установок и безопасное их обслуживание, тем более в электроустановках, где малейшая неточность в ведении документации может привести к несчастным случаям с людьми.

Анализ показывает, что многие несчастные случаи поражения людей и животных электрическим током происходят вследствие небрежного отношения к технической документации (оформление, хранение, повседневное обращение с ней, несоответствие электрических схем действительному положению).

Вся «жизнь» электроустановки, начиная с момента проектирования и до ее ликвидации, должна быть строго подтверждена документально. Техническая документация, которой руководствуются при эксплуатации электроустановок, разделяется на постоянную и оперативную.

Постоянная документация

В соответствии с существующими требованиями присоединение всех электроустановок к электрическим сетям от энергоснабжающей организации осуществляется после получения от нее технических условий. По ним разрабатывается проект, согласно которому осуществляется это присоединение.

Сооружение даже самой простой электроустановки или ее реконструкция могут быть осуществлены только при наличии разработанного проекта, т. е. обоснованной технико-экономически в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» и утвержденной в установленном порядке документации (в виде чертежей и пояснительной записки).

Во время сооружения электроустановки производятся так называемые скрытые работы (работы по монтажу частей электроустановок, скрытых последующими работами или конструкциями, например прокладка кабелей в

траншеях, кабельных каналах прокладка проводов под штукатуркой, сооружение заземляющих устройств в земле, прокладка подземных коммуникаций). Эти скрытые работы должны быть освидетельствованы, проверены (с проведением в необходимых случаях соответствующих измерений и испытаний) и заактированы.

Электрооборудование, входящее в состав электроустановок, должно иметь заводские паспорта или другую аналогичную документацию (формуляры, сертификаты, инструкции, техническое описание и др.).

При эксплуатации электрооборудования велика вероятность возникновения незначительных повреждений, которые должны своевременно устраняться. Кроме того, для поддержания его в рабочем состоянии должны проводиться внеплановые осмотры или испытания (например, отбор пробы масла из масляных выключателей и трансформаторов после многократных их отключений). Все эти и другие виды работ должны быть отмечены в хронологическом порядке в специальных эксплуатационных листах-вкладышах к паспорту каждого аппарата или части установки. На основе таких записей перед ремонтом оборудования составляется дефектная ведомость. Результаты обследований предприятий органами госэнергонадзора показывают, что на большинстве объектов Паспорта и формуляры на электрооборудование систематически не ведутся, энергетики объектов не могут принять Правильных решений о своевременном выводе в ремонт электрооборудования, и, следовательно, имеют место предпосылки к аварийному выходу электроустановок из строя.

Смонтированная электроустановка потребителя (см. «Методические указания по допуску в эксплуатацию новых и реконструированных электрических и тепловых энергоустановок», утвержденные Минэнерго России 03.04.2002) предъявляется госэнергонадзору на проверку соответствия ее техническим условиям и проекту, а также требованиям других нормативных документов, СНиП, ПУЭ и др.

Перечень документов, представляемых в управление госэнергонадзора в процессе допуска в эксплуатацию электроустановок:

1. Разрешение энергоснабжающей организации на присоединение электроустановки.

2. Проект электроустановки, согласованный в установленном порядке или чертеж-проект (схема) электроустановки ($P < 10$ кВт).

3. Однолинейная схема электроснабжения объекта, подписанная ответственным за электрохозяйство потребителя.

4. Акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон. Представляется в течение срока действия акта-допуска.

5. Акт приемки рабочей комиссии или акт технической готовности электромонтажных работ.

6. Сертификат соответствия на электроустановки жилых зданий (при проведении сертификации).

7. Приказ о назначении ответственного за электрохозяйство.

8. Список оперативного (оперативно-ремонтного) персонала (Ф.И.О., должность, квалификационная группа, номера телефонов) или договор на обслуживание.

9. Перечень имеющихся в наличии защитных средств, противопожарного инвентаря, плакатов по технике безопасности.

10. Протоколы приемо-сдаточных испытаний.

После рассмотрения представленной документации и технического осмотра энергоустановки инспектором госэнергонадзора составляется акт-допуск ее в эксплуатацию. Акт-допуск оформляется в двух экземплярах, один из которых после утверждения передается владельцу энергоустановки.

В случае обнаружения отступлений от проектной документации, нарушений действующих нормативно-технических документов при монтаже и наладке инспектор госэнергонадзора составляет акт-предписание с исчерпывающим перечнем недостатков и дефектов на момент проверки.

После устранения недостатков и дефектов энергоустановка предъявляется к повторному осмотру, который должен быть проведен в течение 5 рабочих дней после повторного обращения.

Таким образом, электроустановка вступает в эксплуатацию с каким-то определенным составом в дальнейшем практически не меняющейся (постоянной) документации.

Согласно требованиям «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» (глава 1.8) на каждом предприятии должна быть следующая техническая документация, в соответствии с которой его электроустановки могут быть допущены к эксплуатации:

1. Генеральный план с нанесенными зданиями, сооружениями, подземными коммуникациями и инженерными сетями.

2. Утвержденная проектная документация (чертежи, пояснительные записки и др.) со всеми последующими изменениями.

3. Акты приемки скрытых работ, испытаний и наладки электрооборудования, приемки электроустановок в эксплуатацию.

4. Исполнительные рабочие схемы первичных и вторичных электрических соединений.

5. Акты разграничения сетей по имущественной (балансовой) принадлежности и эксплуатационной ответственности между энергоснабжающей организацией и потребителем.

6. Технические паспорта основного электрооборудования, зданий и сооружений энергообъектов, сертификаты на оборудование и материалы, подлежащие обязательной сертификации.

7. Производственные инструкции по эксплуатации электроустановок, а также должностные инструкции по каждому рабочему месту и инструкции по охране труда.

Комплект указанной выше документации должен храниться у потребителя и при изменении собственника передаваться в полном объеме

новому владельцу. Порядок хранения документации устанавливается руководителем потребителя.

Для производственных служб (цехов, участков, подстанций, лабораторий) должны быть составлены перечни инструкций и схем, утвержденные главным инженером (техническим директором) предприятия.

Перечни и документация должны пересматриваться не реже одного раза в 3 года. В перечень должны входить следующие документы:

1. Паспортные карты или журналы с перечнем электрооборудования и средств защиты с указанием их технических данных, а также присвоенных им инвентарных номеров (к паспортным данным или журналам прилагаются прото-колы и акты испытаний, ремонта и ревизии электрооборудования).

2. Чертежи электрооборудования, электроустановок и сооружений, комплекты чертежей запасных частей, исполнительные чертежи воздушных и кабельных трасс и кабельные журналы.

3. Чертежи подземных кабельных трасс и заземляющих устройств, привязанные к зданиям и постоянным сооружениям, а также с указанием места установки соединительных муфт и пересечений с другими коммуникациями.

4. Общие схемы электроснабжения, составленные по предприятию в целом и по отдельным участкам (подразделениям).

5. Комплект эксплуатационных инструкций по обслуживанию электроустановок цеха, участка (подразделения).

6. Комплект должностных инструкций по каждому рабочему месту.

7. Комплект инструкций по охране труда для каждого рабочего места.

Схемы и чертежи должны точно соответствовать выполненным в натуре электроустановкам. Всякое изменение в схеме установки должно безотлагательно вноситься в соответствующий чертеж или схему с обязательным указанием, кем, когда и по какой причине сделано это изменение за подписью ответственного за электрохозяйство.

Информация об изменениях в схемах должна доводиться до сведения всех работников, для которых обязательно знание этих схем, с записью в журнале распоряжений.

Обозначение и номера в схемах должны соответствовать обозначениям и номерам, нанесенным в натуре.

Соответствие электрических (технологических) схем (чертежей) фактическим эксплуатационным должно проверяться не реже одного раза в 2 года с отметкой на них о проверке.

Комплект схем электроснабжения должен находиться у ответственного за электрохозяйство на его рабочем месте.

Комплект оперативных схем электроустановок данного цеха, участка (подразделения) и связанных с ними электрически других подразделений должен храниться у дежурного персонала подразделения.

Основные схемы вывешиваются на видном месте в помещении данной электроустановки.

Все рабочие места должны быть снабжены инструкциями: эксплуатационными, должностными и по охране труда.

Эксплуатационные инструкции составляются в соответствии с требованиями ПТЭЭП на основе заводских и проектных данных, типовых инструкций и других нормативно-технических документов (НТД), опыта эксплуатации и результатов испытаний, а также с учетом местных условий, подписываются руководителем соответствующего подразделения (цеха, подстанции, участка, лаборатории, службы) и утверждаются руководителем потребителя.

Эксплуатационные инструкции, устанавливающие порядок эксплуатации электроустановок, имеющих непосредственную связь с энергоснабжающей организацией (энергопредприятием) на границе балансовой принадлежности, должны быть согласованы с диспетчерским управлением энергосистемы и утверждены главным инженером производственного энергетического управления (энергосистемы).

С учетом изложенного выше и исходя из местных условий в эксплуатационных инструкциях должны быть указаны:

- права, обязанности, взаимоотношения и ответственность обслуживающего персонала;
- особенности обслуживаемого оборудования;
- порядок эксплуатации оборудования во время нормальной работы и действия персонала в аварийных ситуациях;
- порядок допуска к ремонту оборудования;
- меры безопасности при проведении всех видов обслуживания электрооборудования.

В эксплуатационных инструкциях должны быть отражены указания по эксплуатации электрооборудования заводов-изготовителей, эксплуатационных и противоаварийных циркуляров и других директивных документов, а также опыт эксплуатации с учетом местных условий и особенностей оборудования.

У потребителей, имеющих особые условия производства, должны быть разработаны эксплуатационные инструкции для электротехнического персонала с учетом характера производства, особенностей оборудования и технологии, которые утверждаются техническим руководителем.

Должностные инструкции являются одним из основных документов предприятия, регламентирующих правовой статус, требования к квалификации, знание обязанностей, прав, взаимоотношения и ответственность работников.

Должностные инструкции должны быть разработаны для всех категорий инженерно-технических работников и служащих, а также рабочих.

При разработке должностных инструкций необходимо руководствоваться положением о подразделении, квалификационным справочником должностей, типовыми должностными инструкциями, ЕТКС.

В инструкциях должны быть учтены требования «Правил эксплуатации электроустановок потребителей», руководящих указаний по организации работ с персоналом и других руководящих нормативно-технических документов.

Должностные инструкции работников структурного подразделения должны быть взаимоувязаны и должны обеспечивать распределение всех задач (функций), закрепленных за подразделением.

Должностные инструкции утверждаются руководителем предприятия.

До утверждения проект инструкции должен быть подписан непосредственным руководителем данного работника (на последнем листе инструкции с указанием должности и даты) и согласован с руководителем структурного подразделения и начальником производственно-технического отдела (ПТО) (на титульном листе инструкции с указанием срока ее действия). Проект визируется также юрисконсультom предприятия или, в случае его отсутствия, другим лицом, осуществляющим правовой контроль документов.

После утверждения должностной инструкции работник, дня которого она составлена, своей подписью (на последнем листе инструкции с указанием даты) удостоверяет, что с инструкцией ознакомлен и принял ее к руководству.

Должностная инструкция составляется в трех экземплярах и оформляется в соответствии с требованиями Унифицированной системы организационно-распорядительной документации и ГОСТ6.30-97.

Один экземпляр инструкции передается работнику, для которого она составлена, другой - в ПТО предприятия, третий остается у руководителя структурного подразделения.

В случаях реорганизации подразделения, изменения функций и должностных обязанностей работников, методов и средств их выполнения должностные инструкции должны перерабатываться и переутверждаться в установленном порядке.

Обо всех изменениях (дополнениях) должно быть доведено до исполнителя под роспись.

Инструкция пересматривается не реже одного раза в 3 года. Если при пересмотре должностных инструкций необходимости в их переработке или внесении изменений не возникло, то срок их действия продлевается на 3 года за

подписями заместителя руководителя предприятия, начальника ПТО и руководителя структурного подразделения (энергетика).

Должностные инструкции по каждой должности и каждому рабочему месту работников должны содержать следующие разделы:

- общие положения;
- функции и должностные обязанности;
- права;
- ответственность;
- взаимоотношения.

Содержание разделов должностной инструкции (типовой) следующее:

В разделе «Общие положения» указываются:

- полное наименование должности (профессии) работника, для которого предназначена данная инструкция;
- должностные лица, для которых обязательно знание данной инструкции;
- основная задача (цель деятельности) работника;
- уровень профессиональной подготовки работника, необходимый для данной должности (образование, стаж работы, необходимость теоретической и практической подготовки, группа электробезопасности и пр.);
- порядок назначения, перемещения и освобождения работника от занимаемой должности;
- подчиненность работника в административном и оперативном отношениях;
- наличие подчиненных (перечисляется персонал, которым руководит данный работник);
- порядок замещения работника в случае его длительного отсутствия (и кого он замещает в аналогичном случае);
- порядок и периодичность прохождения работником аттестации на соответствие занимаемой должности, проверки специальных знаний;

- местонахождение рабочего места данного работника и в соответствии с каким типовым проектом оно организовано;
- зона обслуживания, перечень закрепленного оборудования, устройств и аппаратов (для оперативного и ремонтного персонала);
- перечень руководящих, нормативно-технических, плановых и других документов, которыми должен руководствоваться работник в своей деятельности;
- объем знаний, обязательный для работника, занимающего данную должность (требования к организации труда, состав и порядок ведения документации, технико-экономические показатели предприятия, принцип работы, правила обслуживания, территориальное расположение оборудования и т. д.).

В разделе «Функции и должностные обязанности» должны быть четко сформулированы основные функции работника и обязанности, выполняемые по их реализации. При составлении раздела необходимо руководствоваться Положением о структурном подразделении. Все функции, возложенные на подразделение, должны входить в круг должностных обязанностей его работников. При этом важно так разграничить обязанности между сотрудниками подразделения, чтобы исключить дублирование в их работе.

В разделе «Права» формулируются права работника, необходимые и достаточные для выполнения возложенных на него обязанностей. Это, в частности, такие права, как право принимать решения и давать указания по вопросам, входящим в его компетенцию, подписывать или визировать документы, представлять от имени структурного подразделения или предприятия, право получать необходимую информацию, осуществлять контроль и др.

В разделе «Ответственность» должны быть перечислены нарушения и отступления от выполнения обязанностей и использования прав, за которые работник несет ответственность в дисциплинарном или ином установленном порядке.

Раздел «Взаимоотношения» регламентирует взаимоотношения и информационные связи работника с вышестоящим, подчиненным и другим персоналом, с которым в процессе выполнения своих обязанностей связан работник. Должны быть перечислены документы и информация, получаемые и передаваемые работником, указаны структурные подразделения (должностные лица), от которых поступает или кому передается информация, периодичность (сроки) ее приема и передачи (возможно в табличной форме).

В данном разделе определяется также порядок разрешения разногласий, возникших в процессе взаимоотношений работника с другими должностными лицами.

Инструкция по охране труда для работника разрабатывается исходя из его профессии или вида выполняемой работы на основе межотраслевой или отраслевой типовой инструкции по охране труда, а при ее отсутствии - межотраслевых или отраслевых правил по охране труда, требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации организаций - изготовителей оборудования, а также в технологической документации организации с учетом конкретных условий производства. Эти требования должны быть изложены применительно к профессии работника или виду выполняемой работы.

Согласно Методическим рекомендациям по разработке государственных нормативных требований охраны труда (утверждены постановлением Минтруда России от 06.04.2001 № 30) в инструкцию по охране труда рекомендуется включать следующие разделы:

- общие требования безопасности;
- требования безопасности перед началом работы;
- требования безопасности во время работы;
- требования безопасности в аварийных ситуациях;
- требования безопасности по окончании работы.

В разделе «Общие требования безопасности» рекомендуется отражать:

- условия допуска работников к самостоятельной работе по соответствующей профессии или к выполнению соответствующего вида работ (возраст, пол,, состояние здоровья, проведение инструктажей и т. п.);
- указания о необходимости соблюдения правил внутреннего распорядка;
- требования по выполнению режимов труда и отдыха;
- перечень опасных и вредных производственных факторов, которые могут воздействовать на работника в процессе работы;
- перечень спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, выдаваемых в соответствии с установленными нормами, с указанием обозначений государственных, отраслевых стандартов или технических условий на них;
- требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности;
- порядок уведомления администрации о случаях травмирования работника и неисправности оборудования, приспособлений и инструмента;
- меры по оказанию первой (доврачебной) помощи;
- правила личной гигиены, которые должен знать и соблюдать работник при выполнении работы.

В раздел «Требования безопасности перед началом работы» рекомендуется включать:

- порядок подготовки рабочего места, средств индивидуальной защиты;
- порядок проверки исправности оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, блокировочных и других устройств, защитного заземления, вентиляции, местного освещения и т. п.;
- порядок проверки исходных материалов (заготовки, полуфабрикаты);
- порядок приема и передачи смены в случае непрерывного технологического процесса и работы оборудования.

В разделе «Требования безопасности во время работы» рекомендуется предусматривать:

- способы и приемы безопасного выполнения работ, использования технологического оборудования, транспортных средств, грузоподъемных механизмов, приспособлений и инструментов;
- требования безопасного обращения с исходными материалами (сырье, заготовки, полуфабрикаты);
- указания по безопасному содержанию рабочего места;
- действия, направленные на предотвращения аварийных ситуаций;
- требования, предъявляемые к использованию средств индивидуальной защиты работников.

В разделе «Требования безопасности в аварийных ситуациях» рекомендуется указывать:

- перечень основных возможных аварийных ситуаций и причины их вызывающие;
- действия работников при возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к нежелательным последствиям;
- действия по оказанию первой помощи пострадавшим при травмировании, отравлении и внезапном заболевании.

В разделе «Требования безопасности по окончании работы» рекомендуется отражать:

- порядок отключения, остановки, разборки, очистки и смазки оборудования, приспособлений, машин, механизмов и аппаратуры;
- порядок уборки отходов, полученных в ходе производной деятельности;
- требования соблюдения личной гигиены;
- порядок извещения руководителя работ о недостатках, влияющих на безопасность труда, обнаруженных во время работы.

Инструкции по охране труда должны содержать минимум ссылок на какие-либо нормативные правовые акты, кроме ссылок на правила, на основании которых они разработаны. В инструкциях не должны применяться

слова, подчеркивающие особое значение отдельных требований (например, «категорически», «особенно», «обязательно», «строго», «безусловно» и т. п.), так как все требования инструкции должны выполняться работниками в равной степени.

Замена слов в тексте инструкции буквенным сокращением (аббревиатурой) допускается при условии его предшествующей полной расшифровки.

Если безопасность выполнения работы обусловлена определенными нормами, то они должны быть указаны в инструкции (величина зазоров, расстояния и т. п.).

Проверку и пересмотр инструкций по охране труда для работников организует работодатель. Пересмотр инструкций должен производиться не реже одного раза в 5 лет.

Инструкция по охране труда для работников досрочно пересматривается:

- а) при пересмотре межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда;
- б) при изменении условий труда работников;
- в) при внедрении новой техники и технологии;
- г) по результатам анализа материалов расследования аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- д) по требованию представителей органов по труду субъектов Российской Федерации или органов федеральных надзоров России.

Если в течение срока действия инструкции по охране труда для работников условия его труда не изменились, то приказом (распоряжением) работодателя ее действие продлевается на следующий срок, о чем делается запись на первой странице инструкции (ставятся текущая дата, штамп «Пересмотрено» и подпись лица, ответственного за пересмотр инструкции, приводятся наименование его должности и расшифровка подписи, указывается срок продления инструкции).

У руководителя структурного подразделения (службы) организации должен храниться комплект действующих в подразделении (службе) инструкций по охране труда для работников данного подразделения (службы), а также перечень этих инструкций. Местонахождение инструкций по охране труда для работников определяет руководитель структурного подразделения (службы) с учетом обеспечения доступности и удобства ознакомления с ними.

Инструкции по охране труда для работников могут быть выданы им на руки (под расписку в личной карточке инструктажа) для изучения при первичном инструктаже либо вывешены на рабочих местах или участках, либо должны храниться в ином месте, доступном для работников.

Учет инструкций по охране труда для работников осуществляется службой охраны труда (специалистом по охране труда) организации.

Рекомендуемые формы журналов учета инструкций по охране труда для работников подразделений (служб) организации:

Таблица 1.1 - Журнал учета инструкций по охране труда для работников (примерная форма)

№ п/п	Дата учета	Наименование инструкции	Дата утверждения	Обозначение (номер)	Плановый срок проверки	Ф.И.О., должность лица, производившего учет	Подпись лица, производившего учет
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 1.2 - Журнал учета выдачи инструкций по охране труда для работников (примерная форма)

№ п/п	Дата учета	Наименование инструкции	Обозначение (номер) инструкции	Кол-во выданных экземпляров	Ф.И.О., должность лица, получившего инструкцию	Подпись лица, получившего инструкцию
1	2	3	4	5	6	7

Вопрос 4. Оперативная документация

Кроме рассмотренной выше постоянной документации, необходимой в повседневной работе, обслуживающий персонал пользуется оперативной документацией (оперативные схемы, оперативный журнал, бланки нарядов и

другие, предусмотренные ПЭЭП документы). Комплекты оперативных схем и чертежей должны находиться у ответственного за электрохозяйство на его рабочем месте.

Дежурный персонал должен вести оперативную документацию, которую периодически (в установленные на предприятии сроки, но не реже одного раза в месяц) должен просматривать вышестоящий электротехнический или административно-технический персонал и принимать меры к устранению вскрытых недостатков.

На рабочих местах оперативного персонала (на подстанциях, в распределительных устройствах или в помещениях, отведенных для персонала, обслуживающего электроустановки) должна вестись следующая документация:

1. Оперативная схема или схема-макет.
2. Оперативный журнал.

Именно по этим двум документам можно судить о состоянии электрохозяйства в любое время суток, можно установить истинные причины и обстоятельства происшедших в электрохозяйстве (или энергоустановке) аварии или несчастного случая. На оперативную схему наносятся все изменения в схеме электроснабжения и указываются места нахождения переносных заземлений с указанием их номеров. Оперативная схема может быть мнемонической, а может быть выполнена на бумаге. Мнемоническая схема, естественно, все время изменяется, отражая фактическое положение. Передаваемая по смене оперативная схема (на бумаге) хранится наравне с другой оперативной документацией. В оперативный журнал вносятся в хронологическом порядке:

- указания об оперативных переключениях, выводе в ремонт и включении оборудования после ремонта.
- время и содержание распоряжений (с указанием фамилии отдавшего распоряжение и квалификационной группы).

– записи о допуске бригад к работе в электроустановках, о выдаче ключей от электроустановок, об изменениях режимов работы электрооборудования, защиты и автоматики.

– записи, связанные с ликвидацией аварий, а также отметки о замечаниях во время смены, неполадках и неисправностях оборудования, приборов защиты, автоматики и блокировочных устройств и т. д.

3. Бланки нарядов-допусков на производство работ в электроустановках.

4. Бланки переключений.

5. Журнал или карточка дефектов и неполадок на электрооборудовании.

6. Ведомости показаний контрольно-измерительных приборов и электросчетчиков.

7. Перечень работ, выполняемых самостоятельно, по оперативному обслуживанию на закрепленном участке.

8. Журнал учета производственного инструктажа.

9. Журнал учета противоаварийных и противопожарных тренировок.

10. Списки лиц, имеющих право единоличного осмотра электроустановок и электротехнической части технологического оборудования, право выполнения оперативных переключений и переговоров.

11. Список лиц, имеющих право отдавать оперативные распоряжения.

12. Список ответственных дежурных энергоснабжающей организации.

13. Список лиц, имеющих право отдавать распоряжения, выдавать наряды, допуск.

Примечание: Списки по пп.10-13 являются выписками из распорядительных документов руководителя предприятия.

14. Журнал релейной защиты, автоматики и телемеханики и карты установок релейной защиты и автоматики.

15. Журнал учета работ по нарядам и распоряжениям.

16. Журнал выдачи и возврата ключей от электроустановок.

17. Кабельный журнал.

В зависимости от местных условий объем оперативной документации может быть дополнен по решению главного инженера или ответственного за электрохозяйство предприятия.

Вся оперативная документация в процессе эксплуатации может претерпевать различные изменения. Поэтому она должна так же, как и постоянная техническая документация, периодически просматриваться и переутверждаться. Периодичность переутверждения схем, постоянно действующих по электрохозяйству, распоряжений, списков и тому подобных документов установлена такой же, как и для инструкций, т. е. не реже одного раза в 3 года. При наличии каких-либо изменений схемы, распоряжения, списки и инструкции подлежат внеплановому пересмотру и переутверждению.

С целью контроля правильного ведения оперативной документации ее необходимо периодически, в установленные на предприятии сроки (но не реже одного раза в месяц), пересматривать лицу, ответственному за электрохозяйство данного участка, цеха, предприятия. Оперативная документация, диаграммы регистрирующих контрольно-измерительных приборов, ведомости показаний расчетных электросчетчиков, выходные документы, оформляемые оперативно-информационным комплексом АСУ, относятся к документации строгого учета и подлежат хранению в установленном порядке.

Документация по организации эксплуатации установок и обеспечения электробезопасности

Кроме указанной выше технической документации электрохозяйства у ответственного за электрохозяйство должна быть в полном объеме документация по организации эксплуатации установок и обеспечения электробезопасности.

В состав документации входят:

1. Приказ о назначении ответственного за электрохозяйство предприятия и его заместителя после сдачи ими экзамена на V квалификационную группу по

электробезопасности при наличии на предприятии электроустановок напряжением выше 1000 В и на IV при наличии электроустановок до 1000 В.

2. Приказ о назначении комиссии по проверке знаний и присвоению групп по электробезопасности.

3. Руководства по эксплуатации, технические описания, инструкции и другие руководящие документы по электрооборудованию.

4. Правила оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока.

5. Приказ об организации подготовки и обучения передела по специальности.

6. Приказы или распоряжения о прикреплении обучаемых или обучающим, проведении стажировки на электроустановках о допуске персонала к самостоятельной работе.

7. Приказы или распоряжения о закреплении электроустановок за обслуживающим электротехническим персоналом.

8. Материалы медицинского освидетельствования электротехнического персонала о годности по состоянию здоровья к эксплуатации электроустановок.

9. Программа подготовки и расписания занятий, проводимых с электротехническим персоналом.

10. Журнал учета занятий с персоналом.

11. Журнал учета аварий и отказов электрооборудования.

12. Журнал учета проверки знаний норм и правил работы в электроустановках.

13. Журнал инструктажа электротехнического персонала.

14. Журнал учета и содержания средств защиты.

15. Полный комплект должностных, эксплуатационных инструкций, инструкций по пожарной безопасности, выполнению переключений, ликвидации аварий и инструкций по охране труда для всех работников и на каждое рабочее место.

16. План-график проведения планово-предупредительного ремонта электрооборудования с указанием сроков исполнений и ответственных исполнителей.

17. План-график проведения профилактических измерений и испытаний на электрооборудовании (измерения сопротивления изоляции, заземляющих устройств, проверка сопротивления петли фаза-ноль, измерения сопротивления металлической связи между корпусами электроустановок и сетью заземления и др.).

18. План-график обходов и осмотров электрооборудования, проверки эксплуатационной документации инженерно-техническим персоналом с указанием периодичности и сроков обходов и осмотров.

19. Бланки удостоверений персонала по электробезопасности.

20. Нормативно-техническая литература по устройству и эксплуатации электроустановок:

20.1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

20.2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП).

20.3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.

20.4. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках (утверждена приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 261).

20.5. Гражданский кодекс РФ.

20.6. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений (РД 34.21.122-87).

20.7. Методические указания по допуску в эксплуатацию новых и реконструированных электрических и тепловых энергоустановок (утверждены Минтопэнерго России 03.04.2002).

20.8. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации (утверждены приказом Минтопэнерго от 19.02.2000 № 49).

20.9. Федеральный закон Российской Федерации «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17.07.99 № 181-ФЗ.

20.10. Положение о государственном энергетическом надзоре в Российской Федерации (постановление Правительства РФ от 12.08.98 № 938).

20.11. Трудовой кодекс Российской Федерации (от 30.12.2001 № 197-ФЗ).

20.12. ВСН 59-88. Электрооборудование жилых и общественных зданий.

20.13. Объем и нормы испытаний электрооборудования. Изд. шестое. М., ЭНАС, 1998.

20.14. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях (постановление Минтруда России от 24.10.2002 № 73).

2.2. Перечни технической документации

В соответствии с требованиями руководящих документов на каждом предприятии необходимо иметь техническую документацию электрохозяйства согласно предлагаемым перечням.

Таблица 1.3 - Перечень технической документации для ответственного за электрохозяйство

№ п/п	Наименование	Требования нормативно-технической литературы
1	2	3
1.	Приказ о назначении ответственного за электрохозяйство и его заместителя.	ПТЭЭП, п. 1.2.3
2.	Приказ о назначении комиссий по проверке знаний и присвоению группы по электробезопасности.	ПТЭЭП, п. 1.4.30
3.	Программа производственного обучения (подготовки) электротехнического персонала на рабочем месте с указанием необходимых разделов правил, инструкций и НТД.	ПТЭЭП, п. 1.4.9
4.	Приказы или распоряжения об организации производственного обучения, стажировки, дублирования и допуске к самостоятельной работе в электроустановке.	МПОТ, п. 1.2.7, ПТЭЭП, п. 1.4.10

Продолжение 1.3

1	2	3
5.	Перечень должностей и профессий электротехнического и электротехнологического персонала, которому необходимо иметь соответствующую квалификационную группу по электробезопасности.	ПТЭЭП, п. 1.4.3, МПОТ, приложение 1
6.	Перечень должностей и профессий неэлектротехнического персонала, которому необходимо иметь I группу по электробезопасности.	ПТЭЭП, п. 1.4.4, МПОТ, приложение 6
7.	Журнал учета присвоения I группы по электробезопасности неэлектротехническому персоналу.	МПОТ, приложение 6
8.	Журнал учета работ по нарядам и распоряжениям.	МПОТ, пп. 2.2.6, 2.3.5, приложение 5
9.	Журнал учета проверки знаний норм и правил работы в электроустановках.	МПОТ, приложение 7
10.	Договор на пользование электрической энергией с актом разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон.	ГК, ст. 539
11.	Генеральный план с нанесенными зданиями, сооружениями и подземными электротехническими коммуникациями.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
12.	Утвержденная проектная документация (чертежи, пояснительная записка и др.) со внесенными последующими изменениями.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
13.	Акты приемки скрытых работ, испытаний и наладки электрооборудования, приемки электроустановок в эксплуатацию.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
14.	Исполнительные рабочие схемы первичных, вторичных электрических соединений.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
15.	Технические паспорта основного электротехнического оборудования.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
16.	Должностные инструкции.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
17.	Производственные эксплуатационные инструкции.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
18.	Инструкции по охране труда.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
19.	Инструкции по пожарной безопасности и предотвращению аварий.	ПТЭЭП, п. 1.8.1
20.	Материалы медицинского освидетельствования электротехнического персонала.	Приказ МЗ № 90 от 14.03.1996, МПОТ 1.2.3
21.	Перечень технической документации, инструкций и схем для производственных служб.	ПТЭЭП, п. 1.8.2
22.	Годовой план-график технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов (ТО и ППР) электроустановок.	ПТЭЭП, пп. 1.6.1-1.6.3
23.	Долгосрочный план реконструкции и технического перевооружения электроустановок.	ПТЭЭП, п. 1.6.4
24.	Однолинейные схемы электрических соединений для всех напряжений при нормальных режимах работы оборудования, утвержденных ответственным за электрохозяйство.	ПТЭЭП, пп. 1.3.1, 1.3.11
24.	Акты-допуски в эксплуатацию смонтированных или реконструированных электроустановок и пусковых комплектов.	ПТЭЭП, пп. 1.3.1, 1.3.11
26.	Утвержденный руководителем организации перечень работ, выполняемых в электроустановках в порядке текущей эксплуатации.	МПОТ, пп. 2.4.1, 2.4.6

Продолжение 1.3

1	2	3
27.	Распоряжение руководителя организации о порядке хранения и выдачи ключей от электроустановок.	МПОТ, п. 1.3.12
28.	Списки работников, которым письменным указанием руководителя организации предоставлено право: выдающего наряд, распоряжения; допускающего, ответственного руководителя работ; производителя работ (наблюдающего).	МПОТ, пп. 2.1.3-2.1.10
29.	Список работников (оперативный или оперативно-ремонтный персонал), которые распорядительным документом руководителя организации допущены к оперативным переключениям.	МПОТ, п. 1.3.1, ПТЭЭП, п. 1.5.27
30.	Список работников, которые распорядительным документом руководителя организации допущены к единоличному осмотру электроустановок.	МПОТ, п. 1.3.4
31.	Распоряжение о назначении ответственных работников за поддержание в исправном в состоянии переносного электроинструмента, светильников и вспомогательного оборудования.	МПОТ, п. 10.7
32.	Список лиц оперативного персонала, которым разрешается вести переговоры с энергосистемой (передается в энергоснабжающую организацию).	ПТЭЭП, п. 1.5.27
33.	Кабельный журнал.	ПТЭЭП, п. 2.4.2
34.	Перечни оборудования, токопроводов, линий электропередачи, находящихся в оперативном управлении энергосистемы.	ПТЭЭП, п. 1.5.14
35.	Оперативные схемы (схемы-макеты) электрических соединений электроустановок, находящихся в оперативном управлении электрохозяйства предприятия.	ПТЭЭП, п. 1.5.18
36.	Порядок оформления заявок на отключения электрооборудования.	ПТЭЭП, п. 1.5.34
37.	Бланки переключений.	ПТЭЭП, п. 1.5.32, 33
38.	Перечень сложных переключений в электроустановках, которые необходимо выполнять по бланкам переключений.	ПТЭЭП, п. 1.5.23
39.	Бланки нарядов-допусков на производство работ в электроустановках.	ПТЭЭП, п. 1.8.9
40.	Схемы и программы специальных испытаний эксплуатируемого оборудования.	ПТЭЭП, п. 1.6.12
41.	Журнал учета и проверки средств защиты.	Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках, п. 1.4.6

Вопрос 4. Перечни технической документации для структурных подразделений

Для структурных подразделений должны быть составлены перечни технической документации, утвержденные техническим руководителем. Полный комплект инструкций должен храниться у ответственного за электрохозяйство цеха, участка и необходимый комплект - у соответствующего персонала на рабочем месте.

Перечни должны пересматриваться не реже одного раза в 3 года.

В перечень должны входить следующие документы:

1. журналы учета электрооборудования с перечислением основного электрооборудования и с указанием его технических данных, а также присвоенных ему инвентарных номеров (к журналам прилагаются инструкции по эксплуатации и технические паспорта заводов-изготовителей, сертификаты, удостоверяющие качество оборудования, изделий и материалов, протоколы и акты испытаний и измерений, ремонта Оборудования и линий электропередачи, технического обслуживания устройств РЗА);
2. чертежи электрооборудования, электроустановок и сооружений, комплекты чертежей запасных частей;
3. исполнительные чертежи воздушных и кабельных трасс и кабельные журналы;
4. чертежи подземных кабельных трасс и заземляющих устройств с привязками к зданиям и постоянным сооружениям и указанием мест установки соединительных муфт и пересечений с другими коммуникациями;
5. общие схемы электроснабжения, составленные по потребителю в целом и по отдельным цехам и участкам (подразделениям);
6. акты или письменное указание руководителя потребителя по разграничению сетей по балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности между структурными подразделениями (при необходимости);
7. комплект производственных инструкций по эксплуатации электроустановок цеха, участка (подразделения) и комплекты необходимых

должностных инструкций и инструкций по охране труда для работников данного подразделения (службы);

8. списки работников (выписки из распорядительных документов руководителя организации):

- имеющих право выполнения оперативных переключений, ведения оперативных переговоров, единоличного осмотра электроустановок и электротехнической части технологического оборудования;

- имеющих право отдавать распоряжения, выдавать наряды;

- которым даны права допускающего, ответственного руководителя работ, производителя работ, наблюдающего;

- допущенных к проверке подземных сооружений на загазованность;

- подлежащих проверке знаний на право производства специальных работ в электроустановках;

перечни:

- газоопасных подземных сооружений, специальных работ в электроустановках;

- ВЛ, которые после отключения находятся под наведенным напряжением;

- работ, разрешенных в порядке текущей эксплуатации

- электроустановок, где требуются дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности производства работ

- должностей инженерно-технических работников (далее - ИТР) и электротехнологического персонала, которым необходимо иметь соответствующую группу по электробезопасности;

- профессий и рабочих мест, требующих отнесения персонала к I группе по электробезопасности;

- разделения обязанностей электротехнологического и электротехнического персонала;

- электроустановок, находящихся в оперативном управлении;

- сложных переключений, выполняемых по бланкам переключений;

- средств измерений, переведенных в разряд индикаторов,

- инвентарных средств защиты, распределенных между объектами.

Лекция 2

Тема: Общие требования электробезопасности. Организация безопасной эксплуатации электроустановок

Вопрос 1. Основные требования по организации безопасной эксплуатации электроустановок.

Требования к персоналу, аттестованному на 1 группу по электробезопасности.

На 1 группу аттестуются лица, не имеющие специальной электротехнической подготовки, но имеющие отчетливое представление об опасности электрического тока и мерах безопасности при работах на обслуживаемом участке, электрооборудовании, электроустановке. Они должны иметь практическое знакомство с правилами оказания первой помощи. Обучение на 1 группу осуществляется в форме инструктажа с последующим контрольным опросом специально назначенным лицом с группой по электробезопасности не ниже 3.

Для аттестации на 1 группу персонал обязан изучить и усвоить как настоящее руководство, так и методические указания «Первая помощь пострадавшим от электрического тока и при ожогах».

Статистика электротравматизма.

Известно, что в среднем электротравмы составляют 3% от общего числа травм, 12-13% от общего числа смертельных случаев – смертельные электротравмы. К наиболее неблагоприятным отраслям относятся: лёгкая промышленность, где электротравматизм составляет 17% от числа смертельных несчастных случаев, электротехническая промышленность – 14, химическая – 13, строительство, сельское хозяйство – по 40%, быт – примерно 40%. В Москве от электрического тока погибает около 40 человек в год, а в Московской области в среднем 100 человек.

Под *электробезопасностью* понимается система организационных и технических мероприятий по защите человека от действия поражающих факторов электрического тока.

Электротравма – результат воздействия на человека электрического тока и электрической дуги.

Электрический ток, проходя через живой организм, производит:

- термическое (тепловое) действие, которое выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, крови, нервных волокон и т.п.;
- электролитическое (биохимическое) действие – выражается в разложении крови и других органических жидкостей, вызывая значительные нарушения их физико-химических составов;
- биологическое (механическое) действие – выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, сопровождается непроизвольным судорожным сокращением мышц (в том числе сердца, лёгких).

К электротравмам относятся:

- электрические ожоги (токовые, контактные дуговые, а также комбинированные);
- электрические знаки («метки»), металлизация кожи;
- механические повреждения;
- электроофтальмия;
- электрический удар (электрический шок).

В зависимости от последствий электрические удары делятся на четыре степени:

- судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- судорожное сокращение мышц с потерей сознания;
- потеря сознания с нарушением дыхания или сердечной деятельности;
- состояние клинической смерти в результате фибрилляции сердца или асфиксии (удушья).

Основные неблагоприятные последствия, которые могут наступить вследствие поражения электрическим током:

Протекание электрического тока через органы человека может вызвать остановку сердца, дыхания; разрывы мышц, поражение мозга, ожоги. Такие повреждения характерны для поражающего тока величиной более 10 миллиампер, однако даже ток ощущения (1-2 мА) способен напугать человека, вследствие чего не исключены механические травмы (например, вследствие падения с высоты).

Основными факторами, определяющими исход поражения, являются:

- величина тока и напряжения;
- продолжительность воздействия тока;
- сопротивление тела;
- петля («путь») тока;
- психологическая готовность к удару.

Электрический ток, как поражающий фактор, определяет степень физиологического воздействия на человека. Напряжение следует рассматривать лишь как фактор, обуславливающий протекание того или иного тока в конкретных условиях – чем больше напряжение прикосновения, тем больше поражающий ток.

По степени физиологического воздействия можно выделить следующие поражающие токи⁴:

- 0,8 – 1,2 мА⁵ - пороговый осязаемый ток (то есть то наименьшее значение тока, которое человек начинает ощущать);

- 10 - 16 мА - пороговый неотпускающий (приковывающий) ток, когда из-за судорожного сокращения рук человек самостоятельно не может освободиться от токоведущих частей;

- 100 мА - пороговый фибрилляционный ток; он является расчетным поражающим током. При этом необходимо иметь в виду, что вероятность поражения таким током равна 50% при продолжительности его воздействия не менее 0.5 секунды.

Следует отметить, что никакое напряжение нельзя признать полностью безопасным и работать без средств защиты. Так, например, автомобильный

аккумулятор имеет напряжение 12-15 Вольт и не вызывает поражения электрическим током при прикосновении (ток через тело человека меньше порогового осязаемого тока). Но при случайном замыкании клемм аккумулятора возникает мощная дуга, способная сильно обжечь кожу или сетчатку глаз; также возможны механические травмы (человек инстинктивно отшатывается от дуги и может неудачно упасть). Точно также человек инстинктивно отшатывается при прикосновении к сети временного освещения (36 Вольт, ток уже ощущается), что грозит падением с высоты, даже если ток, протекающий через тело невелик, и не мог бы вызвать поражения сам по себе.

Таким образом, сколь угодно низкое напряжение не отменяет использования средств защиты, а лишь изменяет их номенклатуру (вид), например, при работе с аккумулятором следует пользоваться защитными очками. Производить работы на токоведущих частях без применения средств защиты можно только при полном снятии напряжения!

Продолжительность воздействия тока.

Установлено, что поражение электрическим током возможно лишь в состоянии полного покоя сердца человека, когда отсутствуют сжатие (систола) или расслабление (диастола) желудочков сердца и предсердий. Поэтому при малом времени воздействие тока может не совпадать с фазой полного расслабления, однако всё, что увеличивает темп работы сердца, способствует повышению вероятности остановки сердца при ударе током любой длительности. К таким причинам следует отнести: усталость, возбуждение, голод, жажду, испуг, принятие алкоголя, наркотиков, некоторых лекарств, курение, болезни и т.п.

Сопротивление тела.

Величина непостоянная, зависит от конкретных условий, меняется в пределах от нескольких сотен Ом до нескольких мегом. С достаточной степенью точности можно считать, что при воздействии напряжения промышленной частоты 50 Герц, сопротивление тела человека является активной величиной, состоящей из внутренней и наружной составляющих.

Внутреннее сопротивление у всех людей примерно одинаково и составляет 600 – 800 Ом. Из этого можно сделать вывод, что сопротивление тела человека определяется в основном величиной наружного сопротивления, а конкретно – состоянием кожи рук толщиной всего лишь 0.2 мм (в первую очередь ее наружным слоем – эпидермисом).

Примеров тому немало, вот один из них. Рабочий опускает в электролитическую ванну средний и указательный пальцы руки и получает смертельный удар. Оказалось, что причиной гибели явился имевший место порез кожи на одном из пальцев. Эпидермис не оказал своего защитного действия, и поражение произошло при явно безопасной петле тока.

Действительно, если оценить этот факт в относительных единицах и принять сопротивление кожи за 1, то сопротивление внутренних тканей, костей, лимфы, крови составит 0,15 – 0,20, а сопротивление нервных волокон – всего лишь 0,025 («нервы» – отличные проводники электрического тока!). Кстати, именно поэтому опасно приложении электродов к так называемым акупунктурным точкам. Так как они соединены нервными волокнами, поражающий ток может возникнуть при очень малых напряжениях. Именно один из таких случаев описан в литературе, когда поражение человека произошло при напряжении 5 Вольт. Сопротивление тела не является постоянной величиной: в условиях повышенной влажности оно снижается в 12 раз, в воде – в 25 раз, резко снижает его принятие алкоголя.

Таким образом, к факторам состояния человека, существенно увеличивающим вероятность смертельного поражения человека электрическим током следует отнести:

- всё, что увеличивает темп работы сердца – усталость, возбуждение, принятие алкоголя, наркотиков, некоторых лекарств, курение, болезни;
- все, что уменьшает сопротивление кожи – потливость, порезы, принятие алкоголя.

Путь («петля») тока через тело человека.

При расследовании несчастных случаев, связанных с воздействием электрического тока, прежде всего выясняется, по какому пути протекал ток. Человек может коснуться токоведущих частей (или металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением) самыми различными частями тела. Отсюда – многообразие возможных путей тока.

Наиболее вероятными признаны следующие:

- «правая рука - ноги» (20% случаев поражения);
- «левая рука - ноги» (17%);
- «обе руки - ноги» (12%);
- «голова - ноги» (5%);
- «рука - рука» (40%);
- «нога - нога» (6%).

Все петли, кроме последней, называются «большими», или «полными» петлями, ток захватывает область сердца и они наиболее опасны. В этих случаях через сердце протекает 8-12 процентов от полного значения тока. Петля «нога - нога» называется «малой», через сердце протекает всего 0,4% от полного тока. Эта петля возникает, когда человек оказывается в зоне растекания тока, попадая под шаговое напряжение.

Шаговым называется напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока в земле, при одновременном касании их ногами человека. При этом чем шире шаг, тем больший ток протекает через ноги.

Такой путь тока не несет прямой опасности жизни, однако под его действием человек может упасть и путь протекания тока станет опасным для жизни.

Для защиты от шагового напряжения служат дополнительные средства защиты – диэлектрические боты, диэлектрические коврики. В случае, когда использование этих средств не представляется возможным, следует покинуть зону растекания так, чтобы расстояние между стоящими на земле ногами было

минимальным - короткими шажками. Безопасно также передвижение по сухой доске и прочим сухим, не проводящим ток предметам.

Вопрос 2. Меры предосторожности при использовании электрических приборов и сетей.

При пользовании любым электрическим прибором или аппаратом необходимо всегда твердо помнить о том, что неумелое обращение с ним, неисправное состояние электропроводки или самого электроприбора, несоблюдение определенных мер предосторожности может привести к поражению электрическим током. Кроме того, неисправности электропроводки и электроприборов могут стать причиной загорания проводов и возникновения пожаров.

Практические меры безопасного применения электроэнергии не сложны, и каждый потребитель электроэнергии в состоянии их выполнять в процессе повседневного пользования электрическим током. Для этого необходимо:

- поддерживать в исправном состоянии электросеть и подключаемые к ней электроприборы;
- знать и всегда выполнять основные требования, предъявляемые к устройству электроустановок, и меры предосторожности при пользовании ими;
- ощутив при прикосновении к металлическим конструкциям действие электрического тока – немедленно принять меры к недопущению в опасное место людей и доложить об этом руководителю.

Защита проводов.

Электропроводка должна иметь исправную защиту от коротких замыканий, то есть от соприкосновения оголенных частей проводов и токоведущих частей приборов между собой. Эта защита осуществляется обычно предохранителями или автоматическими выключателями на групповом щитке.

Нельзя применять вместо пробочных предохранителей всякого рода суррогаты в виде пучка проволоки (так называемые «жучки») и тому

подобного! Нельзя исключать из схемы автоматические расцепители («автоматы») и УЗО, даже если их постоянно «выбивает»!

В случае перегорания предохранителя, равно как и автоматического расцепителя, его следует заменить новым того же номинала (тока).

Исправность изоляции.

Ветхая или поврежденная изоляция электрических проводов может быть причиной пожара, несчастного случая и утечки электроэнергии. Поэтому, во избежание повреждения изоляции и возникновения коротких замыканий с вытекающими отсюда последствиями, нельзя заземлять электрические провода дверьми, окон-ными рамами, закреплять провода на гвоздях, оттягивать их веревкой или проволокой. Недопустимо также клеивать провода обоями, бумагой, закрывать драпировкой, коврами, прокладывая провода или закладывая шнуры к переносным электроприборам за батареи парового или водяного отопления, во избежание преждевременного высыхания изоляции.

По тем же причинам не следует допускать непосредственного касания электрических проводов с трубами отопления, водопровода, с газопроводами, телефонными и радиотрансляционными проводами. В местах пересечения и касания на электрические провода должна быть наложена дополнительная изоляция или надеты резиновые трубки. Необходимо всегда помнить, что прикосновение к оголенным токоведущим проводам, так же как и к неисправным и поврежденным аппаратам, приборам, электроарматуре, представляет большую опасность для жизни.

Ремонт электрической проводки должен производиться только квалифицированными работниками при полном отключении ремонтируемого участка проводки.

Электрическая арматура (корпуса и элементы электроприборов).

Необходимо обращать внимание на состояние электрической арматуры и поддерживать ее всегда в исправном состоянии. Защитные крышки выключателей и прочей арматуры должны быть всегда на месте. Проводка к выключателям и штепсельным розеткам должна быть смонтирована надежно.

При пользовании оргтехникой, переносными лампами или электрическими приборами следует внимательно следить за состоянием шнуров, соединяющих прибор со штепсельной вилкой. Нельзя допускать перекручивания шнура, узлов в нем, чрезмерного износа оплетки и изоляции, а также оголения токоведущих жил и соединения (замыкания) их на металлический корпус арматуры.

Если вилка плохо держится в розетке или нагревается вследствие плохого контакта, искрит, потрескивает, необходимо прекратить пользоваться аварийным прибором и вызвать электрика. Необходимо также регулярно проверять места выхода шнуров из штепсельной вилки, то есть там, где наиболее часто перетирается изоляция и замыкаются провода. Оголенные места шнура или провода следует аккуратно покрыть двумя-тремя слоями изоляционной ленты, но ни в коем случае не обматывать тканью или бумагой, как это иногда делается. В интересах безопасности установка штепсельных розеток вблизи батарей отопления, газовых и водопроводных труб, и прочих заземленных частей не рекомендуется.

При пользовании любым переносным электроприбором с металлическим корпусом или переносной лампой во избежание опасности не следует одновременно касаться каких-либо заземленных частей, например, батарей отопления, различных трубопроводов – с одной стороны, и корпуса прибора – с другой, так как это опасно для жизни.

Осветительные приборы.

Электрические лампы накаливания, как выделяющие при работе значительное количество тепла, не должны касаться бумажных, матерчатых и каких-либо других горючих материалов. Висячие лампы во избежание разрыва изоляции проводов не допускается подвешивать на токоведущие провода, если это не предусмотрено конструкцией провода.

При замене перегоревших электрических ламп накаливания необходимо соблюдать осторожность:

1. Заменяйте лампу только при отключенном положении выключателя этой лампы.

2. Даже при отключенном выключателе в патроне лампы сохраняется опасное для жизни напряжение – нельзя касаться металлического цоколя лампы при ее установке!

3. Избегайте касаться осветительной арматуры мокрыми руками, особенно в сырых помещениях.

4. Не смотрите на лампу в момент включения – она может взорваться.

Электронагревательные приборы.

Электронагревательные приборы следует применять только заводского изготовления. Перед первым подключением какого-либо нагревательного или другого переносного прибора необходимо проверить, соответствует ли напряжение, указанное на заводской табличке (щитке) напряжению сети. Несоответствие напряжения приведет к быстрому перегоранию нагревательного элемента, например, если прибор на 127 Вольт включить в сеть 220 Вольт, и наоборот, мощность прибора будет недоиспользована, если прибор с напряжением 220 Вольт будет включен на напряжение 127 Вольт.

ЗАПРЕЩЕНО подключать в одну розетку более одного электронагревательного прибора или прожектора.

Перегрузка сети при неисправной защите может привести к преждевременному пересыханию изоляции, а может быть, и к загоранию проводов. Особую опасность такое одновременное подключение создает, когда в групповой щитке стоят «жучки» вместо нормальных предохранителей.

Включение и отключение нагревательных и других переносных электроприборов в штепсельную розетку следует осуществлять с помощью штепсельной вилки, беря ее за изолированную часть – колодку. Вытягивать вилку из розетки за шнур недопустимо во избежание обрыва шнура или оголения и замыкания проводов.

Заполнение электронагревательных приборов, чайников, кастрюль, кофейников и других емкостей следует производить при отключенном

состоянии прибора во избежание поражения током из-за одновременной связи с землей (через кран) и корпусом электроприбора.

Кипятильники (нагреватели для воды), предназначенные для опускания в сосуд, нельзя включать прежде, чем они опущены в воду. Отключение кипятильника производится раньше, чем он вынимается из воды. Несоблюдение этого правила влечет за собой перегорание нагревательных элементов и порчу самих приборов.

Электрические плитки и другие нагревательные приборы должны применяться только на огнестойком основании, то есть устанавливаться на керамической, металлической или асбоцементной подставке.

Нельзя допускать установки нагревательных приборов близко к легко возгораемым предметам – занавесям, портьерам, скатертям и т.д. или ставить их непосредственно на деревянные столы, подставки. Нельзя сушить непосредственно на корпусах нагревательных приборов одежду и обувь – это ведет к пожару!

При пользовании электрическими нагревательными приборами недопустимо оставлять их без надзора. При уходе нагревательные приборы должны быть отключены.

Необходимо всегда помнить, что прикосновение к включенному неисправному нагревательному прибору представляет большую опасность для человека.

Следует пользоваться приборами закрытого типа, где нагреватель помещен в специальную защитную оболочку, которая предохраняет спираль от механических повреждений. Пользование приборами закрытого типа более безопасно, так как в них исключается возможность прикосновения к нагревательному элементу.

Нельзя включать в сеть неизвестные электроприборы: они могут быть неисправными или не рассчитанными на напряжение сети.

Помещения с повышенной опасностью.

Особую осторожность при пользовании электроэнергией необходимо соблюдать в тех помещениях, которые относятся к категории сырых, а потому опасных для человека в смысле последствий прикосновения к токоведущим частям вследствие наличия сырости на полу.

Пользоваться переносными электроприборами и переносными светильниками без особых мер защиты в этих помещениях категорически запрещается. Мокрый пол является хорошим проводником электричества. Человеку, стоящему на мокром или влажном полу, достаточно прикоснуться рукой к какой-либо токоведущей части, чтобы ток прошел через все тело, а это может привести к тяжелому поражению человека. Потому нельзя допускать в сырых или имеющих заземленные части (батареи отопления, трубы водопровода, газопровода, газовые плиты и др.) помещениях подвеску светильников на доступной с пола высоте, то есть ниже 2,5 м от пола. Нарушение этого требования весьма опасно.

Проводка в сырых помещениях должна выполняться скрыто.

С другой стороны, близость заземленных частей как, на-пример, в ваннах, где сконцентрированы трубы водопровода, газопровода, также представляет большую опасность при случайном прикосновении человека к какой-либо токоведущей частью при одновременном соприкосновении с заземленными частями. Поэтому в помещениях этой категории установка штепсельных розеток категорически воспрещается.

Лекция 3

Тема: Технические способы и средства обеспечения электробезопасности. защита от прямых прикосновений. Технические способы и средства обеспечения электробезопасности. защита от косвенных прикосновений

Вопрос 1. Технические меры и средства обеспечения электробезопасности.

Виды прикосновений.

Поражение электрическим током происходит в результате прикосновения или недопустимого приближения человека к металлическим частям, находящимся или оказавшимся под напряжением.

Прикосновения к незаземленным токоведущим частям, находящимся под напряжением (оголенные провода, клеммы, шины и т. п.), называют прямыми; прикосновения к незаземленным частям, оказавшимся под напряжением (металлические корпуса электрооборудования), называют косвенными.

Различают однополюсные и двухполюсные прикосновения. При однополюсном прикосновении человек, стоящий на земле, одной рукой касается незаземленной токоведущей части или корпуса электроприемника, оказавшегося под напряжением. Ток протекает по петле: рука – нога. При двухполюсном прикосновении человек, изолированный от земли, двумя руками касается незаземленных проводов разных фаз или фазного и нулевого провода. Изоляция человека от земли может обеспечиваться сопротивлением пола и обуви. Петля тока: рука – рука.

Наиболее опасным является прямое двухполюсное прикосновение.

Однополюсные прикосновения, как прямое, так и косвенное, в установках до 1000 В с глухозаземленной нейтралью также опасны.

Прямые прикосновения случаются, как правило, по вине человека – самого пострадавшего, либо должностного лица, не обеспечившего безопасность. Косвенные прикосновения происходят из-за повреждения изоляции, как правило, не по вине человека и могут рассматриваться как отказ техники.

Номенклатура видов защиты.

В соответствии с ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» для обеспечения безопасности при прямых прикосновениях необходимо применять следующие технические способы и средства:

- защитные оболочки;

- защитные ограждения (временные и стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- электрическое разделение
- предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности.

Для защиты от поражения электрическим током при косвенных прикосновениях применяют следующие способы и средства:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциала;
- система защитных проводов (уравнивание потенциалов);
- защитное отключение;
- изоляция нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- простое и защитное разделения цепей
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- средства индивидуальной защиты.
- компенсацию токов замыкания на землю;
- электроизоляционные средства;
- средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства защиты применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Вопрос 2. Меры по обеспечению электробезопасности на производстве.

Защитные оболочки, ограждения. Безопасное расположение токоведущих частей. Для защиты от случайного прикосновения к изолированным токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние они располагаются на недоступной высоте или в недоступном месте.

Если токоведущие части доступны для людей, то они могут закрываться ограждениями или заключаться в оболочки. Ограждения обычно закрывают токоведущие части не со всех сторон, то есть обеспечивают частичную защиту от прикосновения. Ограждения могут быть временными или стационарными, сплошными или сетчатыми. Оболочки обеспечивают различную степень защиты вплоть до полной защиты от:

- соприкосновения с токоведущими частями и попадания твердых тел;
- проникновения воды внутрь оболочки.

Степени защиты оболочек и их маркировка установлены ГОСТ 14254 – 80 «Изделия Электротехнические. Оболочки. Степень защиты» и ГОСТ 14255 «Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Оболочки. Степени защиты».

При использовании указанных способов защиты должны быть соблюдены установленные правилами изоляционные расстояния от токоведущих частей до ограждений, оболочек, а также до работающего поблизости человека с учетом всех его возможных поз и используемых инструментов и приспособлений.

Изоляция токоведущих частей. ГОСТ Р 12.1.009-2009 «Электробезопасность. Термины и определения» различает следующие виды изоляции: рабочую, дополнительную, двойную, усиленную.

Рабочая изоляция обеспечивает нормальную работу электроустановок и защиту от поражения электрическим током.

Дополнительная изоляция предусмотрена наряду с рабочей изоляцией для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции.

Двойной называется изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной. Материалы, используемые для рабочей и дополнительной изоляции, имеют различные свойства, что делает маловероятным одновременное их повреждение.

Усиленная изоляция – это улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция, но конструктивно выполненная так, что каждую из составляющих изоляции отдельно испытать нельзя.

С двойной изоляцией изготавливаются отдельные электротехнические изделия, например, ручные светильники, ручные электрические машины (электроинструмент), разделяющие трансформаторы. Часто в качестве дополнительной изоляции используется корпус электроприемника, выполненный из изоляционного материала. Такой корпус защищает от поражения электрическим током не только при пробое изоляции внутри изделия, но и при случайном прикосновении рабочей части инструмента к токоведущей части.

Усиленная изоляция используется только в тех случаях, когда двойную изоляцию затруднительно применить по конструктивным причинам, например, в выключателях, щеткодержателях и др.

Изделия, имеющие двойную изоляцию и металлический корпус, запрещается заземлять или занулять. На паспортной табличке такого изделия помещается знак – квадрат внутри квадрата.

При эксплуатации электроинструмента с двойной изоляцией необходимо ежемесячное испытание изоляции мегаомметром, а при каждой выдаче для работы – проверка отсутствия замыкания на корпус.

Изоляция рабочего места. Согласно ПУЭ этот способ защиты применяется при невозможности выполнения заземления, зануления и защитного отключения.

ГОСТ Р 12.1.009-2009 предусматривает изоляцию пола, настила, площадки и т.п., а также металлических деталей в области рабочего места,

потенциал которых отличается от потенциалов токоведущих частей, и прикосновение к которым является предусмотренным или возможным.

Допускается обслуживание электрооборудования с изолирующих площадок при условии, что прикосновение к незаземленным (незануленным) частям возможно только с этих площадок и исключена возможность одновременного прикосновения к электрооборудованию и частям здания или другого оборудования.

Малое напряжение. В соответствии с ГОСТ Р 12.1.009-2009 малым называется номинальное напряжение не более 50 В переменного и не более 110 В постоянного тока, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током.

Малое напряжение применяется, например, для питания ручного электрифицированного инструмента (класса III); местного освещения на станках ручных светильников в помещениях с повышенной и особой опасностью; светильников общего освещения с лампами накаливания при высоте их подвеса менее 2,5 м. При работах в особо неблагоприятных условиях должны применяться ручные светильники напряжением не выше 12 В.

Защитное отключение. Определение этого способа защиты дается в ПУЭ: это быстродействующее автоматическое отключение всех фаз участка сети, обеспечивающее безопасные для человека сочетания тока и времени его прохождения при замыканиях на корпус или снижении уровня изоляции ниже определенного значения.

Указанные безопасные сочетания тока и времени установлены ГОСТ 12.1.038 – 82 «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов». Например, при времени воздействия не более 0,1 с допустимый ток через тело человека составляет 500 мА, при 0,2 с – 250 мА, при 0,5 с – 100 мА и т.д. Следовательно, защита обеспечивается быстрым отключением электроустановки при возникновении в ней опасности поражения электрическим током. Другими словами, электрозщитная функция

УЗО заключается в ограничении не тока через человека, а времени его протекания.

Современные устройства защитного отключения (УЗО) имеют быстроедействие от 0,03 до 0,2 с.

УЗО создаются на различных принципах действия. Наиболее совершенным является УЗО, реагирующее на ток утечки (дифференциальный ток). Достоинство его состоит в том, что оно защищает человека от поражения электрическим током не только в случае прикосновения к металлическим корпусам, оказавшимся под напряжением из-за повреждения изоляции, но и при прямом прикосновении к токоведущим частям. Именно такие УЗО ГОСТ Р 12.1.009-2009 относит одновременно к средствам защиты как от косвенных, так и от прямых прикосновений.

Кроме того, УЗО выполняет еще одну важную функцию – защиту электроустановок от возгораний, первопричиной которых являются утечки, вызванные ухудшением изоляции. Известно, что более трети пожаров возникает от неисправностей электропроводок, поэтому вполне справедливо УЗО называют «противопожарным сторожем».

Применение высокочувствительных УЗО приводит к необходимости поддержания изоляции электрических сетей и потребителей на должном уровне, то есть в конечном счете требует повышения культуры эксплуатации электроустановок. В противном случае неизбежны частые перерывы электроснабжения потребителей по причине ложных срабатываний УЗО от естественных (фоновых) токов утечки.

УЗО состоит из трех функциональных элементов: датчика, исполнительного органа и коммутационного устройства. Датчик улавливает токи утечки, стекающие с фазных проводов на землю в случае прямого прикосновения человека или повреждения изоляции. Сигнал о наличии тока утечки поступает в исполнительный орган, где усиливается и преобразуется в команду на отключение коммутационного устройства.

УЗО является высокоэффективным и перспективным способом защиты. Оно используется в электроустановках до 1 кВ в дополнение к защитному заземлению (занулению), а также в качестве основного или дополнительного способа защиты, когда другие способы и средства неприменимы или малоэффективны.

Сигнализация, блокировка, знаки безопасности. Сигнализация (звуковая, световая) применяется в дополнение к другим способам и средствам защиты. Чаще всего она предупреждает о наличии напряжения на электроустановке или ее части. Имеются устройства, сигнализирующие о недопустимом приближении к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Таковы сигнализаторы, встроенные в монтерскую защитную каску, или устройства, подающие звуковой и световой сигналы при приближении стрелы автокрана к проводам воздушной линии.

Недоступность токоведущих частей может обеспечиваться применением различного рода блокировок (электрических, механических и др.) Блокировки исключают доступ к токоведущим частям, пока с них не снято напряжение, либо обеспечивают автоматическое снятие напряжения при появлении возможности прикосновения или опасного приближения к токоведущим частям. Часто блокировка применяется совместно с сигнализацией.

Плакаты и знаки безопасности относятся к электробезопасным средствам. По своему назначению они делятся на предупреждающие, запрещающие, предписывающие и указательные, а по характеру применения могут быть постоянными и переносными.

Перечень, размеры, форма, места и условия применения плакатов и знаков безопасности регламентированы Правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках.

Электрическое разделение сети. Как самостоятельный способ защиты или в дополнение к другому, например, к малому напряжению, можно применять разделение сети на отдельные, электрически не связанные между собой участки. Для этого применяют разделяющий трансформатор. По ГОСТ Р

12.1.009-2009 это специальный трансформатор, предназначенный для отделения приемника энергии от первичной сети и сети заземления.

Способ отличается высокой эффективностью защиты, применяется в установках до 1 кВ, работающих в условиях повышенной и особой опасности (например, ручной электроинструмент). Недостатком способа является его неэкономичность (для каждого электроприемника нужен разделяющий трансформатор или преобразователь).

Контроль изоляции. Поддержание сопротивления изоляции на высоком уровне уменьшает вероятность замыканий на землю, на корпус и поражений людей электрическим током. Контроль изоляции может быть приемосдаточным, периодическим или постоянным (непрерывным).

В мало разветвленных сетях с изолированной нейтралью, где емкость фаз относительно земли невелика, сопротивление изоляции является основным фактором безопасности. Поэтому ПУЭ требует в сетях до и выше 1 кВ с изолированной нейтралью осуществлять постоянный контроль изоляции.

В сетях с большой емкостью и в сетях с заземленной нейтралью сопротивление изоляции не определяет безопасности, однако повреждение изоляции может стать причиной поражения при прикосновении к изолированной токоведущей части. Поэтому и в таких сетях должен проводиться контроль изоляции, правда, можно ограничиться периодическим контролем.

Правила предусматривают проведение периодических проверок сопротивления изоляции мегаомметром.

Средства индивидуальной защиты.

Электрозащитные средства служат для защиты людей, работающих в электроустановках, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля. Они делятся на основные и дополнительные.

К основным относятся средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки, и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

К дополнительным относятся средства защиты, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения, а применяются совместно с основными средствами.

К основным электрозащитным средствам в электроустановках до 1000 В относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками. К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках до 1000 В относятся: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки, изолирующие колпаки.

Кроме электрозащитных средств, при работах в электроустановках следует при необходимости применять такие средства индивидуальной защиты, как очки, каски, противогазы, рукавицы, предохранительные монтерские пояса и страховочные канаты.

Лекция 4

Тема: Технические меры электробезопасности в жилых и общественных зданиях

Вопрос 1. Состояние вопроса

В настоящее время имеет место бурный рост электрификации быта городского и сельского населения. Если 40...50 лет назад электроэнергия в быту использовалась в основном для целей освещения, то теперь жилые и общественные здания все в большей степени насыщаются сложными электрическими приборами и устройствами: холодильниками и морозильниками, стиральными и посудомоечными машинами,

электроводонагревателями, электропечами, электроплитами, кондиционерами, электроинструментом и др.

Одновременно расширилась и сфера применения электробытовых приборов. Многие из них стали эксплуатироваться в условиях повышенной и даже особой опасности электропоражения: в кухнях, ваннных комнатах, вблизи от водопроводных и газовых труб. Особенно велика опасность поражения электрическим током в сельской местности, на дачных участках, где электробытовые приборы подчас эксплуатируются в помещениях: с земляными полами, а иногда и под открытым небом. Указанные обстоятельства обуславливают недопустимо высокий уровень бытового электротравматизма в России и требуют повышенного внимания специалистов к вопросам электробезопасности.

В нашей стране электроснабжение жилых и общественных зданий осуществляется от сетей трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью (по международной классификации — сети типа TN). До недавнего времени в жилом фонде для питания однофазных потребителей использовались двухпроводные групповые линии (фазный и нулевой рабочий проводники), а электробытовые приборы имели самый низкий класс защиты от электропоражения - класс 0. В этих условиях средствами защиты от поражения электрическим током являлись лишь рабочая изоляция электрических сетей и потребителей, а также меры по ограничению доступа к токоведущим частям (расположение их на недоступной высоте, ограждения). Применение же такой распространенной на производстве меры защиты, как зануление, и использование приборов класса I, было невозможно, так как требовало реконструкции групповых сетей всего жилого фонда. Попытки использования в быту приборов класса I привели к росту электротравматизма из-за невозможности их правильного подключения в двухпроводной сети.

Весьма эффективным путем повышения электробезопасности жилых и общественных зданий в то время представлялся переход от электробытовых приборов класса защиты 0 на приборы класса II (с двойной или усиленной

изоляция), не требующий реконструкции сетей, с одновременным запрещением приборов класса I. В соответствии с ГОСТ 12.2.013-75 "Машины ручные электрические" продажа населению электроинструмента класса I запрещалась. В дополнение к этому Главгосэнергонадзор принял Решение о необходимости применения в быту ручных электрических машин только с двойной изоляцией (информационное письмо №17-6/25-Т от 6.08.1979 г.). В Решении указывалась номенклатура изделий класса II, разрешенных к применению в быту, и перечень их заводов-изготовителей (часть из них после развала СССР оказалась в ближнем Зарубежье). Всеми другими изделиями, не указанными в Решении, пользоваться в быту запрещалось. С точки зрения электробезопасности правильность такого решения не вызывает сомнения, однако осуществить его по организационным причинам не представилось возможным. Реальность такова, что в настоящее время наряду с электробытовыми приборами класса 0 и II торговая сеть наводнена приборами класса I как импортного, так и отечественного производства. К тому же в условиях действия Закона РФ «О защите прав потребителей» запрещение пользования в быту приборами класса I стало юридически неправомерным.

В 1993 г. Госстандарт, Госстрой и Минтопэнерго России приняли совместное Решение о развитии нормативной базы для безопасного применения электрооборудования класса защиты I по электробезопасности в электроустановках зданий (опубликовано в журнале "Промышленная энергетика" № 12 за 1993 г.).

В соответствии с этим Решением Госстандартом РФ в 1994 г. был принят комплекс стандартов ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий», гармонизированных со стандартами Международной электротехнической комиссии (МЭК). Комплекс стандартов распространяется на электроустановки: жилых, общественных и производственных зданий, торговых предприятий, сельскохозяйственных строений, жилых автофургонов и стоянок для них; стройплощадок, зрелищных сооружений, ярмарок и др. временных сооружений. Комплекс стандартов является основополагающим документом во всех

областях, входящих в сферу работ по стандартизации и сертификации электроустановок зданий, при разработке и пересмотре стандартов, нормативов и правил, затрагивающих вопросы безопасности электроустановок зданий. В частности, в настоящее время осуществляется разработка 7-го издания Правил устройства электроустановок (ПУЭ), которые будут выпускаться и вводиться в действие отдельными разделами и главами по мере завершения работы по их составлению, согласованию и утверждению. Уже вышли в свет раздел 6 и главы 7.1. и 7.2, которые введены в действие с 1.07.2000 г.

В соответствии с п.7.1.13 питание электроприемников здания должно осуществляться от сети 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S. При реконструкции жилых и общественных зданий, имеющих напряжение сети 220/127 В или 3х220 В, следует предусматривать перевод сети на напряжение 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S.

Ниже приводятся некоторые требования новых ПУЭ.

Согласно п.7.1.36 во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный - L, нулевой рабочий - N и нулевой защитный - PE проводники). Не допускается объединение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников различных групповых линий. Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать на щитках под общий контактный зажим. Запрещение подключения нулевого рабочего (N) и нулевого защитного (PE) проводников под общий контактный зажим группового щитка объясняется следующим. При подключении под один зажим PEN-, PE-, N- проводников возможен случай нарушения контакта между PEN с одной стороны и N-, PE- с другой стороны при сохранении контакта между N и PE. При этом возникает реальная опасность электропоражения из-за выноса потенциала фазы на зануленный корпус электроприемника через защитный контакт штепсельной розетки. Поэтому при подключении нулевых защитных проводников на нулевой шинке группового щитка должно

предусматриваться необходимое количество дополнительных клеммных зажимов - по числу групповых линий, содержащих штепсельные розетки.

Во всех помещениях необходимо присоединять открытые проводящие части светильников и стационарных электроприемников (электрических плит, кипятильников, бытовых кондиционеров, электрополотенец и т.п.) к нулевому защитному проводнику (п.7.1.68).

Металлические корпуса однофазных переносных электроприборов и настольных средств оргтехники класса I должны присоединяться к защитным проводникам трехпроводной групповой линии (п. 7.1.69).

Следует подчеркнуть, что изложенные выше новые требования ПУЭ относятся ко всем помещениям, в том числе и без повышенной опасности поражения электрическим током, и требуют зануления всех стационарных и переносных электроприемников любой мощности.

В помещениях без повышенной опасности допускается применение подвесных светильников, не оснащенных зажимами для подключения защитных проводников, при условии, что крюк для их подвески изолирован (п. 7.1.70).

В соответствии с п. 7.1.45 7-го издания ПУЭ однофазные двух- и трехпроводные линии, а также трехфазные четырех-пятипроводные линии при питании однофазных нагрузок, должны иметь сечение нулевых рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников.

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

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

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

Сечение РЕ проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее 2,5 мм² - при наличии механической защиты и 4 мм² - при ее отсутствии.

Из перечисленных выше изменений и дополнений к ПУЭ следует, что комплекс стандартов ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий» и «Правила устройства электроустановок» предписывают применение в жилых и общественных зданиях электрических сетей с системами заземления типа TN-C-S или TN-S. В системе TN-C-S функции нулевого рабочего (N) и нулевого защитного (РЕ) проводников объединены в одном проводнике (PEN) в части сети (в наружной питающей линии). Другими словами, наружная питающая линия к отдельно стоящим зданиям должна выполняться однофазной двухпроводной (L, PEN) или трехфазной четырехпроводной (L₁, L₂, L₃, PEN), а внутренняя электропроводка — однофазной трехпроводной (L, N, РЕ) или трехфазной пятипроводной (L₁, L₂, L₃, N, РЕ). Здесь буквой L обозначены фазные провода.

В системе TN-S функции нулевого рабочего (N) и нулевого защитного (РЕ) проводников разделены по всей сети, то есть PEN-проводник отсутствует. Наружная питающая линия и внутренняя электропроводка выполняются однофазной трехпроводной (L, N, РЕ) или трехфазной пятипроводной (L₁, L₂, L₃, N, РЕ).

Как уже говорилось выше, разновидности системы TN (см. рис.13) различаются между собой уровнем безопасности, который в свою очередь зависит от вероятности обрыва PEN-проводника. При такой неисправности в системах TN-C и TN-C-S имеет место вынос потенциала фазы на все зануленные металлические корпуса электроприемников, подключенных после точки обрыва по ходу энергии, по цепи: фаза - рабочая обмотка электроприемника - нулевой рабочий проводник - точка соединения нулевого рабочего и защитного проводников - нулевой защитный проводник - корпус.

Наибольшей вероятностью обрыва PEN-проводника характеризуется система TN-C, где этот обрыв может произойти как в питающей линии (особенно, если она воздушная), так и во внутренней электропроводке. Следует подчеркнуть, что применение системы TN-C в электроустановках зданий ПУЭ 7-го издания не предусмотрено (п.7.1.13). Система TN-C-S обеспечивает более высокий уровень безопасности, т.к. обрыв может произойти практически только в питающей линии. Однако переход к системе TN-C-S требует дополнительных затрат: групповые линии выполняются не двух-, а трехпроводными. Наибольшей степенью безопасности характеризуется система TN-S, где PEN-проводник отсутствует, а значит, рассматриваемая неисправность исключена. Однако это достигается существенным увеличением затрат, т.к. в питающей линии по всей ее длине от подстанции до потребителя необходимо иметь нулевой защитный проводник (PE), то есть питающая линия в системе TN-S имеет на один провод больше, чем в системах TN-C и TN-C-S.

Упомянутым выше совместным Решением 1993 г. Госстрою России предписано дать указания строительным, проектным организациям о внесении изменений в проектную документацию и о разработке новых проектов в соответствии с комплексом стандартов ГОСТ Р 50571 и новыми требованиями ПУЭ; с участием заинтересованных организаций рассмотреть вопрос о реконструкции электрических сетей действующего фонда жилых зданий в целях обеспечения возможности использования электрооборудования класса защиты I.

Главгосэнергонадзору предписано, начиная с 1.01 1995 г., осуществлять приемку электроустановок зданий с учетом требований утвержденных государственных стандартов и уточненных требований ПУЭ.

Вопрос 2. Технические решения

Выше рассмотрены новые требования российских стандартов и Правил устройства электроустановок (ПУЭ) к электроснабжению и электробезопасности жилых и общественных зданий. В соответствии с этими требованиями для электроснабжения зданий должны применяться сети с

системой заземления типа TN-C-S или TN-S, а однофазные групповые линии должны выполняться трехпроводными (фаза, нулевой рабочий N и нулевой защитный PE проводники). Эти меры открывают широкие возможности для безопасного применения электротехнических изделий класса защиты I и объективно способствуют снижению электротравматизма.

Следует подчеркнуть, что указанные выше новые требования стандартов и ПУЭ могут быть реализованы только во вновь строящихся, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданиях. В существующем жилом фонде осуществить переход к трехпроводным групповым сетям в сколько-нибудь сжатые сроки едва ли возможно. Значит, в течение ближайших десятилетий в электроустановках жилых зданий будут параллельно существовать сети TN-C-S и TN (без системы зануления). С другой стороны, во всех этих сетях будут эксплуатироваться электробытовые приборы классов защиты 0, I, II. Указанное обстоятельство требует практического решения и отражения в нормативно-технической документации вопросов, касающихся подключения к сети приборов различных классов защиты.

В зданиях-новостройках с сетями TN-C-S трехконтактные штепсельные розетки предназначены для использования приборов класса I. Что касается приборов класса 0 и II, то их обычные двухштырьковые вилки не могут быть включены в розетки с защитным контактом. Поэтому приходится использовать соответствующие переходники. Заметим, что в последнее время стали выпускаться приборы классов 0 и II с вилками из литой резины, имеющими фланец с прорезями, позволяющими включить их в трехконтактные розетки. Однако следует учесть, что при этом не обеспечивается должный контакт в штепсельном соединении, так как обычные двухштырьковые вилки имеют диаметр штырьков 4 мм, тогда как трехконтактные вилки - 4,8 мм. Возможен другой вариант: наряду с трехконтактными розетками (для приборов класса I) предусматривать определенное количество обычных розеток (для приборов классов 0 и II). В нормативной документации указанные вопросы пока не нашли отражения, то есть их решение дается на откуп проектным и монтажным

организациям, а в худшем случае - самим пользователям. Во всех случаях использование приборов класса 0 в сетях TN-C-S ухудшает условия электробезопасности и существенно снижает эффект, достигаемый путем перехода от двух- к трехпроводным групповым сетям. Однако, как показано выше, запрет приборов класса 0 практически не реален.

Аналогичные вопросы возникают в существующем жилом фонде с двухпроводными групповыми сетями и обычными двухконтактными штепсельными розетками. При эксплуатации в таких сетях приборов класса защиты I возникает вопрос: как "задействовать" третий защитный контакт штепсельной розетки, которая входит в комплект прибора, либо приобретается вместе с ним? Здесь возможны следующие варианты (рис. 1.1), встречающиеся на практике:

а) в розетке между нулевым контактом цепи питания и защитным контактом ставится перемычка, то есть защитный контакт соединяется с нулевым рабочим проводником;

б) защитный контакт розетки остается свободным, «незадействованным»;

в) защитный контакт соединяется с естественным или искусственным заземлителем;

г) защитный контакт соединяется с защитным проводником РЕ, прокладываемым дополнительно от группового щитка до розетки;

д) трехконтактная розетка не используется, трехконтактная вилка питающего прибор кабеля через переходник включается в обычную двухконтактную розетку.

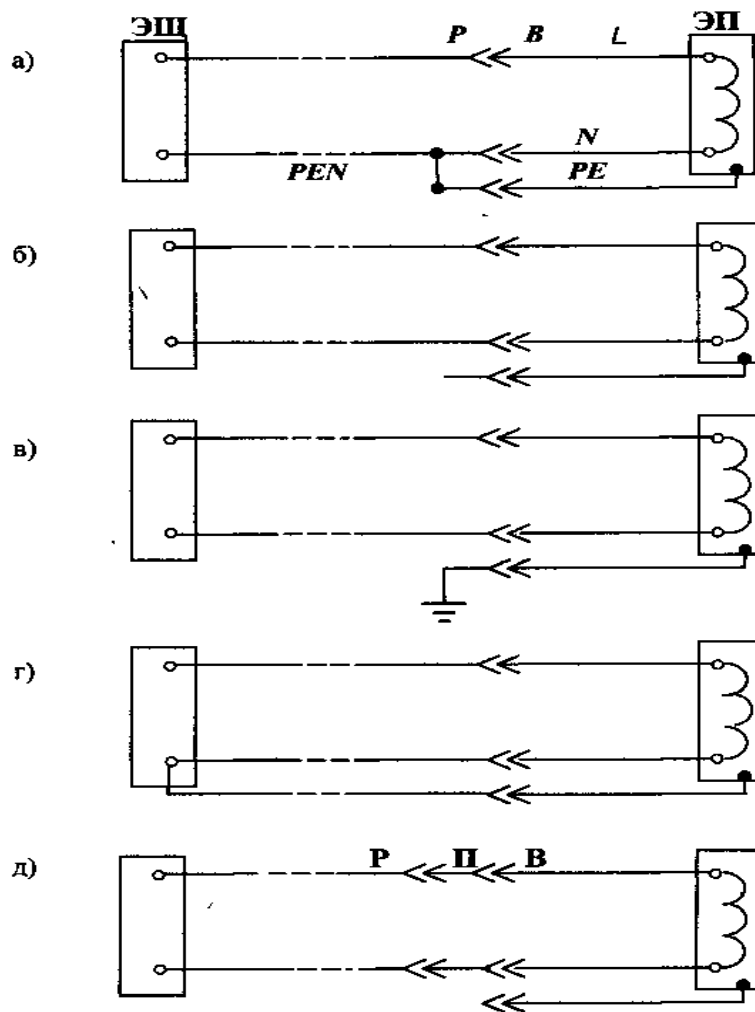


Рис 1.1 – Варианты подключения электроприемника класса защиты I в двухпроводной сети: ЭЩ – этажный (квартирный щиток); ЭП – электроприемник; P- розетка; B-Вилка; П- Переходник.

Вариант а) соответствует сети типа TN-C, применение которой в электроустановках зданий не предусмотрено ни ГОСТ Р 50751, ни ПУЭ. В этом варианте обеспечивается зануление корпуса электроприемника, однако в случае обрыва совмещенного нулевого рабочего и защитного проводника PEN на корпус прибора через рабочую обмотку и перемычку выносится потенциал фазы даже при исправной изоляции самого прибора. Это наиболее опасный и потому недопустимый способ подключения к сети трехконтактной розетки.

Варианты б) и д) означают сознательный отказ от зануления, то есть прибор класса I используется как прибор класса 0. В случае замыкания на корпус последний оказывается по отношению к земле под напряжением вплоть до фазного.

Вариант в) соответствует сети типа TT, то есть означает применение защитного заземления (без зануления) в сети с глухозаземленной нейтралью, что запрещено ПУЭ (п. 1.7.39). Такой вариант характерен для сельской местности, где в качестве искусственного заземлителя может быть использован металлический штырь, кол и пр., вбитый в землю. Поскольку сопротивление растеканию такого заземлителя намного больше, чем заземлителя нейтрали трансформатора, то в случае замыкания на корпус большая часть фазного напряжения оказывается на корпусе. Это особенно опасно в домах городского типа, где в качестве естественного заземлителя может быть ошибочно использован водопровод, канализация, система отопления. В случае замыкания на корпус в каком-либо приборе, будет иметь место вынос потенциала во все помещения, где проходят упомянутые выше коммуникации.

Вариант г) с точки зрения электробезопасности является наиболее правильным, так как означает переход от двух- к трехпроводной групповой Сети, то есть к сети типа TN-C-S, что соответствует новым нормативным требованиям. Однако это означает реконструкцию электрической сети с большим объемом монтажных работ, которые под силу только квалифицированным специалистам, но не самим жильцам. К тому же ПУЭ (п. 1.7.80) требуют прокладки нулевых защитных проводников совместно или в непосредственной близости с фазными. Поскольку в большинстве случаев существующая электропроводка скрытая и трасса ее неизвестна, указанное требование может быть не выполнено. Это может привести к увеличению ширины петли "фаза-нуль", росту ее внешнего индуктивного сопротивления, и, как следствие, к отказу зануления. По указанным причинам данный вариант нельзя считать реальным.

Из всех рассмотренных вариантов использования приборов класса I в существующем жилом фонде предпочтение следует отдать варианту д), как наиболее простому и наименее опасному. Однако следует иметь в виду, что при этом должный уровень электробезопасности не обеспечивается, и необходимы дополнительные меры защиты. Одной из таких мер является применение

устройств защитного отключения (УЗО). Заметим, что установка УЗО целесообразна не только в зданиях с двухпроводными групповыми сетями, но и в новостройках с сетями типа TN-C-S. Сейчас ведутся активные работы по созданию и совершенствованию нормативной базы по применению УЗО.

Вопросы электробезопасности, рассмотренные выше, касались, в основном, электроустановок многоэтажных зданий городского типа. Между тем в последнее время идет интенсивное строительство индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) домов и других частных сооружений, в которых вопросы электробезопасности стоят наиболее остро. Это связано с тем, что значительная часть электрооборудования и электрических сетей эксплуатируется в условиях повышенной и особой опасности (насосы, теплицы, сауны, души, летние кухни и пр.). Электрооборудование, как правило, не закреплено за постоянным квалифицированным обслуживающим персоналом. Положение усугубляется тем, что нередко проектные организации, идя на поводу у заказчиков и выполняя их эстетические пожелания, принимают проектные решения, не соответствующие требованиям действующих нормативных документов. В этих условиях весьма своевременным явилось введение в действие «Инструкции по электроснабжению индивидуальных жилых домов и других частных сооружений», разработанной Главгосэнергонадзором и утвержденной Минтопэнерго РФ 16.03.1994 г. В соответствии с Инструкцией АО «РОСЭП» в 1994 г. разработаны «Рекомендации по электроснабжению индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) домов и других частных сооружений», где рассмотрены конкретные вопросы проектирования электроснабжения указанных объектов, в частности, обеспечения их электро- и пожарной безопасности.

В соответствии с Инструкцией электробезопасность людей как внутри объекта, так и снаружи должна быть обеспечена комплексом электрозащитных технических мероприятий, включающих применение УЗО как в месте присоединения к владельцу электрических сетей; так и внутри объекта,

повторное заземление нулевого провода на воздушном вводе, зануление электроприемников, использование двойной изоляции ввода в объект. Рассмотрим указанные требования более подробно.

Зануление стационарных и переносных электроприемников в индивидуальных домах и других частных сооружениях должно осуществляться в полном соответствии с изложенными выше требованиями комплекса стандартов ГОСТ Р 50571 и ПУЭ. Для электроснабжения используется питающая сеть типа TN-C-S; однофазные групповые линии выполняются трехпроводными; защитные контакты штепсельных розеток для электроприборов класса I и металлические корпуса стационарных электроприемников подключаются к нулевому защитному проводнику PE, прокладываемому от вводно-распределительного устройства и имеющему такое же сечение, как и фазный проводник L. Использование нулевого рабочего проводника N для зануления запрещается.

Характерной особенностью любого объекта индивидуального строительства, (например, садового участка) является наличие наружных электропроводок: ответвление от воздушной линии (ВЛ); вводов в сооружения и выводов из них; внутриобъектной электропроводки, предназначенной для электроснабжения хозяйственных и других электроприемников, расположенных на территории объекта и питаемых через один общий счетчик. Все указанные элементы системы электроснабжения должны соответствовать требованиям ПУЭ, строительных норм и Инструкции. В частности, ответвления от ВЛ длиной до 25 м должны быть выполнены изолированным проводом, а более 25 м допускается выполнять неизолированным проводом с установкой дополнительных опор. Минимальные расстояния до земли должны быть: проводов ответвления - 6 м над проезжей частью и 3,5 м над пешеходными участками; вводов (выводов) и проводов внутриобъектной электропроводки - 2,75 м. При невозможности соблюдения указанных расстояний необходима установка дополнительной опоры или трубостойки на строении. Внутриобъектная проводка не должна проходить над проезжей частью

территории объекта. Минимальные сечения проводов должны составлять: медных - 6 мм^2 для ответвления и $2,5 \text{ мм}^2$ для ввода; алюминиевых - соответственно 16 мм^2 и 4 мм^2 .

Ввод в объект следует выполнять через стены изолированным проводом или кабелем с негорючей оболочкой. Допускается выполнять ввод через крышу в стальной трубе (трубостойке). Проход через стену изолированных проводов осуществляется в изоляционных полутвердых трубках, оконцованных изолированными втулками в сухих помещениях и воронками в сырых помещениях или при выходе наружу. При этом должны быть приняты меры, предотвращающие попадание воды в проход через стену или крышу. Если ввод осуществляется через стену из горючего материала, то провода, изоляционная трубка, втулки должны быть заключены в стальную трубу. Вывод проводов из дома для электроснабжения хозпостроек и других потребителей осуществляется так же, как и ввод. Ввод внутриобъектной электропроводки в хозпостройки рекомендуется выполнять проводами или кабелями без их разрезания во избежание возгорания помещений из-за плохих контактных соединений на вводе.

Важным мероприятием, направленным на повышение электробезопасности объектов индивидуального строительства, является повторное заземление нулевого PEN-провода на воздушном вводе в объект. Необходимость повторного заземления при однофазном вводе определяется в каждом конкретном случае проектом системы электроснабжения, а при трехфазном вводе является обязательным во всех случаях. Для этого в первую очередь следует использовать расположенные поблизости естественные или искусственные заземлители. Сопротивление повторного заземлителя не должно превышать 30 Ом . При удельном сопротивлении грунта более $100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ допускается увеличение указанной нормы в $0,01\rho$ раз, но не более десятикратного (здесь ρ - удельное сопротивление грунта, $\text{Ом}\cdot\text{м}$). Допускается не выполнять повторное заземление нулевого провода на воздушном вводе в объект, если питающая линия имеет длину менее 200 м или имеет хотя бы одно

повторное заземление при длине более 200 м. Повторное заземление также не выполняется, если питание объекта осуществляется кабелем, проложенным в земле.

Конструктивно повторное заземление нулевого провода на воздушном вводе в объект должно быть выполнено так, чтобы в случае обрыва PEN-проводника ответвления от ВЛ к объекту, нулевой провод ввода в дом оставался присоединенным к заземлителю. При этом обеспечивается снижение потенциала, вынесенного на зануленные корпуса электроприемников, который при отсутствии связи с заземлителем был бы равен полному потенциалу фазы.

Содержащееся в Инструкции требование об установке УЗО в месте присоединения к владельцу электрических сетей в настоящее время признано завышенным и фактически отменено "Временными указаниями по применению устройств защитного отключения в электроустановках жилых зданий", утвержденными Главгосэнергонадзором (информационное письмо №42-6/9-ЭТ от 29.04.97). Согласно этому документу применение УЗО для объектов индивидуального строительства рекомендуется на вводе в объект, либо в отдельных групповых линиях. Обязательным является применение УЗО для групповых линий, питающих штепсельные соединители наружной установки, а также штепсельные розетки ванных и душевых помещений, если они не подсоединяются к индивидуальному разделяющему трансформатору. Уставка срабатывания по току утечки указанных УЗО не должна превышать 30 мА.

Лекция 5

Тема: Защита от электромагнитных полей промышленной частоты.

Статическое электричество и меры борьбы с ним

В настоящее время широкое распространение получили процессы и устройства, в которых используются электростатические и электромагнитные поля.

Высокие и сверхвысокие частоты применяются при СВЧ-нагревах и сушке, радиоспектроскопии, при проверке, настройке, испытаниях радио- и телеаппаратуры и т. д.

Применение этих частот позволяет получить значительный экономический эффект, значительно улучшить условия труда, но образующиеся при этом электромагнитные поля оказывают вредное воздействие на человека, если не принимать мер по его защите.

Некоторые общие сведения

Известно, что вокруг проводника с током возникает одновременно электрическое и магнитное поле. При переменном токе эти поля связаны друг с другом, и поэтому их рассматривают как единое электромагнитное поле (ЭМП).

Электромагнитное поле самостоятельно распространяется в пространстве. Оно изменяется с той же частотой, что и ток, его образующий. Расстояние, на которое поле распространяется за один период, называется длиной волны. Скорость распространения электромагнитной волны в данной среде зависит от диэлектрической постоянной и магнитной проницаемости среды и для воздуха равна скорости света – 300 000 км/с.

Электромагнитные поля подразделяются:

- на поля ВЧ (высокой частоты) с частотами от $6 \cdot 10^4$ до $3 \cdot 10^7$ Гц и длинами волн от 5000 до 10 м;
- поля УВЧ (ультравысокой частоты) с частотами от $3 \cdot 10^7$ до $3 \cdot 10^8$ Гц и длинами волн от 10 до 1 м;
- поля СВЧ (сверхвысокочастотные) с частотами от $3 \cdot 10^8$ до $3 \cdot 10^{11}$ Гц и длинами волн от 1 до 0,001 м.

Основными источниками создания ЭМП являются:

для полей ВЧ и УВЧ:

- элементы колебательного контура;
- высокочастотные трансформаторы;
- линии передачи высокочастотной энергии;

– рабочие органы (индуктор, конденсатор);

для полей СВЧ:

– антенные устройства;

– отдельные СВЧ-блоки (магнетроны, лампы бегущей волны и т. п.).

В гигиенической практике принято лучистую энергию любой части спектра электромагнитных волн выражать интенсивностью облучения.

Интенсивность облучения – это величина потока энергии, падающей на единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно потоку энергии, в единицу времени. Интенсивность облучения (энергетическая нагрузка на организм) измеряется в Вт/м², точнее, в мкВт/см²; напряжённость электрического поля (E) – в В/м; напряжённость магнитного поля (H) – в А/м.

Действия ЭМП на организм человека

Тело человека представляет собой многослойную структуру, в которой электромагнитная волна многократно отражается, преломляется и поглощается различными тканями неодинаково. Поглощение зависит и от частоты излучения; так, при частотах до 10⁶ Гц размеры тела человека малы по сравнению с длиной волны и процессы взаимодействия излучения с тканями выражены слабо. При более высоких частотах размеры тела и даже толщины отдельных слоёв тканей соизмеримы с длинами волн. Диэлектрические потери в этом случае становятся существенными и различными для различных тканей.

Поглощённая тканями энергия электромагнитного излучения превращается в тепловую энергию. Если механизм терморегуляции тела не способен рассеять это избыточное тепло, возможно повышение температуры тела. Некоторые органы и ткани человека, обладающие слабо выраженной терморегуляцией, более чувствительны к облучению (мозг, глаза, почки, кишечник).

Перегревание отдельных тканей и органов ведёт к их заболеваниям, а повышение температуры тела на 1°С и выше вообще не допустимо.

Влияние электромагнитных излучений заключается не только в их тепловом воздействии. Микропроцессы, протекающие в организме под

действием излучений, заключаются в поляризации макромолекул тканей и ориентации их параллельно электрическим силовым линиям, что может приводить к изменению свойств молекул; особенно для человеческого организма важна поляризация молекул воды.

Таким образом, степень воздействия ЭМП на организм человека зависит от интенсивности облучения, длительности воздействия и диапазона частот.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей ВЧ и УВЧ вызывает:

- повышенную утомляемость;
- головную боль;
- сонливость;
- гипертонию;
- боли в области сердца.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей СВЧ вызывает, кроме того:

- изменения в крови;
- катаракту (помутнение хрусталика глаза);
- нервно-психические заболевания.

Функциональные нарушения, вызванные биологическим действием ЭМП, могут накапливаться (кумулироваться) и до некоторой степени являются обратимыми, но эта обратимость не беспредельна и зависит как от интенсивности и длительности облучения, так и от индивидуальных особенностей организма.

Гигиеническое нормирование электромагнитных полей. Нормирование ЭМИ радиочастотного диапазона (РЧ-диапазона) осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.006–84. Для частотного диапазона 30 кГц...300 МГц предельно допустимые уровни излучения определяются по энергетической нагрузке, создаваемой электрическим и магнитным полями,

$$\text{ЭН}_E = E^2T; \quad \text{ЭН}_H = H^2T \quad (1.1)$$

где T – время воздействия излучения в часах.

Предельно допустимая энергетическая нагрузка зависит от частотного диапазона и представлена в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 - Предельно допустимая нагрузка

Диапазоны частот*	Предельно допустимая энергетическая нагрузка	
	$\text{ЭН}_{\text{Едоп}}, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	$\text{ЭН}_{\text{Ндоп}}, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$
30 кГц...3 МГц	20000	200
3...30 МГц	7000	Не разработаны
30...300 МГц	800	0,72
300 МГц...300 ГГц	800	Не разработаны
* Каждый диапазон исключает нижний и включает верхний пределы частот		

Максимальное значение для $\text{ЭН}_{\text{Е}}$ составляет $20\,000 \text{ В}^2 \cdot \text{ч/м}^2$, для $\text{ЭН}_{\text{Н}}$ – $200 \text{ А}^2 \cdot \text{ч/м}^2$. Используя указанные формулы, можно определить допустимые напряженности электрического и магнитного полей и допустимое время воздействия облучения:

$$\text{ПДУ}_{\text{Е}} = \sqrt{\frac{\text{ЭН}_{\text{Едв}}}{T}}, \frac{\text{В}}{\text{м}}; \quad \text{ПДУ}_{\text{Н}} = \sqrt{\frac{\text{ЭН}_{\text{Ндв}}}{T}}, \frac{\text{А}}{\text{м}}; \quad (1.2)$$

Для частотного диапазона 300 МГц...300 ГГц при непрерывном облучении, допустимая ППЭ зависит от времени облучения и определяется по формуле

$$\text{ПДУ}_{\text{Е}} = \frac{2}{T}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}; \quad (1.3)$$

где T – время воздействия в часах.

Для излучающих антенн, работающих в режиме кругового обзора, и локального облучения кистей рук при работе с микроволновыми СВЧ-устройствами предельно допустимые уровни определяются по формуле

$$\text{ПДУ}_{\text{ППЭ}} = k \frac{2}{T}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}; \quad (1.4)$$

где $k = 10$ для антенн кругового обзора и $12,5$ – для локального облучения кистей рук, при этом, независимо от продолжительности воздействия, ППЭ не должна превышать 10 Вт/м^2 , а на кистях рук – 50 Вт/м^2 .

Несмотря на многолетние исследования, сегодня ученым еще далеко не все известно о влиянии ЭМП на здоровье человека. Поэтому лучше

ограничивать облучение ЭМИ, даже если их уровни не превышают установленные нормативы.

При одновременном воздействии на человека ЭМИ различных РЧ-диапазонов должно выполняться условие

$$\sum_i \frac{E_i}{\text{ПДУ}_{Ei}} + \sum_i \frac{H_i}{\text{ПДУ}_{Hi}} + \sum_i \frac{\text{ППЭ}_i}{\text{ПДУ}_{\text{ППЭ}i}} \leq 1 \quad (1.5)$$

где E_i , H_i , ППЭ_i – соответственно реально действующие на человека напряженность электрического и магнитного поля, плотность потока энергии ЭМИ;

ПДУ_{Ei} , ПДУ_{Hi} , $\text{ПДУ}_{\text{ППЭ}i}$ – предельно допустимые уровни для соответствующих диапазонов частот.

Нормирование ЭМИ промышленной частоты (50 Гц) в рабочей зоне осуществляется по ГОСТ 12.1.002–84. Расчеты показывают, что в любой точке ЭМП, возникающего в электроустановках промышленной частоты, напряженность магнитного поля существенно меньше напряженности электрического поля. Так, напряженность магнитного поля в рабочих зонах распределительных устройств и линий электропередач напряжением до 750 кВ не превышает 20...25 А/м. Вредное же действие магнитного поля на человека проявляется лишь при напряженности поля свыше 150 А/м. Поэтому сделан вывод, что вредное действие ЭМП промышленной частоты может быть обусловлено лишь действием электрического поля. Для ЭМП промышленной частоты установлены предельно допустимые уровни напряженности электрического поля.

Допустимое время пребывания персонала, обслуживающего установки промышленной частоты, определяется по формуле

$$T = \frac{50}{E} - 2 \quad (1.6)$$

где T – допустимое время нахождения в зоне с напряженностью электрического поля E в часах;

E – напряженность электрического поля в кВ/м.

Из формулы видно, что при напряженности 25 кВ/м пребывание в зоне недопустимо без применения индивидуальных средств защиты человека, при напряженности 5 кВ/м и менее допустимо нахождение человека в течение всей 8-часовой рабочей смены.

При нахождении персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью допустимое время пребывания человека можно определить по формуле

$$T = 8 \cdot \left(\frac{t_{E1}}{T_{E1}} + \frac{t_{E2}}{T_{E2}} + \dots + \frac{t_{En}}{T_{En}} \right) \quad (1.7)$$

где $t_{E1}, t_{E2}, \dots, t_{En}$ – время пребывания в контролируемых зонах соответственно напряженностью E_1, E_2, \dots, E_n ;

$T_{E1}, T_{E2}, \dots, T_{En}$ – допустимое время пребывания в зонах соответствующей напряженности, рассчитанное по формуле (1.6) (каждое значение не должно превышать 8 ч).

Предельно допустимое значение напряженности электростатических полей (ЭСП) устанавливается в ГОСТ 12.1.045–84 и не должно превышать 60 кВ/м при действии в течение 1 ч. При напряженности ЭСП менее 20 кВ/м время пребывания в поле не регламентируется.

Напряженность магнитного поля (МП) в соответствии с ПДУ 1742–77 на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м.

Контроль напряжённости поля и плотности потока энергии производится периодически, не реже 1 раза в год, а также в следующих случаях:

- при вводе в эксплуатацию новых установок;
- изменении в конструкции действующих установок;
- изменении средств защиты;
- изменении режима работы установки;
- организации новых рабочих мест;
- проведении ремонтных работ на установке.

Измерение необходимо выполнять при наибольшей используемой мощности источника. В случаях когда источник имеет несколько рабочих режимов, измерения производятся в каждом режиме.

Защита от воздействия ЭМП

Выбор средств защиты производится в зависимости от диапазона частот, типа источника излучения, его мощности и характера работ.

Снижение напряжённости поля в диапазонах ВЧ и УВЧ производится экранированием высокочастотного трансформатора, линий передачи энергии и рабочего органа. Экранирование производится листовым алюминием или железом толщиной не менее 0,5 мм (толщина нужна для механической прочности изделия).

Снижение плотности потока энергии в диапазоне СВЧ производится либо с применением поглотителей мощности (например, графита), либо экранированием источников (сплошные или сетчатые металлические экраны).

Экранирование рабочего места производится при невозможности экранирования источника (кабины с металлической обшивкой).

Снижение отражённой энергии производится при выполнении двух обязательных условий:

а) в помещении не должны находиться посторонние металлические предметы;

б) на каждую промышленную ВЧ-установку, расположенную в отдельном помещении, должно приходиться площади не менее 25 м² при мощности установки до 30 кВт и не менее 40 м² – при большей мощности.

Лекция 6

Тема: Первая доврачебная помощь пострадавшему от электрического тока

Вопрос 1. Первая помощь пострадавшему от электрического тока

Первая помощь пострадавшему от электрического тока состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему первой доврачебной медицинской помощи.

Освобождение пострадавшего от действия тока. Если человек, пораженный током, соприкасается с токоведущими частями, необходимо быстро освободить его от действия тока, принимая одновременно меры предосторожности, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущими частями или с телом пострадавшего, а также под напряжением шага.

Лучше всего отключить установку, а если это невозможно, надо (в установках до 1000 В) перерубить провода топором с деревянной рукояткой либо перекусить их инструментом с изолированными рукоятками. Для отключения ВЛ можно вызвать ее короткое замыкание, набросив провод без изоляции.

Пострадавшего можно оттянуть от токоведущей части, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от тела. При этом нельзя касаться тела пострадавшего, его обуви, сырой одежда и т.п.

При необходимости прикоснуться к телу пострадавшего оказывающий помощь должен изолировать свои руки, надев диэлектрический перчатки. При отсутствии диэлектрических перчаток надо обмотать руки шарфом, надеть на руки шапку.

Вместо изоляции рук можно изолировать себя от земли, надев на ноги резиновые галоши либо встав на резиновый коврик, доску и т.п.

Если пострадавший очень сильно сжимает руками провода, надо одеть диэлектрические перчатки и разжать его руки, отгибая каждый палец в отдельности.

Если пострадавший находится на высоте, отключение установки может вызвать его падение. В этом случае необходимо принять мера, обеспечивающие безопасность падения пострадавшего.

Определение состояния пострадавшего. Для определения состояния пострадавшего необходимо уложить его на спину и проверить наличие сознания, при отсутствии которого проверить наличие пульса и дыхания.

Наличие дыхания у пострадавшего определяется на глаз по подъему и опусканию грудной клетки. Проверка пульса осуществляется на лучевой артерии примерно у основания большого пальца руки. Если на лучевой артерии пульс не обнаруживается, следует проверить его на сонной артерии на шее с правой и левой сторон выступа щитовидного хряща - адамова яблока. Об отсутствии кровообращения в организме можно судить так же и по состоянию глазного зрачка, который расширяется через минуту после остановки сердца.

Проверка состояния пострадавшего должна производиться быстро в течение не более 15-20 секунд.

Вопрос 2. Оказание первой доврачебной медицинской помощи.

Первая доврачебная медицинская помощь пострадавшему оказывается немедленно, после освобождения его от действия тока здесь же на месте.

Если пострадавший в сознании, но до этого продолжительное время находился под током (I степень электрического удара), то необходимо уложить его на подстилку, немедленно вызвать врача, а до его прибытия обеспечить полный покой, ведя непрерывный контроль дыхания и пульса. Если вызвать врача быстро невозможно, надо срочно доставить его в лечебное учреждение, так как отрицательное воздействие электрического тока может проявиться не сразу, а спустя минуты, часы и даже дни.

Если пострадавший в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом (II степень), надо его уложить на подстилку, расстегнуть одежду, обеспечить приток свежего воздуха, поднести к носу

смоченную в нашатырном спирте вату, обрызгать лицо холодной водой, растереть и согреть тело. Немедленно вызвать врача.

Если пострадавший без сознания, плохо дышит - редко, судорожно, с всхлипыванием, неритмично, а сердце нормально работает (III степень), необходимо делать искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни, дыхания и пульса, болевые раздражения не вызывают никакой реакции, т.е. наступило состояние клинической смерти (IV степень). Через 5-7 минут после остановки сердца из-за недостатка кислорода начинается распад клеток головного мозга и клиническая смерть переходит в биологическую. В этом случае надо немедленно приступить к оживлению, т.е. к искусственному дыханию и закрытому массажу сердца. **СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ!** Никогда не отказывать в помощи пострадавшему, у которого остановилось дыхание и сердцебиение. Констатировать смерть имеет право только врач.

Искусственное дыхание.

Назначение - обеспечить насыщение крови пострадавшего кислородом, удаление из нее углекислого газа, восстановление самостоятельного дыхания за счет механического раздражения нервных окончаний легких поступающим воздухом.

Способы искусственного дыхания - аппаратные и ручные. Ручные способы можно применять немедленно по возникновении нарушений дыхания, в то же время они значительно менее эффективны и более трудоемки, чем аппаратные.

Можно делать искусственное дыхание способами "изо рта в рот" или "изо рта в нос", при этом оказывающий помощь вдвухает воздух из своих легких в легкие пострадавшего через его рот или нос. Способ "изо рта в рот" может быть применен при многих несчастных случаях - при удушении, отравлении, принятии слишком больших доз лекарств, травмах головы, при несчастном случае на воде.

Способ "изо рта в рот" эффективнее других ручных способов: а) достаточно большой объем вдвухаемого в легкие воздуха (1000 - 1500 мл); б) простой контроль за поступлением воздуха в легкие пострадавшего (по расширению грудной клетки и ее опусканию). Недостаток этого способа - в возможности взаимного заражения и чувства брезгливости у оказывающих помощь, поэтому вдвухание проводят через носовой платок, марлю, через специальную трубку.

Подготовка пострадавшего к искусственному дыханию:

1. Уложить на спину, на ровную горизонтальную поверхность.
2. Освободить от стесняющей дыхание одежды - расстегнуть ворот, ремень, развязать галстук и т.п.
3. Максимально запрокинуть голову пострадавшего, для чего положить одну свою руку ему под шею, а другую - на лоб, нажать на лоб, придерживая шею, при этом откроется рот и язык освободит гортань (рис. 1.2).

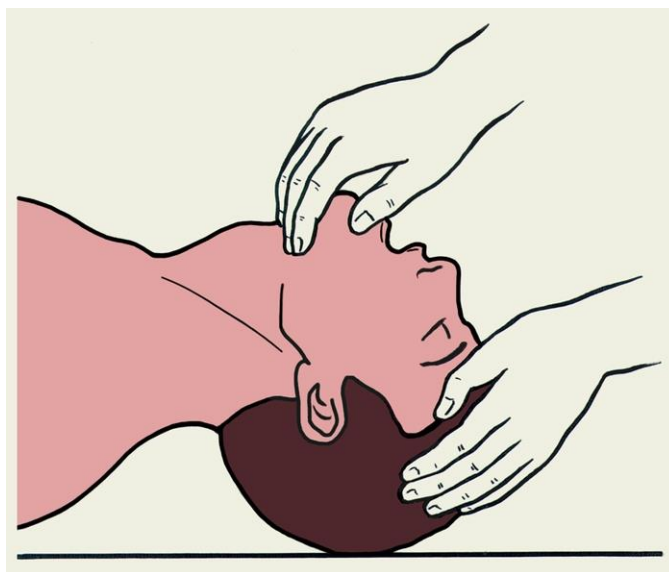


Рис. 1.2 - Положение головы больного

4. Быстро очистить рот от слизи, крови, инородных тел, удалить их пальцем, обернутым носовым платком или марлей, вынуть съемные зубные протезы.

Выполнение искусственного дыхания

По окончании подготовительных операций зажмите ноздри пострадавшего щекой или пальцами, сделайте 2-3 глубоких вдоха. Глубоко

вдохните и, охватив губами его рот, сделайте с силой вдувание (рис.1.3). Если открыть рот пострадавшему не удалось, можно проводить дыхание "изо рта в нос", т.е. вдувать ему воздух через нос, закрывая рот пострадавшего.

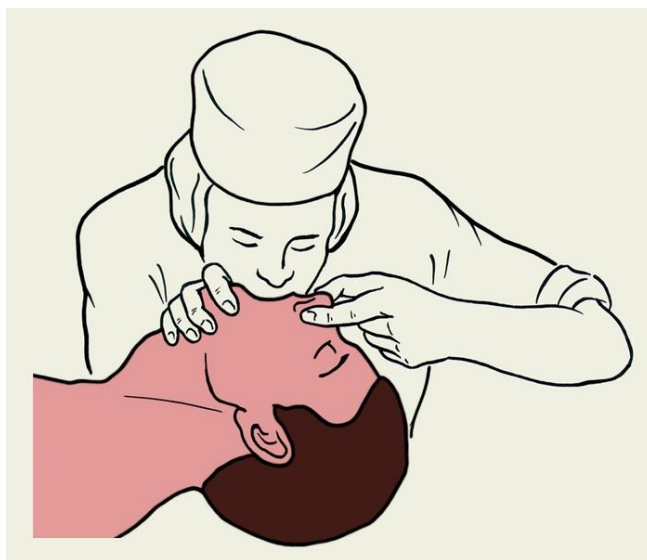


Рис. 1.3 - Искусственная вентиляция легких по способу изо рта в рот

Контроль за поступлением воздуха осуществляется на глаз по расширению грудной клетки при каждом вдувании и ее опускании. При появлении у пострадавшего слабых вдохов следует искусственное дыхание по времени совместить с его дыханием.

Искусственное дыхание необходимо проводить до начала оказания помощи врачом или до восстановления глубокого ритмичного дыхания.

Закрытый (непрямой) массаж сердца. Назначение - искусственное поддержание кровообращения в организме пострадавшего и восстановление нормальных естественных сокращений сердца. Кровообращение доставляет кислород по всем органам и тканям организма. Следовательно, одновременно с массажем сердца должно производиться искусственное дыхание.

Подготовка к массажу сердца является одновременно и подготовкой к искусственному дыханию, так как она производится совместно. Ноги пострадавшего рекомендуется приподнять на 0,5 м для эффективности массажа.

При выполнении массажа сердца встаньте сбоку, займите такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над ним. Нажатие делается на нижнюю треть грудины. Грудина - это кость

передней части скелета, соединяющая ребра. Наложите на нее ладонь одной руки, а ладонь другой - на тыльную поверхность первой. Надавливание на грудину следует проводить основанием ладони, а не всей ладонью, высоко приподняв пальцы рук, чтобы они не касались грудной клетки пострадавшего. Надавливать быстрым толчком изо всех сил, чтобы сместить нижнюю часть грудины вниз (рис.1.4); надавливание на грудину производите с частотой один раз в секунду, чтобы создать достаточный кровоток.



Рис.1.4 - Непрямой массаж сердца

С большой осторожностью следует делать массаж людям пожилого возраста из-за опасности перелома ребер и грудины. Помните, что массаж сердца и искусственное дыхание производятся попеременно.

Контроль за правильностью закрытого массажа сердца осуществляется по прощупыванию пульса на сонной артерии пострадавшего, а также по сужению зрачков, появлению у пострадавшего самостоятельного дыхания, уменьшению синюшности кожи и видимых слизистых оболочек.

Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления служит признаком фибрилляции сердца. В этом случае необходимо продолжать оказание помощи до прибытия врача для доставки в лечебное учреждение. О восстановлении работы сердца судят по появлению у него собственного регулярного пульса.

Универсальная схема оказания первой помощи на месте происшествия.

I. Если нет сознания и нет пульса на сонной артерии – приступить к реанимации.

II. Если нет сознания, но есть пульс на сонной артерии – повернуть на живот и очистить ротовую полость.

III. При артериальном кровотечении – наложить жгут.

IV. При наличии ран – наложить повязки.

V. Если есть признаки переломов костей конечностей – наложить транспортные шины.

1. Убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии. Нельзя тратить время на определение признаков дыхания.

2. Освободить грудную клетку от одежды и расстегнуть поясной ремень. Нельзя наносить удар по груди и проводить непрямой массаж сердца, не освободив грудную клетку и не расстегнув ремень.

3. Прикрыть двумя пальцами мечевидный отросток. Нельзя наносить удар по мечевидному отростку или в область ключиц.

4. Нанести удар кулаком по груди. Проверить пульс, если пульса нет – перейти к следующей позиции 5. Нельзя наносить удар при наличии пульса на сонной артерии.

5. Начать непрямой массаж сердца. Частота нажатия 50-80 раз в минуту. Глубина продавливания грудной клетки должна быть не менее 3-4 см. Нельзя располагать ладонь на груди так, чтобы большой палец был направлен на спасателя.

6. Сделать «вдох» искусственного дыхания. Нельзя делать «вдох» искусственного дыхания, не зажав предварительно нос пострадавшего.

7. Выполнять комплекс реанимации.

Правила выполнения реанимации.

Если оказывает помощь один спасатель, то 2 «вдоха» искусственного дыхания делают после 15 надавливаний на грудину.

Если оказывает помощь группа спасателей, то 2 «вдоха» искусственного дыхания делают после 5 надавливаний на грудину.

Для быстрого возврата крови к сердцу – приподнять ноги пострадавшего.

Для сохранения жизни головного мозга – приложить холод к голове.

Для удаления воздуха из желудка – повернуть пострадавшего на живот и надавить кулаками ниже пупка.

Если оказывающих помощь несколько, то рекомендуется следующая схема:

Первый спасатель проводит непрямой массаж сердца, отдает команду «Вдох» и контролирует эффективность вдоха по подъему грудной клетки.

Второй спасатель проводит искусственное дыхание, контролирует реакцию зрачков, пульс на сонной артерии и информирует партнеров о состоянии пострадавшего: «Есть реакция зрачков! Нет пульса! Есть пульс!» и т.п.

Третий спасатель приподнимает ноги пострадавшего для лучшего притока крови к сердцу и готовится к смене партнера, выполняющего непрямой массаж сердца.

Реанимацию нельзя прекращать до появления пульса и самостоятельного дыхания или до начала оказания помощи врачом "Скорой помощи".

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Проверка сопротивления изоляции жил кабеля.

Цель: формирование умений и навыков проведения диагностики и определения вида повреждения кабельной линии при помощи моста кабельного портативного ПКМ-105

Задание:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по теме лабораторно-практической работы.
2. Ознакомиться с указаниями руководства по эксплуатации кабельного моста ПКМ-105
3. Выполнить при помощи моста кабельного портативного ПКМ-105 измерение величины междуфазовых емкостей и активных сопротивлений
4. Повторить измерения для уточнения или подтверждения вида повреждения
5. Оформить протокол испытаний (Приложение 1), сделать вывод по результатам выполненной работы о виде повреждения кабельной линии

Используемое оборудование:

Лабораторная установка состоит из: модели кабельной линии электропередачи ОПКЛ.001, моста кабельного портативного ПКМ-105

Правила безопасности при выполнении лабораторно-практической работы

- к выполнению работы допускаются лица, ознакомленные с мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе;

- все измерения необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии;

- во избежание выхода прибора ПКМ-105 из строя после каждого измерения необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство;

- подключение лабораторной установки к сети допускается только преподавателем;

- при питании прибора ПКМ-105 от внешнего источника убедиться в соответствии напряжения питания прибора напряжению питающей сети;

- запрещается работа на лабораторной установке при снятом кожухе;

- студенты обязаны бережно обращаться с оборудованием и измерительными приборами, и несут ответственность за их порчу или вывод из строя приборов и оборудования по их вине;

- обо всех неисправностях приборов студенты обязаны немедленно сообщить преподавателю;

- студенты обязаны во время выполнения лабораторной работы соблюдать тишину, не покидать рабочего места без разрешения преподавателя.

Рекомендации по выполнению лабораторно-практической работы

Прежде чем приступить к выполнению лабораторно-практической работы студент должен изучить содержание работы и порядок её выполнения, а так же пройти инструктаж по технике безопасности.

В процессе выполнения лабораторно-практической работы студент производит записи на черновом бланке, после чего оформляет протокол испытаний, в том числе представляя в последнем аргументированные выводы по обнаруженной неисправности.

Внимание!!! При выполнении лабораторно-практической работы необходимо выполнить измерения для трех видов повреждений. Отчет о выполненной работе должен содержать три протокола испытаний заполненных на каждый вид повреждений. Повреждения вносятся преподавателем.

После выполнения лабораторно-практической работы студент должен представить отчёт о проделанной работе.

Отчёт о выполненной работе следует выполнять согласно принятым требованиям к оформлению текстовых документов и должен содержать:

- тему и цель работы;

- протокол испытаний;
- выводы о проделанной работе.

Отчёт сдаётся преподавателю в указанные сроки и защищается индивидуально каждым студентом в процессе собеседования с преподавателем.

Лабораторно-практическая работа считается зачтённой, если:

- протокол испытаний заполнен верно, без помарок и исправлений;
- студент может пояснить выполнение любого этапа работы;
- отчёт выполнен в соответствии с требованиями к оформлению текстовых документов;
- студент отвечает на контрольные вопросы не менее 2/3 поставленного вопроса, при этом отсутствуют принципиальные (грубые) ошибки.

Общие теоретические сведения

Все повреждения по характеру делятся на устойчивые и неустойчивые, простые и сложные.

К устойчивым повреждениям относятся короткие замыкания (КЗ), низкоомные утечки и обрывы. Характерной особенностью устойчивых повреждений является неизменность сопротивления в месте повреждения с течением времени и под воздействием различных дестабилизирующих факторов.

К неустойчивым повреждениям относятся утечки и продольные сопротивления с большими величинами сопротивлений, "заплывающие пробой" в силовых кабельных линиях, увлажнения места нарушения изоляции и другие. Неустойчивые повреждения могут самоустраняться, оставаться неустойчивыми или переходить при определенных условиях в устойчивые. Сопротивление в месте неустойчивого повреждения может изменяться как с течением времени, так и под воздействием различных дестабилизирующих факторов (напряжения, тока, температуры и др.)

Устойчивость повреждения может быть определена посредством измерения сопротивления изоляции и прозвонки поврежденного кабеля при

отсутствии или наличии дестабилизирующих факторов. Это первая операция является обязательной для определения места повреждения как силовой кабельной линии.

Повреждения в кабельных линиях по их характеру могут быть подразделены на следующие виды:

1. Повреждения изоляции, вызывающие замыкание одной фазы на землю;
2. Повреждения изоляции, вызывающие замыкание двух или трёх фаз на землю, либо двух или трёх между собой;
3. Обрыв одной, двух или трех фаз одновременно без заземления или с заземлением как оборванных, так и необорванных;
4. Заплывающий пробой изоляции;
5. Сложные повреждения, представляющие комбинации из вышеупомянутых видов повреждений, а также повреждение линии одновременно в двух и более местах, каждое из которых может относиться к одному из вышеуказанных видов.

В кабельных линиях напряжением 6-10кВ, выполненных однофазными кабелями или кабелями с отдельными металлическими оболочками жил, двухфазные и трёхфазные повреждения изоляции практически происходят очень редко. Наиболее распространенным видом повреждения силовых кабельных линий является повреждение изоляции между жилой и металлической оболочкой кабеля или корпусом муфты, т.е. однофазного повреждения.

При повреждении кабельной линии в процессе работы или профилактических испытаний повышенным напряжением, прежде всего, необходимо выявить характер повреждения. В большинстве случаев для этого бывает достаточно с помощью мегаомметра определить следующее:

- а) сопротивление изоляции между парой токоведущих жил;
- б) сопротивление изоляции между каждой токоведущей жилой по отношению к земле;
- в) целостность токоведущих жил.

Измерения производятся на кабельной линии, которая отсоединена от источника питания и от неё отсоединены все электроприёмники. Измерение сопротивления изоляции КЛ рекомендуется производить мегаомметром на напряжение 2500 В. Для измерения электрического сопротивления токоведущих жил могут использоваться мосты постоянного тока. В том случае, если температура окружающей среды T при измерениях отличается от T_0 , то после измерения производится пересчет сопротивления на температуру T_0 .

Если мегаомметром не удастся определить характер повреждения изоляции, его определяют поочередными испытаниями изоляции токоведущих жил по отношению друг к другу и к металлической оболочке кабеля повышенным напряжением постоянного тока от испытательной установки.

После того, как произведены все необходимые измерения и выявлен характер повреждения кабельной линии, выбирают методы определения места повреждения. Сначала находят зону повреждения кабельной линии затем различными методами измерения уточняют место повреждения непосредственно на трассе.

Для определения зоны повреждения линии принимают следующие относительные методы:

- импульсный,
- метод колебательного разряда,
- петлевой,
- емкостный.

Чаще всего используется импульсный и петлевой.

Чтобы уточнить место повреждения непосредственно на трассе линии, рекомендуется применять следующие абсолютные методы измерений: акустический, индукционный, метод накладной рамки.

Определение целостности жил кабельной линии (кабеля) осуществляется мегаомметром по схеме представленной на рисунке 1.5.

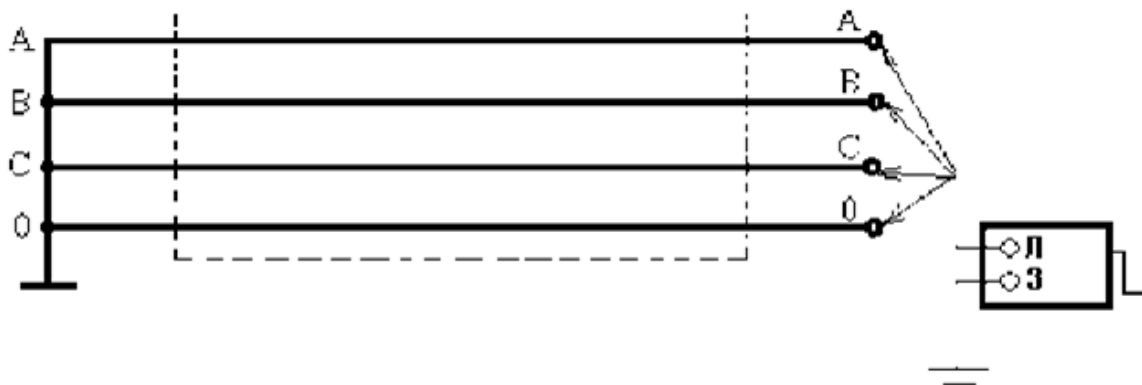


Рис. 1.5 - Схема определения целостности жил кабеля.

При проверке кабельным мостом осуществляется анализ величин сопротивления изоляции и емкости жил. При измерении сопротивления изоляции на поврежденной жиле (повреждение «обрыв жилы») показания прибора будут учитывать величины сопротивления участка кабеля до точки обрыва и воздушного промежутка. Емкость поврежденной жилы уменьшится пропорционально длине жилы.

Измерение сопротивления изоляции кабельной линии между фазами и между фазой и землей осуществляются с помощью мегаомметра по схемам, представленным на рисунке 1.6 и рисунке 1.7.

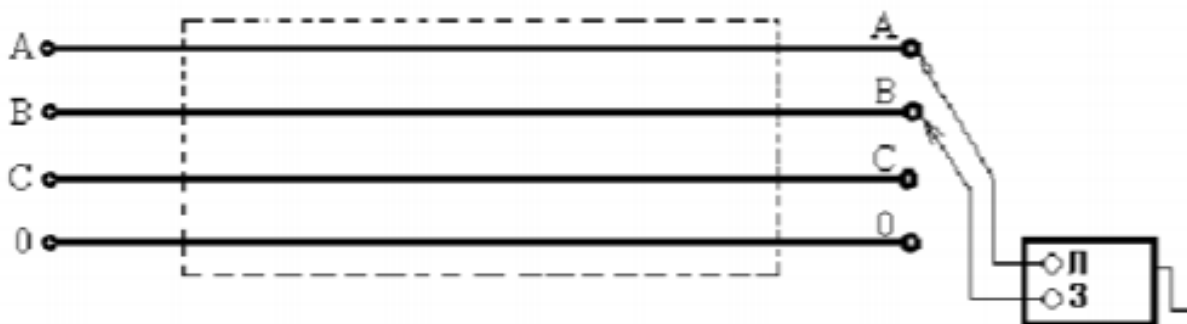


Рис.1.6 - Схема измерения сопротивления изоляции между фазами

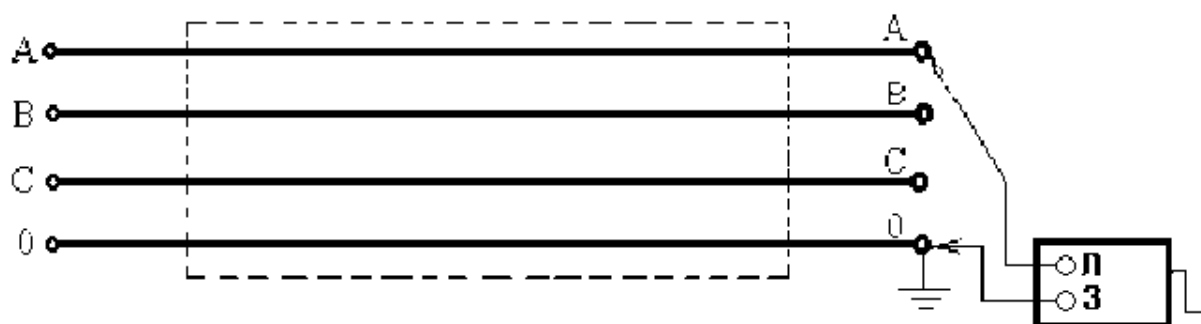


Рис.1.7 - Схема измерения сопротивления изоляции между фазой и «землей».

При измерении кабельным мостом ПКМ-105 сопротивление изоляции между поврежденными жилами (повреждение «межфазное замыкание», повреждение фазной изоляции относительно «земли») будет равняться «0». Емкость поврежденных жил будет стремиться к бесконечности.

В данной лабораторной работе используется кабельный мост ПКМ-105

Внешний вид верхней панели кабельного моста ПКМ-105 показан на рисунке 1.8

В основу работы прибора ПКМ-105 положен мостовой метод измерения.

Мостовой метод измерения используется при контрольных измерениях и для локализации высокоомных повреждений изоляции на кабелях.

Эти повреждения по величине сопротивления можно условно разделить на три группы:

1. Низкое сопротивление изоляции или короткое замыкание между жилами пары.
2. Низкое сопротивление изоляции жилы относительно земли или замыкание на землю.
3. Связь между парами Для локализации повреждений в кабеле мостовым методом необходимым является наличие хотя бы одной «хорошей» жилы между местом подключения прибора и концом кабеля. «Хорошая» жила должна иметь высокое сопротивление изоляции. На практике в качестве «хорошей» жилы выбирается та, которая имеет наибольшее сопротивление изоляции.

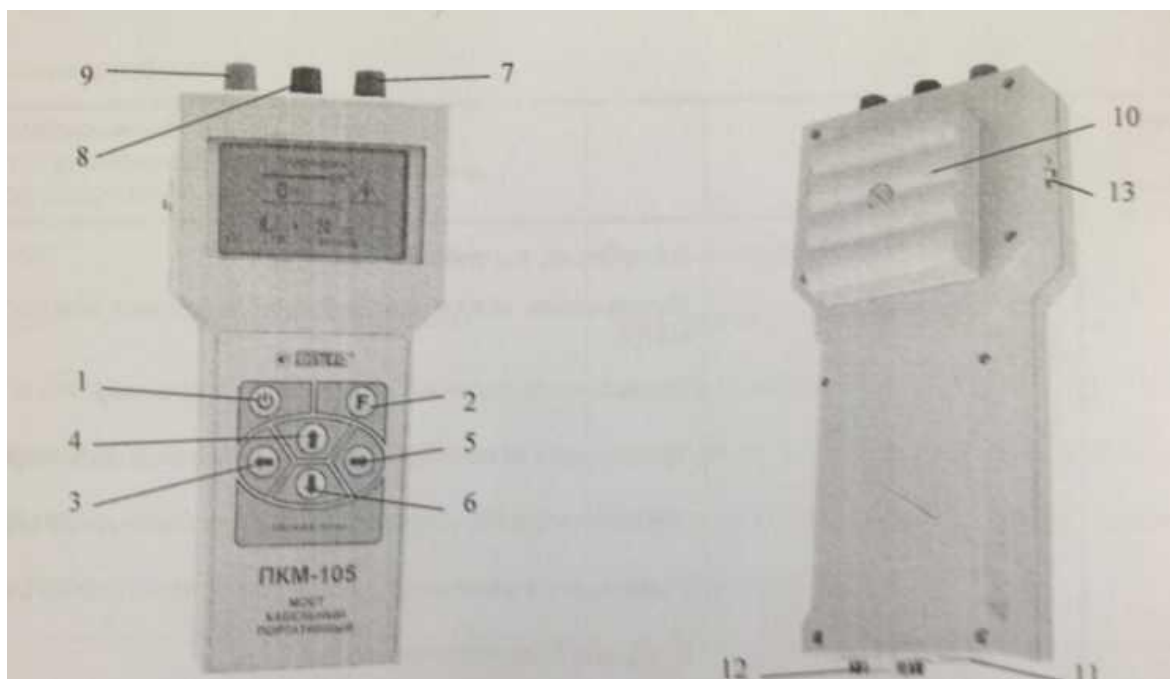


Рис. 1.8- Кабельный мост ПКМ-105:

1-кнопка включения, выключения прибора; 2 - кнопка вызова меню, установки выбранного режима или параметра; 3, 4, 5, 6 - кнопки изменения величины параметра, перемещения; 7, 8, 9 - гнезда входа для подключения линии; 10 - крышка отсека аккумуляторов; 11 - гнездо подсоединения блока зарядки или внешнего источника; 12 - гнездо подключения компьютера; 13 - переключатель подсветки.

Порядок выполнения лабораторной работы

Убедитесь, что автоматический выключатель в однофазном источнике питания (код 218.9) отключен

Подключите однофазный источник питания (код 218.9) к розетке 220В сети питания лаборатории/мастерской с помощью сетевого шнура.

Подключите блок питания-зарядки универсальный к кабельному мосту ПКМ-105 и однофазному источнику питания.

Включите прибор трижды нажав кнопку «(!)», при третьем нажатии удерживая её до включения прибора и появления на экране изображения (Рис.1.9). После окончания калибровки прибор выдаст запрос о выборе установок (Рис. 1.10), установите режим с параметрами, записанными в начальной заводской установке памяти выбрав пункт «заводскими».



Рис.1.9

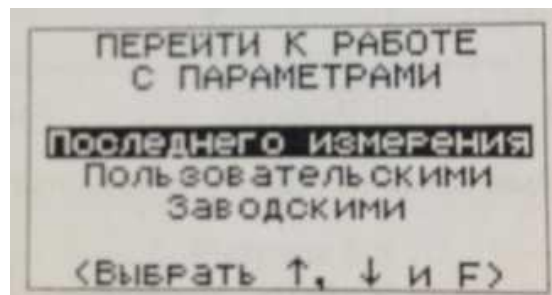


Рис 1.10

Установите в основном меню режим «Измерение» (Рис. 1.11) и выберите пункт «Проверка» на экране появится схема проверки (Рис. 1.12)

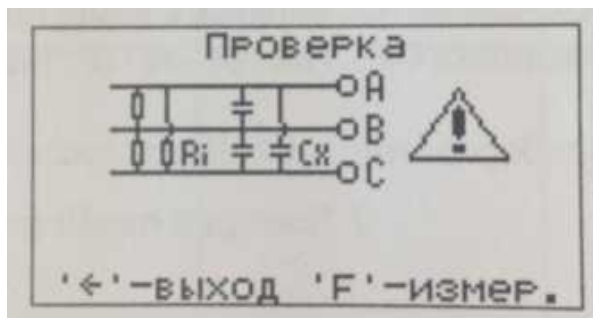


Рис.1.11

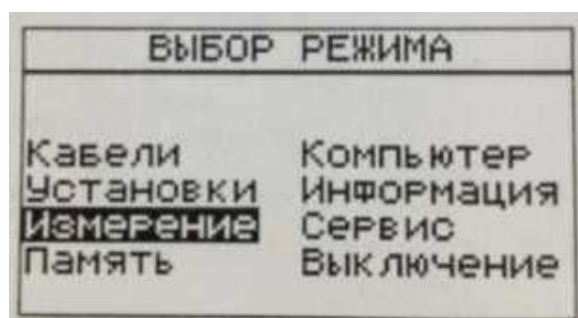


Рис 1.12

Вставьте в гнезда А2, В2, С2 на лицевой панели модели (код 2379) контактные штыри и подключите к ним соответственно измерительные проводники А, В, С кабельного моста ПКМ.

Внимание! Во время измерений в режиме «Проверка» на клеммах А, В, С присутствует высокое напряжение.

Для измерения нажмите кнопку «F», на экране появится результат измерения.

Полученные результаты запишите в таблицу 1.5 протокола проверки.

Таблица 1.5 –Протокол проверки

Обозначение испытуемых жил	Показатель	Дефект
Емкость жил кабеля		
C_{AB}		
C_{BC}		
C_{AC}		
Сопротивление изоляции		
R_{AB}		
R_{BC}		
R_{CA}		

Проанализируйте полученные показания (величины активных сопротивлений и междуфазовых емкостей), сделайте вывод о виде повреждения кабельной линии.

Подтвердите (уточните) вид повреждения подключив измерительные проводники А, В, С кабельного моста к трем другим жилам кабеля, например, соответственно к гнездам А2, В2, N2 на лицевой панели модели (код 2379) и повторите измерения.

Результаты полученные при подтверждении (уточнении) вида повреждения запишите в таблицу 1.6 протокола проверки. Сделайте вывод.

Таблица 1.6 –Протокол проверки

Обозначение испытываемых жил	Действительное обозначение испытываемых жил	Показатель	Дефект
Емкость жил кабеля			
C_{AB}			
C_{BC}			
C_{AC}			
Сопротивление изоляции			
R_{AB}			
R_{BC}			
R_{CA}			

По завершении эксперимента выключите кабельный мост и отключите от источника питания.

Выполнить измерения для следующего вида повреждения, внесённого преподавателем (проводится 3 эксперимента).

Контрольные вопросы

1. Какие виды повреждений относятся к устойчивым?
2. Каковы основные виды повреждений кабельных линий?
3. Приведите 2-3 примера сложного повреждения кабельной линии.
4. Какими методами и в каких случаях можно определить характер повреждения? Перечислить относительные и абсолютные методы измерений.

5. Какие основные измерения производятся для определения повреждений кабельной линии?
6. Как определить целостность жил кабельной линии и сопротивление изоляции кабельной линии (между фазами и между фазой и “землёй”)?
Укажите схемы проверки мегаомметром.
7. Укажите особенность мостового метода измерений при определении повреждения кабельной линии.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Измерение сопротивления электрической цепи

Цель: 1. Ознакомиться с устройством, принципом действия и способом включения стрелочных электроизмерительных приборов.

2. Определить удельное сопротивление проводника и доверительный интервал определяемой величины.

Приборы и принадлежности: Набор электроизмерительных приборов; установка для измерения удельного сопротивления проводников.

I. Краткая классификация электроизмерительных приборов

Все электроизмерительные приборы классифицируются по следующим признакам:

По роду измеряемой величины: амперметры, вольтметры, ваттметры, омметры, счетчики и др.

По роду тока: приборы постоянного тока, приборы переменного тока, приборы постоянного и переменного тока.

По принципу действия: магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, индукционные, тепловые и др.

По степени точности: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 классов.

По условиям эксплуатации.

На шкалу прибора наносятся символы, указывающие: а) систему прибора; б) вид тока, на который рассчитан прибор; в) установка прибора; г) класс точности, например, 1,0 и др. обозначения.

Измерительный механизм прибора состоит из подвижной и неподвижной частей. При измерениях вращающий момент подвижной части уравновешивается противодействующим моментом пружины или какого-либо другого устройства. При таком равновесии показатель прибора фиксирует определенный угол поворота. Устанавливая зависимость между углом поворота и значением измеряемой величины, можно построить шкалу, по которой и производится отсчет измеряемой величины.

Величина, численно равная отношению приращений угла поворота подвижной части прибора к приращению измеряемой величины, называется чувствительностью прибора - S :

$$S = \frac{\Delta\varphi}{\Delta Y}, \quad (1.8)$$

где $\Delta\varphi$ - приращение угла поворота;

ΔY - приращение тока.

Цена деления прибора.

Она определяет значение электрической величины, вызывающей отклонение на одно деление.

Шкала прибора служит для производства отсчета измеряемой величины. Цифры возле деления обозначают либо число делений шкалы, либо непосредственно значение измеряемой величины.

Для успокоения подвижной части прибора применяются тормозящие устройства (демпферы).

Приборы магнитоэлектрической системы

Принцип действия приборов магнитоэлектрической системы основан на взаимодействии магнитного поля постоянного магнита с током, протекающим по обмотке легко подвижной рамки.

Зависимость угла поворота подвижной части от величины тока, протекающего по обмотке рамки, выражается соотношением:

$$\alpha = k \cdot I, \quad (1.9)$$

где k - коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции прибора.

Приборы электромагнитной системы

$$C = \frac{1}{S}, \quad (1.10)$$

Принцип работы приборов электромагнитной системы основан на взаимодействии магнитного поля катушки с подвижным железным сердечником.

Между углом отклонения (смещением) стрелки и величиной тока существует зависимость:

$$\alpha = k \cdot I^2 \quad (1.11)$$

где k - коэффициент, зависящий от формы сердечника и катушки.

Приборы электромагнитной системы применяются для измерения постоянного и переменного тока.

Амперметры это приборы, служащие для измерения силы тока. Амперметр включают в цепь последовательно, т.е., так, что весь измеряемый ток проходит через амперметр (рис. 1.13). Поэтому амперметры должны иметь малое внутреннее сопротивление.

Вольтметры - приборы, служащие для измерения напряжения. Вольтметр включается параллельно тому участку цепи, на концах которого хотят измерить напряжение (рис. 1.13). Для того чтобы включение вольтметра не изменило режима цепи, сопротивление вольтметра должно быть много больше сопротивления участка цепи, на котором производится измерение.

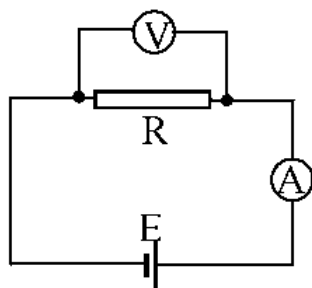


Рис 1.13 – Схема включения в цепь амперметра и вольтметра

Гальванометры это чувствительные приборы, которые служат для измерения малых токов, напряжений и количеств электричества.

Многопредельные измерительные приборы - это такие приборы, схему которых можно переключать для изменения интервалов измеряемой величины. Такие приборы могут иметь одну или несколько шкал. Цена деления таких приборов на разных пределах измерения различна.

Погрешность электрических измерений определяется по классу точности - n , который определяет относительную погрешность показаний прибора

соответствующего класса в любом месте шкалы от предельного (максимального) значения измеряемой величины, выраженную в процентах:

$$n = \frac{\Delta A}{A_{max}} \cdot 100\% \quad (1.12)$$

где ΔA - относительная погрешность;

A_{max} - предельное значение измеряемой величины.

II. Электрическое сопротивление проводника

Электрическое сопротивление проводника:

1) величина, характеризующая противодействие проводника или электрической цепи электрическому току;

2) структурный элемент электрической цепи, включаемый в цепь для ограничения или регулирования силы тока.

Электрическое сопротивление металлов зависит от материала проводника, его длины и поперечного сечения, температуры и состояния проводника (давления, механических сил растяжения и сжатия, т.е. внешних факторов, влияющих на кристаллическое строение металлических проводников).

Зависимость сопротивления от материала, длины и площади поперечного сечения проводника:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \quad (1.13)$$

где ρ - удельное сопротивление проводника;

l - длина проводника;

S - площадь поперечного сечения проводника.

Зависимость сопротивления проводника от температуры:

$$R_t = R_0 \cdot (1 - \alpha \cdot t) \quad \text{или} \quad R_t = \alpha \cdot R_0 \cdot T \quad (1.14)$$

где R_t - сопротивление при температуре t °С;

R_0 - сопротивление при 0 °С;

α - температурный коэффициент сопротивления, который показывает, как изменяется сопротивление проводника по отношению к его сопротивлению при 0 °С, если температура изменяется на один градус;

T - термодинамическая температура.

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot t} \quad (1.15)$$

Соединения сопротивлений: последовательное, параллельное, смешанное.

а) Последовательное соединение сопротивлений представляет собой систему проводников (сопротивлений), которые включены один за другим, так что через каждое из сопротивлений протекает один и тот же ток:

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (1.16)$$

Напряжение при последовательном соединении сопротивлений равно сумме напряжений на каждом из сопротивлений:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i \quad (1.17)$$

Напряжение на каждом из последовательно соединенных сопротивлений пропорционально значению данного сопротивления:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad (1.18)$$

Распределение напряжения по последовательно соединенным элементам цепи (делитель напряжения) :

$$U = U_0 \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad (1.19)$$

где U_0 - напряжение на всем соединении;

U - напряжение на участке цепи с сопротивлением R ;

R - полное сопротивление соединения;

R_1 - сопротивление участка цепи с выбранным сопротивлением. Общее сопротивление цепи при последовательном соединении равно сумме отдельно взятых сопротивлений и оно больше наибольшего из включенных:

$$R_{\text{полн}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i \quad (1.20)$$

Общее сопротивление цепи при последовательном соединении n одинаковых сопротивлений:

$$R_{\text{посл}} = n \cdot R_1 \quad (1.21)$$

где n - число сопротивлений, включенных последовательно;

R_1 = значение отдельно взятого сопротивления.

б) Параллельное соединение сопротивлений: признаком такого соединения является разветвление тока I на отдельные токи через соответствующие сопротивления. При этом ток I равен сумме токов через отдельно взятое сопротивление:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (1.22)$$

Общее напряжение при параллельном соединении равно напряжению на отдельно взятом сопротивлении:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad (1.23)$$

$$G_{\text{пар}} = G_1 + G_2 + \dots + G_n = \sum_{i=1}^n G_i ; \quad \frac{1}{R_{\text{пар}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} . \quad (1.24)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_i \quad (1.25)$$

Связь между током и сопротивлением при параллельном соединении: при параллельном соединении сопротивлений токи в отдельных проводниках обратно пропорциональны их сопротивлениям:

Величина, обратная полному сопротивлению цепи (общая проводимость) при параллельном соединении, равна сумме проводимостей отдельно взятых проводников. При этом общее сопротивление цепи меньше наименьшего сопротивления из включенных:

Общая проводимость цепи при параллельном соединении n проводников:

$$G_{\text{пар}} = n \cdot G_1, \quad (1.26)$$

где $G_{\text{пар}}$ - проводимость цепи;

G_1 - проводимость отдельного взятого проводника.

Шунтирование электроизмерительных приборов - расширение предела измерения тока с помощью электроизмерительного прибора, к которому присоединяют параллельно проводник с малым

сопротивлением (шунт). В этом случае

$$I_{\text{п}} = \frac{I}{n + l}, \quad (1.27)$$

где $I_{\text{п}}$ - ток, протекающий через прибор;

I - ток в цепи;

$n=R_{\text{п}}/R_{\text{ш}}$ - отношение сопротивления прибора $R_{\text{п}}$ к сопротивлению шунта $R_{\text{ш}}$.

Добавочное сопротивление - сопротивление, которое присоединяют последовательно к электроизмерительному прибору для расширения предела измерения напряжения. При этом

$$U_{\text{п}} = \frac{U}{n + l} \quad (1.28)$$

где $U_{\text{п}}$ - напряжение на приборе;

U - напряжение в цепи;

$n=R_{\text{д}}/R_{\text{п}}$ - отношение величины добавочного сопротивления к сопротивлению прибора.

Электрическая проводимость - физическая величина, обратная сопротивлению проводника:

$$G = \frac{1}{R} \quad (1.29)$$

Сверхпроводимость - свойство многих проводников, состоящее в том, что их электрическое сопротивление скачком падает до нуля при охлаждении ниже определенной критической температуры $T_{\text{к}}$, характерной для данного материала.

Связь удельной проводимости с удельным сопротивлением (удельным электрическим сопротивлением) ρ :

$$\gamma = \frac{1}{\rho}; \quad \rho = \frac{2 \cdot m}{n \cdot e^2} \cdot \langle u \rangle \cdot \langle \lambda \rangle \quad (1.30)$$

Зависимость удельного сопротивления проводника от температуры:

$$\rho_t = \rho_0 \cdot (1 - \alpha t) \quad (1.31)$$

где ρ_t - удельное сопротивление при температуре $t^{\circ}\text{C}$;

ρ_0 - удельное сопротивление при 0°C ;

α - температурный коэффициент сопротивления, который показывает, как изменяется удельное сопротивление проводника по отношению к его удельному сопротивлению при 0°C , если температура изменяется на один градус.

$$\alpha = \frac{\rho_t - \rho_0}{\rho_0 \cdot t} \quad (1.32)$$

Задания: 1. Ознакомиться с применяемыми в работе электроизмерительными приборами. Результаты занести в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики электроизмерительных приборов.

Наименование прибора	Заводской номер	Инвентарный номер	Система	Класс точности	Предел измерений	Число делений шкалы	Цена деления	Абсолютная погрешность	Внутреннее сопротивление	Чувствительность

Задание 2. Измерить удельное электрическое сопротивление.

Измерить микрометром в нескольких местах рабочей части проводника его диаметр. Рассчитать среднее значение диаметра.

Установить подвижный контакт на $0,5 + 0,7$ от длины рабочей части проводника. Занести значение длины в таблицу 2.2.

Включить установку в сеть переменного тока с напряжением 220 В . При этом должна загореться индикаторная лампочка.

Провести измерения тока и напряжения. Результаты занести в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 – Результаты измерения тока и напряжения.

№ п/п	$\langle d \rangle \cdot 10^{-3}, \text{ м}$	$\langle \Delta d \rangle \cdot 10^{-3}, \text{ м}$	$\xi, \text{ м}$	$\langle \Delta \xi \rangle \cdot 10^{-3}, \text{ м}$	$U, \text{ В}$	$I \cdot 10^{-3}, \text{ А}$	$\rho \cdot 10^{-6}, \text{ Ом}\cdot\text{м}$	$\langle \rho \rangle \cdot 10^{-6}, \text{ Ом}\cdot\text{м}$	$\varepsilon, \%$	$\langle \Delta \rho \rangle \cdot 10^{-6}, \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Отключить установку. Установить подвижный контакт на другое значение рабочей части исследуемого проводника. Вновь включить установку и определить новые значения тока и напряжения.

Примечание. Изменение длины рабочей части проводника, определение тока и напряжения проводятся 3-5 раз.

Так как

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \quad (1.33)$$

То

$$\rho = R \cdot \frac{S}{l} = \frac{U}{I} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot l} \quad (1.34)$$

где ρ - удельное электросопротивление проводника;

l - длина проводника;

S - площадь поперечного сечения.

По формуле (1.34) рассчитать удельное электрическое сопротивление исследуемого проводника и среднее его значение.

7. Рассчитать относительные погрешности проведенных измерений по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta \pi}{\pi} + 2 \cdot \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta l}{l} \quad (1.35)$$

где $\Delta U = \frac{n \cdot U_{\max}}{100}$ - погрешность вольтметра;

$\Delta I = \frac{n \cdot I_{\max}}{100}$ - приборная погрешность миллиамперметра;

$\Delta \pi$ - задается преподавателем;

$\Delta d, \Delta l$ - определяются известными методами.

Зная среднее значение $\langle s \rangle$ рассчитать среднее значение абсолютной погрешности $\langle \Delta \rho \rangle$.

Записать полученный результат в виде доверительного интервала

$$\rho = \langle \rho \rangle \pm \langle \Delta \rho \rangle \quad (1.36)$$

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам можно проклассифицировать Электроизмерительные приборы?
2. Устройство и принцип действия приборов магнитоэлектрической и электромагнитной систем.
3. Приборами, какой системы можно измерять как переменные, так и постоянные токи; только постоянные токи; переменные токи? Почему?
4. Что определяет класс точности прибора: абсолютную или относительную погрешность прибора? Как рассчитать абсолютную погрешность электроизмерительного прибора?
5. Что такое цена деления и чувствительность электроизмерительного прибора? Какова связь между ними?
6. Как правильно включать вольтметр и амперметр в электрическую цепь?
7. Какими должны быть внутренние сопротивления приборов, чтобы они не внесли больших искажения в режим работа цепи?
8. Можно ли с помощью амперметра измерить напряжение на каком-либо участке цепи?
9. Что такое электрическое сопротивление проводника? От каких факторов и как зависит электрическое сопротивление проводника?
10. Вывести формулу для расчета электросопротивления при последовательном и параллельном их соединениях.
11. Вывести закон Ома, используя основные положения классической электронной теории проводимости металлов.
12. В какой последовательности и как проводились измерения удельного сопротивления проводника в данной работе?

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: Измерение мощности трехфазного переменного тока в трехпроводных сетях

Цель: Знакомство с измерительными приборами непосредственного отсчета для измерения активной мощности (ваттметрами), методикой измерения активной мощности в трехпроводной сети трехфазного переменного тока.

Программа работы

1. Ознакомиться с теорией и методами измерения активной мощности в трехпроводных сетях трехфазного переменного тока, принципом действия приборов непосредственной оценки для измерения активной мощности.

2. Ознакомиться со схемой лабораторной установки, оборудованием и приборами, необходимыми для выполнения работы, записать технические данные (тип, систему, род тока, предел измерения, класс точности, цену деления шкалы) приборов.

3. Собрать схему и показать для проверки преподавателю.

4. Измерить с помощью измерительных приборов непосредственного отсчета (ваттметров) потребляемую нагрузкой активную мощность. При проведении опыта снять показания приборов и произвести обработку экспериментальных результатов.

5. Составить краткие выводы по работе.

Порядок выполнения работы


Опыт 1. Измерение активной мощности в трехпроводной сети трехфазного переменного тока с помощью щитового ваттметра включением непосредственно в сеть

Перечень аппаратуры, используемой в опыте 1, приведен в таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.2	$U \sim 400 \text{ В}$ $I = 16 \text{ А}$
A1	Активная нагрузка	306.1	$U = 220 \text{ В}$ $P = 3 \times 0 \dots 50 \text{ Вт}$
P4	Трехфазный ваттметр		$0 \dots 600 \text{ Вт}$ $U_H = \sim 380 \text{ В}$ $I_H = 1,0 \text{ А}$

1) Убедитесь, что устройства, используемые в опыте 1, отключены от сети электропитания.

2) Соедините гнезда защитного заземления " " устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника питания G1.

3) Соедините аппаратуру в соответствии со схемой включения, приведенной на рис.1.14, проводниками, входящих в комплект стенда.

4) Установите номинальную мощность каждой фазы активной нагрузки A1, 40% от (3 x 50 Вт).

5) Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.

6) Измерьте ваттметром P₄ потребляемую нагрузкой A1 активную электрическую мощность. Данные измерений занесите в таблицу 1.10.

7) По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания G1 нажатием на кнопку «красный гриб».

8) Повторите замеры тока для мощностей нагрузки 60% и 80 % от (3x50 Вт). Данные измерений занесите в таблицу 1.10.

Таблица 1.10 - Данные измерений

Номер измерений	1	2	3
РИЗМ, Вт			
РНАГР, Вт			

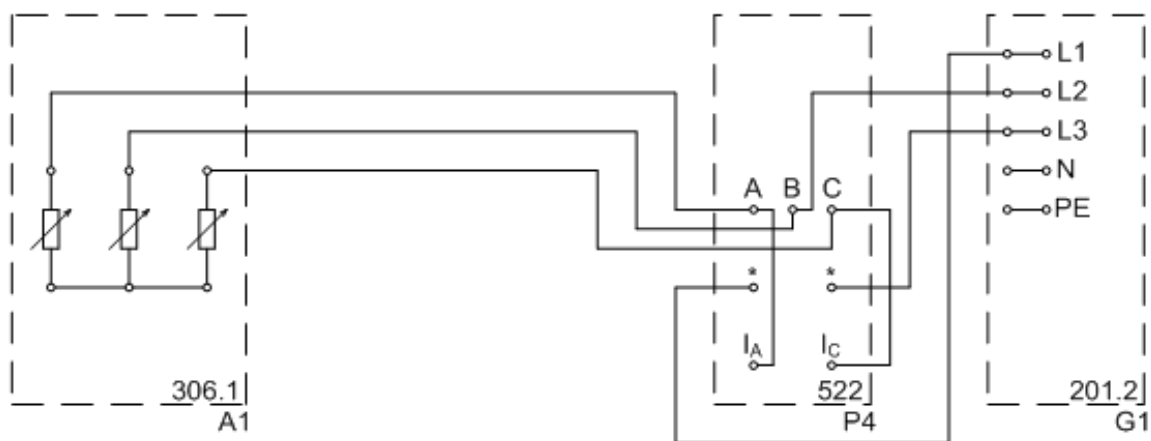


Рис. 1.14 - Схема включения трехфазного ваттметра непосредственно в трехпроводную сеть

Опыт 2. Измерение активной мощности трехфазного переменного тока с помощью щитового ваттметра включением через трансформаторы тока и напряжения в трехпроводную сеть

Перечень аппаратуры, используемой в опыте 2, приведен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 - Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	201.2	$U \sim 400 \text{ В}$ $I = 16 \text{ А}$
A1	Активная нагрузка	306.1	$U = 220 \text{ В}$ $P = 3 \times 0 \dots 50 \text{ Вт}$
A2, A5	Трансформатор тока	403.1	$I = 1,0 \text{ А}$ $U_{\text{раб}} = \sim 660 \text{ В}$ $S_{\text{н}} = 5 \text{ ВА}$
A3, A6	Трансформатор напряжения		$U = 380/380(220) \text{ В}$ $S_{\text{н}} = 5 \text{ ВА}$
P4	Трехфазный ваттметр		$P = 0 \dots 600 \text{ Вт}$ $U_{\text{н}} = \sim 380 \text{ В}$ $I_{\text{н}} = 1,0 \text{ А}$

1) Убедитесь, что устройства, используемые в опыте 2, отключены от сети электропитания.

2) Соедините гнезда защитного заземления " \oplus " устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "PE" трехфазного источника питания G1.

3) Соедините аппаратуру в соответствии со схемой включения, приведенной на рисунке.1.15, проводниками, входящих в комплект стенда.

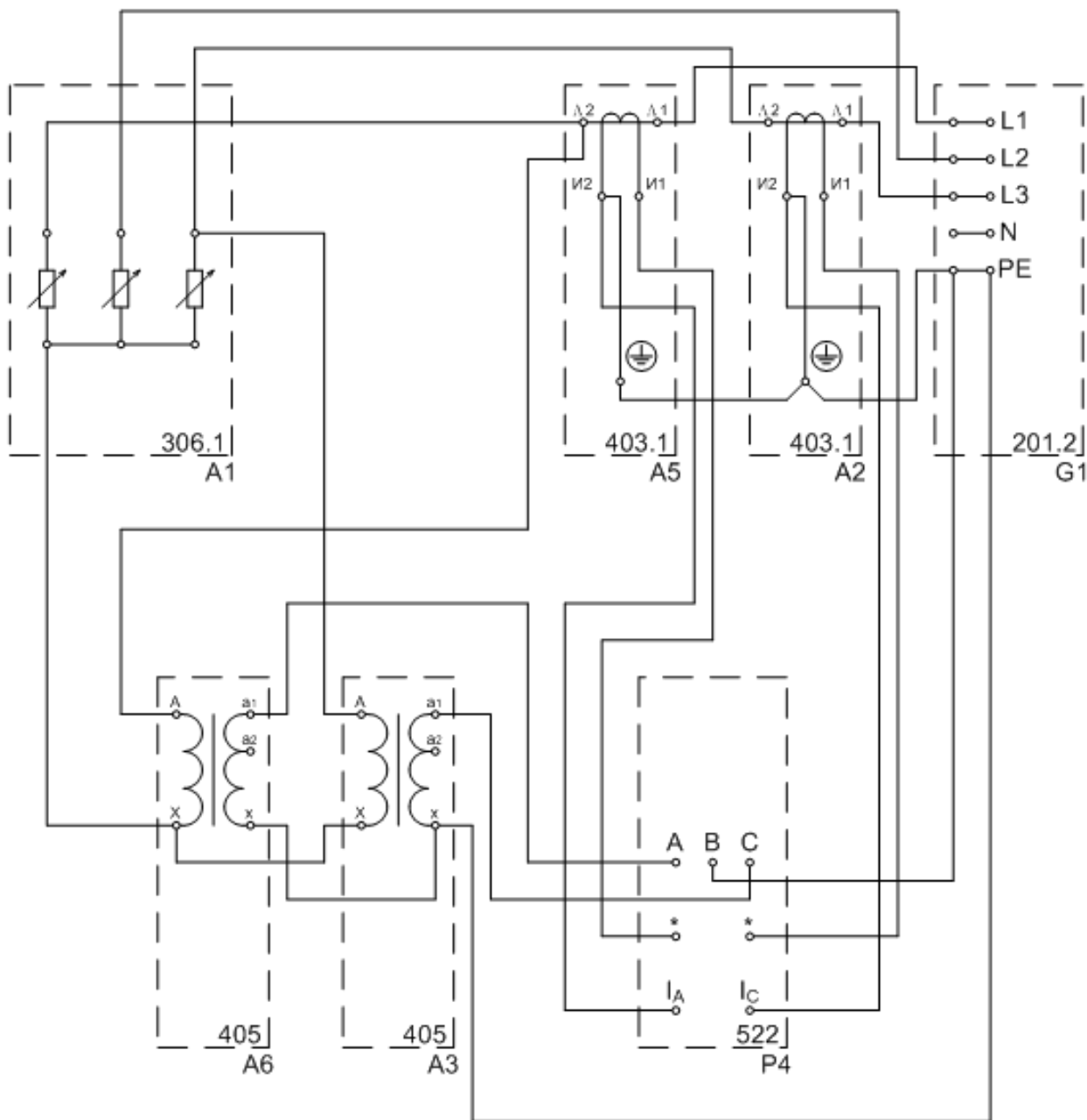


Рис. 1.15 - Схема включения трехфазного ваттметра через трансформаторы тока и напряжения в трехпроводную сеть

- 4) Установите номинальную мощность каждой фазы активной нагрузки A1, 40% от (3 x 50 Вт).
- 5) Включите источник G1. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
- 6) Измерьте ваттметром P4 потребляемую нагрузкой A1 активной электрической мощностью. Данные измерений занесите в таблицу 1.12.
- 7) По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания G1 нажатием на кнопку «красный гриб».

8) Повторите замеры тока для мощностей нагрузки 60% и 80 % от (3x50 Вт). Данные измерений занесите в таблицу 1.12.

Таблица 1.12 - Данные измерений

Номер измерений	1	2	3
РИЗМ, Вт			
РНАГР, Вт			

Контрольные вопросы:

1. Общие сведения об измерительной технике?
2. Статические и динамические характеристики средств измерений?
3. Погрешности средств измерений?
4. Обработка результатов измерений?
5. Классификация измерительных преобразователей?
6. Принцип действия, свойства и область применения резистивных преобразователей?

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: Определение мест витковых замыканий в обмотках

Цель: Изучить основные неисправности асинхронных электродвигателей и причины их возникновения. Освоить методику обнаружения неисправностей асинхронных электродвигателей.

Программа работы.

1. Провести внешний осмотр электродвигателя и записать его паспортные данные.
2. Провести дефектацию электродвигателя до разборки:
 - измерить сопротивление обмоток постоянному току;
 - проверить вращение ротора и отсутствие видимых повреждений, препятствующих дальнейшему проведению испытаний и проверок;
 - измерить сопротивление изоляции обмоток статора относительно корпуса и относительно друг друга;
3. Разобрать электродвигатель.
4. Провести дефектацию электродвигателя в разобранном виде:
 - проверить состояние механических деталей и отдельных узлов электродвигателя
 - измерить воздушный зазор между статором и ротором;
 - проверить отсутствие короткозамкнутых витков / витковое замыкание/, обрыв в обмотке. Определять места повреждения обмотки статора;
 - определить, записать обмоточные данные и вычертить схему обмотки;
 - проверить состояние активной стали статора;
 - проверить беличью клетку ротора на отсутствие обрывов в стержнях и кольцах.
 - если электродвигатель с фазным ротором, то дефектацию обмотки ротора проводят аналогично дефектации обмотки статора. Дополнительно проводят испытание прочности изоляции контактных колец и проверяется состояние активной стали ротора;

- все обнаруженные неисправности механических деталей, обмоток ротора и статора, данные электродвигателя занести в дефектовочную ведомость или технологическую карту ремонта.

Содержание работы и порядок ее выполнения

Опыт 1.

Асинхронные электродвигатели, поступившие в ремонт, тщательно осматривают, а при необходимости испытывают и разбирают с целью полного выявления причин, характера и масштабов повреждения. Осмотр электродвигателя, ознакомление с объемом и характером предыдущих ремонтов и эксплуатационными журналами, а также проведение испытаний позволяют оценить состояние всех сборочных единиц и деталей электродвигателя и определить объемы и сроки ремонта, составить техническую документацию по ремонту.

Электродвигатели повреждаются чаще всего из-за недопустимой длительной работы без ремонта, плохого эксплуатационного обслуживания или нарушения режима работы, на который они рассчитаны.

Повреждения электродвигателей бывают механические и электрические.

К механическим повреждениям относят: выплавку баббита в подшипниках скольжения, разрушение сепаратора, кольца, шарика или ролика в подшипниках качения; деформацию или поломку вала ротора; ослабление крепления сердечника статора к станине, разрыв или сползание проволочных бандажей роторов; ослабление прессовки сердечника ротора и др.

Электрическими повреждениями являются пробой изоляции на корпус, обрыв проводников в обмотке, замыкания между витками обмотки, нарушение контактов и разрушение соединений, выполненных пайкой или сваркой, недопустимое снижение сопротивления изоляции вследствие старения, разрушения или увлажнения и др.

Краткий перечень наиболее распространенных неисправностей и возможных причин их возникновения в асинхронных машинах приведен в таблице 1.13.

Таблица 1.13 - Неисправности асинхронных машин и возможные причины их возникновения.

Признак неисправности	Возможная причина
а) асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором	
Электродвигатель не развивает номинальной частоты вращения и гудит.	Одностороннее притяжение ротора вследствие износа подшипников, перекоса подшипниковых щитов или изгиба вала.
Электродвигатель гудит, ротор вращается медленно, ток во всех фазах различен и даже на х.х. превышает номинальный.	Обрыв одного или несколько стержней обмотки ротора; неправильное соединение начала и конца фазы обмотки статора /фаза «перевернута»
Ротор не вращается или вращается медленно, двигатель сильно гудит и нагревается.	Обрыв фазы обмотки статора.
Электродвигатель перегревается при номинальных нагрузках.	Витковое замыкание в обмотке статора; ухудшение условий вентиляции вследствие загрязнения вентиляционных каналов.
Недопустимо низкое сопротивление изоляции обмотки статора электродвигателя.	Увлажнение или сильное загрязнение изоляции обмотки; старение или повреждение изоляции.
Электродвигатель вибрирует во время работы и после отключения при частоте вращения ротора, близкой к номинальной.	Нарушение соосности валов; неуравновешенность ротора.
Электродвигатель сильно вибрирует, но вибрация прекращается после отключения его от сети, двигатель сильно гудит, ток в фазах неодинаков, один из участков обмотки статора быстро нагревается.	Короткое замыкание в обмотке статора электродвигателя.
б) асинхронные двигатели с фазным ротором.	
У электродвигателя медленно увеличивается частота вращения; ротор электродвигателя сильно нагревается даже при небольшой нагрузке.	Замыкание части обмотки ротора на заземленный корпус электродвигателя; нарушение изоляции между контактными кольцами и валов ротора
Электродвигатель не развивает номинальной частоты вращения.	Одностороннее притяжение ротора вследствие износа подшипников, перекоса подшипниковых щитов или изгиба вала; нарушение контакта в двух или трёх фазах пускового реостата; нарушение электрической цепи между пусковым реостатом и обмоткой ротора электродвигателя.
Электродвигатель не развивает частоты вращения под нагрузкой, гудит, ток статора «пульсирует»	Нарушение контакта в местах пайки обмотки ротора, соединениях ее с контактными кольцами или в соединительных проводах.
Повышенное искрение между щетками и контактными кольцами.	Плохая притертость или загрязненность щеток; заедание щеток в обоймах щеткодержателей; недостаточное нажатие щеток на контактные кольца; биение контактных колец; нарушение контакта в цепи щеток.

Неисправности и повреждения электрических двигателей не всегда удается обнаружить путем внешнего осмотра, так как некоторые из них /витковые замыкания в обмотках статоров, пробой изоляции на корпус, нарушение пайки в обмотках и др./ носят скрытый характер и могут быть определены только после соответствующих испытаний и измерений.

Опыт 2.

В число предремонтных операции по выявлению неисправностей электрических двигателей входят: измерение сопротивления изоляции обмоток (для определения степени ее увлажнения) испытание электрической прочности изоляции, проверка на холостом ходу машины целостности подшипников, величины осевого разбега ротора, определение состояния крепежных деталей, отсутствие повреждений (трещин, сколов) у отдельных деталей электродвигателя;

а) измерение сопротивления изоляции обмоток электродвигателя;

б) измерение сопротивления обмоток постоянному току производится с целью проверки отсутствия разрывов в обмотке, например из-за нарушения целостности мест соединений в результате некачественной пайки. Измерение сопротивления производится с помощью моста постоянного тока УМВ, Р353 и другими с классом точности не ниже 0,5. Измеренные сопротивления обмоток не должен отличаться друг от друга более, чем на 5%;

в) ротор электродвигателя поворачивают для проверки его свободного вращения и наличия выбега. Для малых машин эту операция, осуществляют вручную. Такая проверка обязательна перед первым пуском машин или после длительной ее стоянки в условиях, когда в машину могли попасть посторонние предмета.

3. Разборку электродвигателя производят с помощью слесарных инструментов.

4. Дефектацию электродвигателя в разобранном виде осуществляют в следующем порядке;

а) определяют состояние механических деталей и отдельных узлов

внешним осмотром;

б) проверяют величину воздушного зазора набором щупов не менее чем в четырех точках, поворачивая ротор по часовой стрелке на угол 90. Среднеарифметическое значение результатов измерений сравнивают с допустимыми значениями (табл.1.14.). Отклонение не должно превышать $\pm 10\%$.

Таблица 1.14 - Нормальные значения воздушных зазоров асинхронных двигателей.

Мощность, кВт	Воздушный зазор, мм	
	при частоте вращения, мин ⁻¹	
	500-1500	3000
0,12-0,25	0,2	0,25
0,5-0,75	0,25	0,30
1,0-2,0	0,30	0,35
2,0-7,5	0,35	0,50
10,0-15,0	0,40	0,65
20,0-40,0	0,50	0,80

в) определяют повреждения изоляции в электродвигателе, которые приводят к коротким замыканиям;

В зависимости от вида повреждений изоляция возможны следующие замыкания:

1. между витками одной катушки в пазу или лобовых частях / витковое замыкание / при повреждении межвитковой изоляции;

2. между катушками или катушечными группами одной фазы при повреждении межсекционной изоляции;

3. между катушками разных фаз при повреждении междуфазной изоляции;

4. замыкание на корпус при повреждении пазовой изоляции.

Пропуская переменный ток пониженного напряжения через отдельные фазы обмотки, можно определить место виткового замыкания.

Короткозамкнутые витки при включении фазы под напряжение являются

как бы вторичной обмоткой автотрансформатора, замкнутой накоротко. Через короткозамкнутые витки протекают токи большой величины, которые нагревают лобовую часть обмотки. По местному нагреву определяется место виткового замыкания.

Замкнутый виток легко определяется с помощью подковообразного электромагнита.

Для нахождения короткозамкнутых витков в секциях обмоток электромагнит устанавливается параллельно пазам статора. После включения обмотки электромагнита в электрическую сеть переменного тока / 220 В при частоте 50 Гц/ по обмотке потечет ток, который создает магнитный поток, замыкающийся через сердечник электромагнита и часть магнитопровода статора электродвигателя. Это переменный магнитный поток будет индуцировать ЭДС в проводниках, охватываемых контуром.

При отсутствии витковых замыканий (рис. 1.15.а) в обмотке ЭДС не вызывает появления тока I для него нет замкнутой цепи. При наличии короткозамкнутых витков ЭДС вызовет в них появление тока, причем значительной величины из-за малого сопротивления контура. Ток создаст магнитный поток $\Phi_{пр}$ вокруг короткозамкнутых витков рис. 1.15.б. Последнее легко обнаруживаются стальной пластиной, которая притягивается к зубцам статора над данным пазом. На производстве для определения витковых замыканий широко используют также прибор типа ЕЛ – 1.

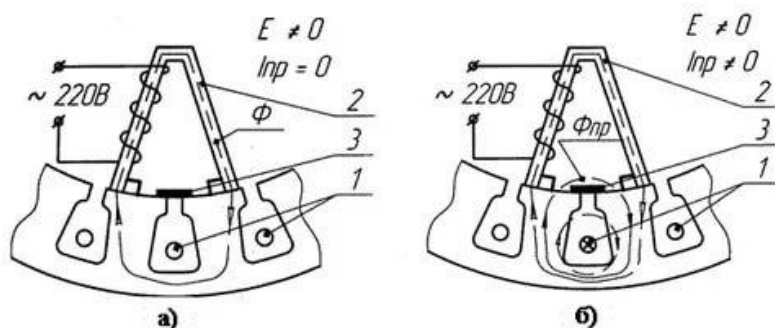


Рис.1.15 - Нахождение замкнутого витка с помощью электромагнита и стальной пластинки. а) замыкания витков нет; б) замыкание витков есть; 1 – проводник обмотки; 2 – электромагнит; 3 – стальная пластина; Φ – магнитный поток магнита; $\Phi_{пр}$ – магнитный поток проводника с током.

Замыкание на корпус (если мегомметр показывает ноль) может быть определено с помощью милливольтметра. Этот метод связан с поочередной распайкой обмотки на отдельные катушки и проверкой каждой из них. Напряжение на оба конца поврежденной фазы подается с одного зажима аккумулятора напряжением до 2,5 В, а второй зажим соединяется с корпусом. При измерении напряжения на каждой катушке смена полярности показания прибора говорит о прохождении точки замыкания фазы на корпус. Этот метод из-за трудоемкости работ не всегда приемлем, особенно при большом числе катушек.

Лучше использовать магнитный метод, который основан на следующем. От источника пониженного напряжения (U до 36 В) однофазный переменный ток подводится к концу (или к началу) неисправной фазы и через реостат и амперметр к корпусу электродвигателя. Так как ток переменный, то вокруг проводников с этим током образуется переменное электромагнитное поле. Поэтому пазы с проводником, по которым течет ток легко определяются с помощью тонкой стальной пластинки (щупа), которая слегка дребезжит. Последнее дает возможность выявить секции по которым протекает ток от конца фазной обмотки до места замыкания на корпус. Для проверки и уточнения найденного места замыкания обмотки ток подводится теперь к началу неисправной фазы. При однократном замыкании обмотки, найденные места замыканий в первом и во втором случае должны сойтись.

Найденную магнитным методом неисправную катушку отсоединяют от остальной обмотки и мегомметром проверяют правильность установленного места замыкания на корпус.

Этот же метод может быть применен для нахождения места замыкания между фазами.

В этом случае напряжение подается в начала к одним концам замкнувшихся фаз, а затем к другим. Это дает возможность выявить замкнувшиеся секции.

Внутренний обрыв одной из фаз.

Если обмотка имеет шесть выводов, то оборванная фаза определяется с помощью контрольной лампы на постоянном токе или мегомметром.

Если обмотка имеет только три вывода, то определяется оборванная фаза измерением токов или сопротивлений.

При соединении фаз в звезду, (рис.1.16.) ток оборванной фазы равен нулю, а сопротивление, измеренное относительно выхода оборванной фазы, равно «бесконечности»

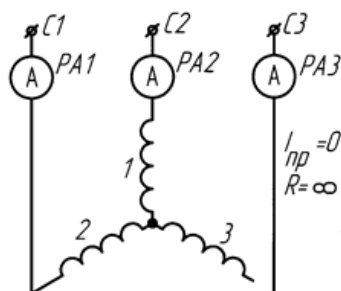


Рис. 1.16 - Внутренний обрыв фазы при соединении фаз в звезду.

При соединении фаз в треугольник токи, подходящие к оборванной фазе (рис.1.17.) будут равны и меньше токов в фазе C₂ (необорванной), а сопротивление, измеренное на оборванной фазе (C1-C3) будет вдвое больше, чем другие фазы (C1-C2, C2-C3).

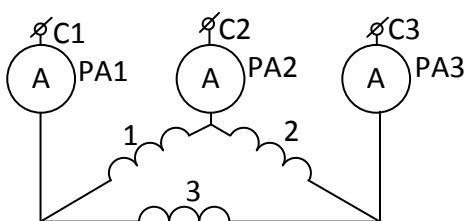


Рис.1.17 - Внутренний обрыв фазы при соединении фаз в треугольник.

После определения оборванной фазы место обрыва определяют с помощью вольтметра или контрольной лампы (на 36 В) по схемам рис.1.18. а, б.

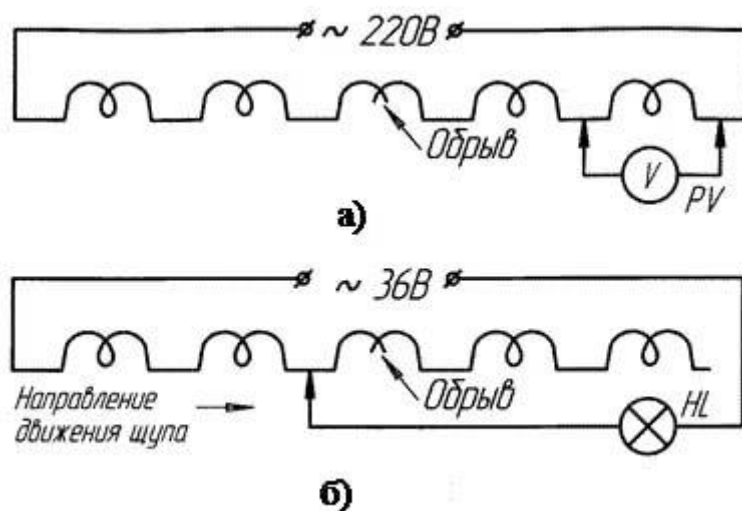


Рис. 1.18.- Определение места обрыва в оборванной фазе; а) с помощью вольтметра; б) с помощью контрольной лампы.

Измеряют напряжение вольтметром на концах каждой катушки или катушечной группы. В момент показания вольтметра определяется оборванная катушка (рис. 1.18 а). Касаясь щупом от лампы начала и конца каждой катушки, идя от потенциального конца сети, показание лампы покажет на обрыв (лампа погасла, значит обрыв, если с другой сторона, то наоборот).

г) Для одного из рассматриваемых асинхронных двигателей (с неисправной катушкой) определить и записать обмоточные данные и вычертить схему обмотки.

д) Осматривают пакет активной стали статора. Пакет стали не должен иметь смещения, вмятин, ослабления прессовки листов железа, распушившихся зубцов, прогара.

е) Целостность стержней короткозамкнутого ротора определяют методом электромагнита переменного тока. При испытании ротор устанавливается на электромагнит, подключаемый к сети переменного тока (рас.1.19.).

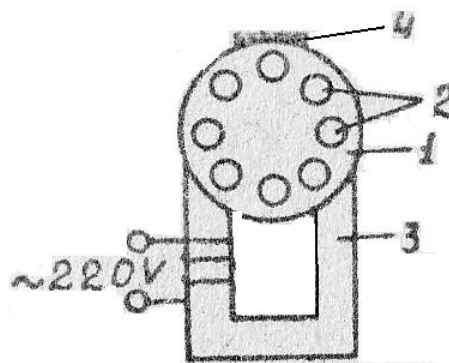


Рис. 1.19 - Определение оборванного стержня ротора с помощью электромагнита: 1 – ротор, 2 – стержни ротора, 3 –электромагнит, 4 – стальная пластинка (обломок ножовочного полотна).

Стальная пластинка, перекрывающая паз с целым стержнем будет притягиваться и дребезжать. Если стержень оборван, пластинка не притягивается или притягивается очень слабо. Место разрыва обнаруживается с помощью листа бумаги с насыпанными на него стальными опилками.

ж) Обнаруженные неисправности механических деталей, обмоток статора и ротора, данные электродвигателей, представленных для дефектации занести в дефектовочную ведомость или технологическую карту ремонта.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № _____

Заказчик _____

Таблица 1.13 - Технологическая характеристика

	Тип	Мощность	мин-1	Напряжение	Ток	Сопротивление фаз	Сечение выв. концов, мм ²	Класс изоляции
Существующие данные								
Требуемые данные								

Габариты: Диаметр ВН _____ Длина, мм _____

Таблица 1.14. - Обмоточные данные

Наименование	До ремонта	По расчету
Вид обмотки		
Число катушечных групп		
Число катушек в группе		
Шаг обмотки		
Марка и размер провода		
Число параллельных ветвей		
Число параллельных проводов		
Вылет лобовых частей обмоток		

Примечание _____

Техн. дефект _____ « _____ » _____ Инж. Расчетник

« _____ » _____ Мастер _____

_____ Линия отреза _____

Ремонтный номер _____

Механическая часть _____ Техн.

дефект _____

Таблица 1.15

Части и детали	Состояние	Примечание
Статор, пакет		
Передний щит		
Ротор, пакет		
Вал		
а) выходные концы		
б) посадочные места подшипников		
Щеточный механизм		
Клемная коробка		
Вентилятор		
Кожух вентилятора		
Крышка подшипника		
Винт грузовой		

Таблица 1.16 - Контроль обмоток

	Сопротивление обмоток постоянному току	Испытание междувитковой изоляции 1,3 $U_{ном}, В.$	Испытание электрической прочности изоляции, В
Ротор			
Статор			

« _____ » _____ Подпись ОТК _____

Таблица 1.17 - Стендовые испытания

Сопротивление изоляции обмоток в практически холодном состоянии		Определение коэффициента трансформации			Опыт холостого хода не менее 30 мин.			Опыт короткого замыкания $U_k = 0,263 \cdot U_n$			
Статор	Ротор	$U_{ст}$	$U_{рот}$	$K_T = \frac{U_{ст}}{U_{рот}}$	U	I	P	I% от I_n	U_k	I_k	P_k

Начальник ОТК _____

Содержание отчета. В отчете необходимо провести: цель работы, основные схемы и данные по выявлению неисправностей электродвигателей, представленных для дефектации, эскизы недостающих и требующих изготовления деталей, заполненную технологическую карту ремонта, развернутую схему обмотки статора для двигателя, у которого требуется заменить обмотку, заключение о результатах дефектации электродвигателей.

Контрольные вопросы.

1. С какой целью проводится дефектация электродвигателя перед ремонтом?
2. В какой последовательности и как проводится дефектация электродвигателя до разборки?
3. К каким последствиям приводят снижение сопротивления изоляции обмотки статора и каким оно должно быть у двигателей с $U < 500$ в?
4. Как выявить витковое замыкание в обмотке статора при работающем электродвигателе?
5. В какой последовательности и как проводится дефектация электродвигателя после разборки?

6. Какие основные неисправности имеет обмотка статора и как их определить?
7. При включении электродвигателя с короткозамкнутым ротором в сеть наблюдается повышенный нагрев активной стали статора в режиме холостого хода. Какая неисправность электродвигателя?
8. При работе электродвигателя обмотка статора сильно нагревается. Величина тока по фазам неодинакова. Электродвигатель сильно гудит и развивает пониженный крутящий момент. Какие могут быть неисправности в двигателе?
9. Электродвигатель плохо идет в ход и сильно гудит. Величина тока во всех фазах различна и при холостом ходе двигателя превышает номинальную величину. Какая неисправность в электродвигателе?
10. Двигатель с короткозамкнутым ротором не достигает нормальной скорости вращения, а «застревает» и начинает устойчиво работать при низкой скорости вращения, которая в несколько раз меньше номинальной. Какая неисправность в электродвигателе?
11. При работе электродвигателя наблюдаются колебания тока статора по фазам. Какая неисправность электродвигателя?
12. Какое назначение дефектовочной ведомости?

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ПО РАЗДЕЛУ 1

Вопрос №1. Согласно требованиям ПУЭ, наименьшее допустимое сопротивление изоляции электропроводок должно быть не менее

А) 0,5 МОм; Б) 0,5 кОм;

В) 0,5 Ом; Г) 4.0 Ом;

Вопрос №2. Что обеспечивает тепловое реле?

А) Защиту от короткого замыкания; Б) Защиту от перегрузок;

В) Нулевую защиту; Г) Минимальную токовую защиту;

Вопрос №3. Какой вывод можно сделать при измерении величины сопротивления межфазной изоляции обмоток двигателя, если значение мегомметра стремиться к "0"?

А) Произошёл обрыв обмоточного провода одной из фаз электродвигателя;

Б) Произошло межфазное короткое замыкание;

В) Произошло замыкание на корпус;

Г) Изоляция обеих фаз находится в удовлетворительном состоянии;

Вопрос № 4 Что понимается под напряжением прикосновения?

А) Напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного

Б) Напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека

В) Напряжение, возникающее при протекании тока по проводнику между двумя точками Г) Напряжение между двумя точками электрической цепи с разным потенциалом

Д) Напряжение в аварийном режиме между корпусом электроустановки и фазой

Вопрос №5 Что понимается под напряжением шага?

А) Напряжение между двумя точками цепи тока замыкания на землю (на корпус) при одновременном прикосновении к ним человека

Б) Напряжение между двумя точками на поверхности земли, на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека

В) Напряжение, возникающее при протекании тока по проводнику между

двумя точками Г) Напряжение между двумя точками электрической цепи с

разным потенциалом

Д) Напряжение в аварийном режиме между корпусом электроустановки и фазой

Вопрос №6 Какие защитно-коммутационные аппараты должны применяться для автоматического отключения питания в качестве меры защиты при косвенном прикосновении?

А) С наибольшим допустимым временем отключения 5 с

Б) Реагирующие на минимальный ток

В) Реагирующие на напряжение прикосновения

Г) Реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток

Д) Реагирующие на токи обратной последовательности

Вопрос №7 В каком случае в качестве дополнительной меры защиты при косвенном прикосновении должно быть выполнено уравнивание потенциалов?

А) Если в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания

Б) Если предусмотрена усиленная изоляция

В) При установке барьеров

Г) При размещении оборудования вне зоны досягаемости

Д) При применении сверхнизкого (малого) напряжения

Вопрос №8 Какая защита от поражения электрическим током при косвенном прикосновении должна быть выполнена в жилых зданиях?

А) Автоматическое отключение питания

Б) Непрерывный контроль изоляции

В) Установка ограждений

Г) Установка барьеров

Д) Размещение вне зоны досягаемости

Раздел 2. МОНТАЖ СИЛОВЫХ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.

ТЕМА 1 Монтаж осветительных электропроводов и электроустановок

Лекция 7

Тема: Виды осветительных установок; электротехнические материалы, применяемые при монтаже; виды осветительных электропроводов; монтаж электропроводов.

Вопрос 1. Монтаж осветительных электроустановок

В состав работ по монтажу осветительных электроустановок входят выбор и разметка трасс электропроводов и мест установки светильников и установочных изделий, пробивные работы, крепежные работы, выполнение контактных соединений, испытания и сдача в эксплуатацию.

Пробивка борозд и сквозных отверстий в строительных конструкциях, устройство гнезд для щитов и установочных изделий, соединение жил проводов и кабелей должны выполняться специальным электроинструментом: бороздофрезами, электросверлами и др.

Для изгиба стальных труб применяют ручные трубогибы: механические (ТРТ-24) для труб диаметром до 24 мм и гидравлические (РТГ-2) для труб диаметром до 50 мм.

Соединение проводов и жил кабелей в гильзах и оконцевание наконечниками производится различными механическими, гидравлическими и электродвигательными прессующими механизмами. Наиболее широко применяют ручной механический пресс РМП-7М, гидравлические (ПГР-20, РГП-7М) и ручные (ПК-3М) клещи.

При электромонтаже широко используют электросверлилки для сквозных и глухих отверстий, клещи КСИ-2М для надрезания и снятия жильной изоляции с проводов, а также перекусывания жил.

Для повышения производительности труда при монтаже электропроводок применяют многооперационные инструменты.

Вопрос 2. Монтаж осветительных шинопроводов

Для четырехпроводной системы освещения напряжением 380/220 В на ток 25 А выпускается комплектный шинопровод ШОС-67. В комплект шинопровода входят прямые секции длиной 0,5; 1,5; 3 м, гибкие секции длиной 1 и 1,6 м для поворотов и изменения направления, вводная секция, штепсельные токоъемники и набор деталей для крепления шинопровода к конструкциям.

Монтаж состоит в соединении секций с помощью штепсельной розетки на одном конце секции и голых концов проводов, скрепленных в четырехполюсную вилку, — на другом.

Светильники присоединяются к шинопроводу с помощью ответвительных двухполюсных штепсельных соединений с заземляющим контактом.

Вопрос 3. Монтаж светильников

Монтаж светильников заключается в его укреплении и подсоединении проводов к питающей линии. Светильники массой до 10 кг навешиваются на крюк или шпильку с помощью кольца или скобы. Во взрывоопасных помещениях корпус светильника навинчивается на стальную трубу с помощью резьбы (с подмоткой на нее пеньки, смазанной олифой, суриком или белилами для герметизации соединения).

При расположении светильника на стене, колонне и ферме его крепят с помощью кронштейнов заводского изготовления (рис. 2.1, а). Кронштейны снабжены штепсельным разъемом, розетка которого подсоединена к сети. На металлических и железобетонных фермах светильники крепятся трубчатыми кронштейнами с вылетом 630 мм и подвесом различной длины с резьбой 3/4 (рис. 7.1 б).

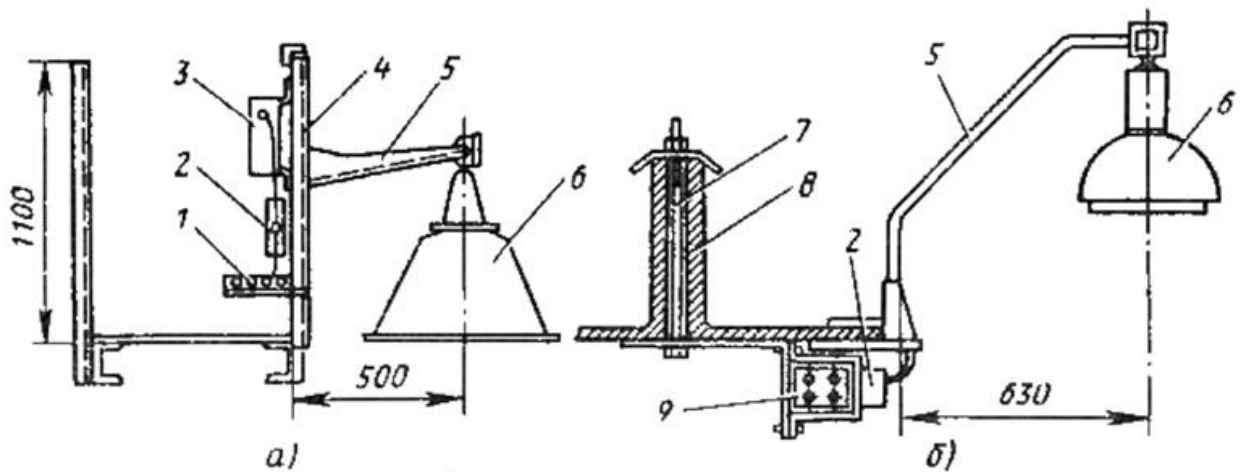


Рис.2.1. - Установка светильников на ограждении мостика (а) и на металлической ферме (б): 1 — кабели на лотке; 2 — штепсельный разъем; 3 - ПРА; 4 — ограждение мостика; 5 — кронштейн; 6 — светильник; 7 — подвеска К475; 8 — ферма; 9 — шинпровод ШОС.

При кабельной проводке светильник крепится на монтажном профиле двумя винтами Мб, а при монтаже проводок в коробах используют специальные держатели, позволяющие подвешивать светильник в любом месте короба.

При монтаже проводок на тросах светильники крепят с помощью крюка с ответвительной коробкой (рис. 2.2). Светильники наружного освещения подвешивают с помощью крюка или резьбы на кронштейнах из труб с вылетом до 3 м.

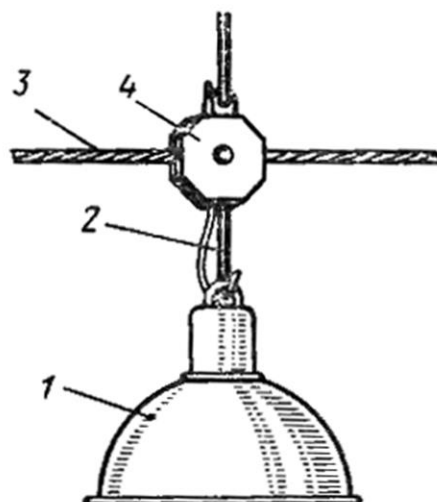


Рис. 2.2 - Крепление светильника к тросовому проводу: 1 — светильник; 2 — крюк для подвеса; 3 — тросовый провод; 4 — ответвительная коробка У245.

Корпусы светильников при открытой проводке заземляют с помощью гибких перемычек между нулевым проводом и заземляющим контактом светильника, а при прокладке защищенных изолированных проводов, кабелей, в трубах, введенных в корпус светильника, соединением корпуса светильника с нулевым проводом непосредственно в светильнике (рис. 2.3).

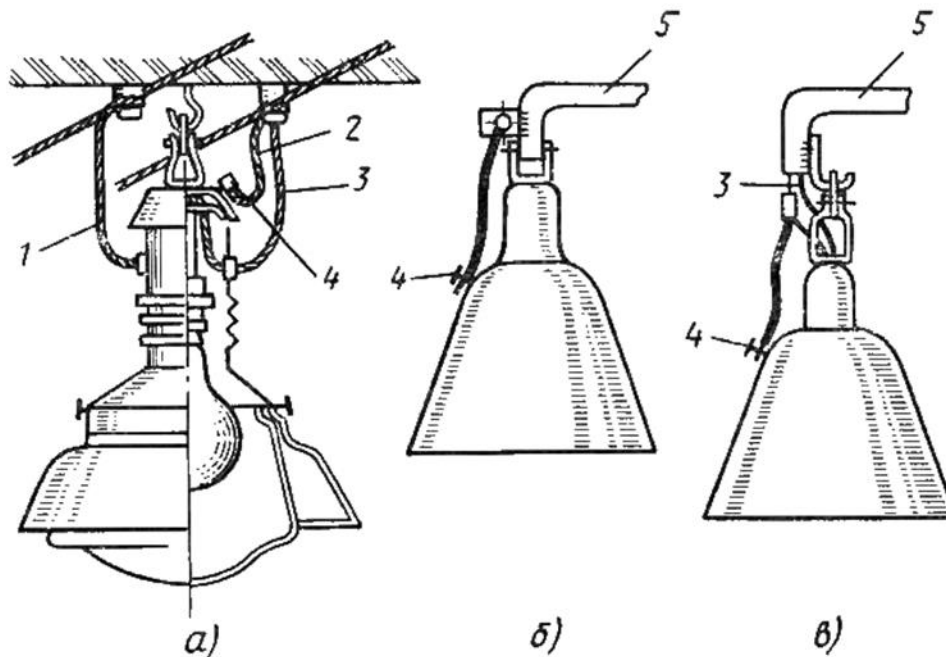


Рис. 2.3 - Заземление арматуры светильников при открытой прокладке проводов в сетях с заземленной нейтралью (а), через стальную трубу (б), путем присоединения к нулевому проводу сети (в): 1 — фазный провод; 2 — заземляющий проводник; 3 — нулевой провод; 4 — винт заземления; 5 — стальная труба.

Вопрос 4. Монтаж электрической аппаратуры

Монтаж распределительных щитов и шкафов начинают с установки их на фундаментной раме. Шкафы и щиты располагают строго вертикально и прочно прикрепляют к раме, стене или иным конструкциям в соответствии с проектом и указаниями завода-изготовителя. На время монтажа рекомендуется снять все электроприборы (амперметры, вольтметры, электросчетчики), которыми оснащены щиты, во избежание повреждения их от сотрясений.

После окончания установки щитов и шкафов в них затягивают провода и кабели питающих и отходящих линий. Оконцованные жилы проводов и

кабелей присоединяют к зажимам и контактам, установленным в щитах аппаратов.

По окончании монтажа устанавливают на место ранее снятые приборы и проверяют состояние и работу всех элементов шкафов и щитов. При этом контактные ножи рубильников должны входить в губки без ударов и с усилием, обеспечивающим необходимое давление в контактах. Фиксаторы положения приводов рубильников должны работать четко и безотказно. Патроны предохранителей должны прочно удерживаться в губках, плотно прилегая к контактам. Заземляющая шина, идущая от контура заземления к щиту, должна быть надежно присоединена к каркасу щита сваркой или болтами. Сопротивление изоляции токопроводящих частей щитов и сборок по отношению к заземленному каркасу должно быть не ниже 0,5 МОм.

После окончания всех отделочных и малярных работ в помещении устанавливают выключатели, переключатели и штепсельные розетки. Однополюсные выключатели и переключатели в двухпроводных сетях четырехпроводных систем присоединяют в рассечку фазных жил проводов и кабелей на высоте 1,5 м от пола. Штепсельные розетки устанавливают на высоте 0,8 м от пола.

Подлежащие заземлению металлические корпуса установочных аппаратов присоединяют отдельным проводом к нулевому проводу электропроводки. Один конец этого провода подсоединяется пайкой или сваркой к нулевому проводу, а другой конец — к корпусу аппарата с помощью заземляющего винта.

- Электрические источники света
- Осветительная арматура
- Схемы управления источниками света
- Схемы электроснабжения осветительных электроустановок
- Обслуживание осветительных электроустановок
- Ремонт осветительных электроустановок
- Испытания и наладка осветительных электроустановок

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: Сборка схем осветительных установок

Цель: Освоить чтение планов и принципиальных схем осветительных установок; научиться составлять по принципиальным схемам (монтажные) схемы соединений; изучить конструкцию электроустановочных изделий; в соответствии со схемой соединений производить прозвонку проводов и сборку схем в ответвительных коробках.

Программа

1. Составить схемы соединений осветительных установок по их планам и принципиальным схемам.
2. Изучить конструкции электроустановочных изделий осветительных установок (выключателей, штепсельных розеток, ответвительных коробок).
3. Прозвонить выводы осветительных установок и провести маркировку.
4. Собрать и испытать схему соединений осветительной установки.
5. Оформить отчет о лабораторной работе.

Поочередно ознакомиться с планом и принципиальными схемами осветительных установок, приведенных на рисунках 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 и составить для них схемы соединений осветительной установки. При составлении схемы необходимо руководствоваться тем, что основой схемы соединений является принципиальная схема и план осветительной установки. В соответствии с планом на чертеже вначале изображают аппараты осветительного щитка (источника питания) и ответвительной коробки. Затем, в соответствии с действительным расположением, изображают лампы и выключатели (переключатели). При этом указанные аппараты (элементы схемы) вычерчивают условными изображениями, рекомендуемыми для принципиальных схем. После изображения аппаратов в ответвительную коробку от каждого элемента схемы вычерчивают столько проводов, сколько указано на плане.

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. Проследивая 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.

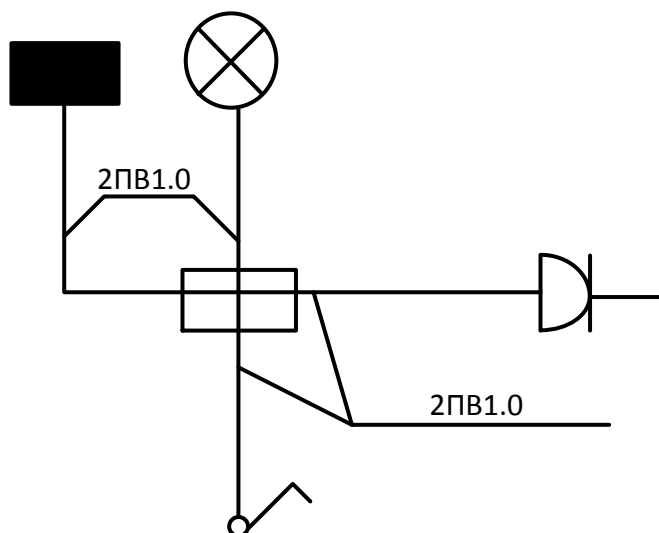


Рис. 2.1. Схема расположения электрооборудования на плане (светильник одиночный и розетка)

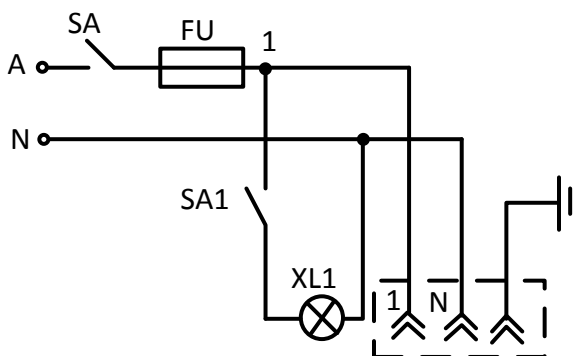


Рис 2.2. Схема принципиальная (светильник одиночный и розетка)

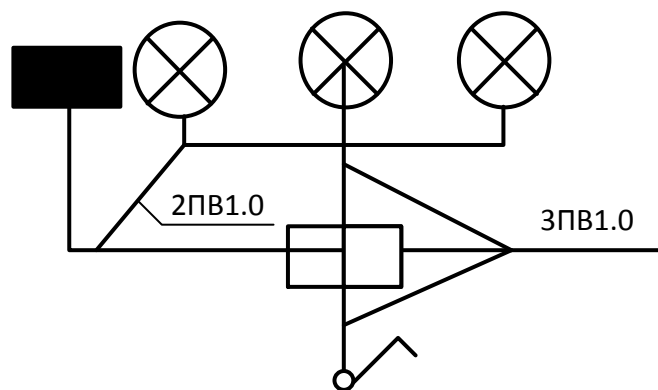


Рис. 2.3 - Схема расположения электрооборудования на плане (люстра)

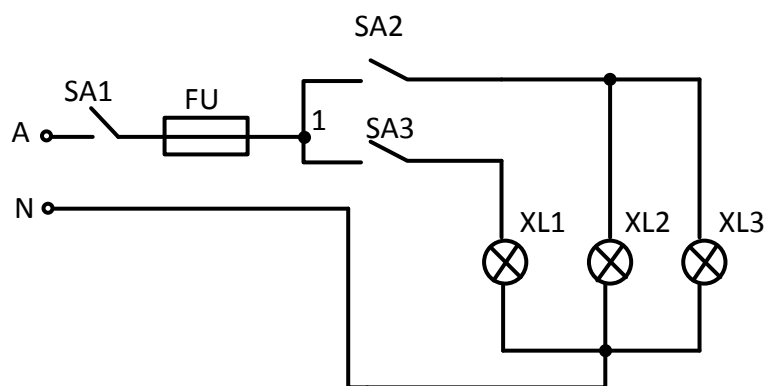


Рис. 2.4 - Схема принципиальная (люстра)

На вычерченной схеме соединений осветительной установки наносят маркировку на концы (вводы) проводов, совпадающие с маркировкой принципиальной схемы. Пример выполнения схемы соединений приведен для осветительной установки, изображенной на рисунке 2.5

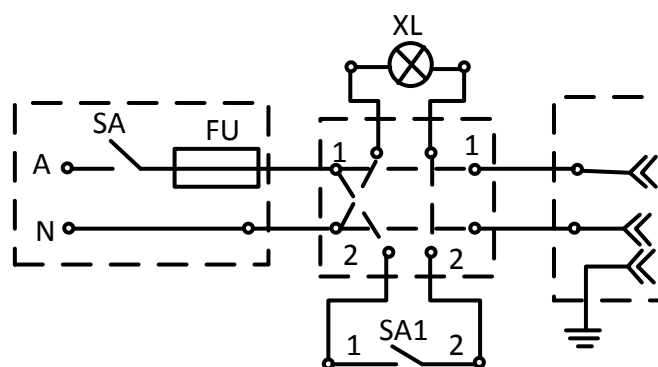


Рис. 2.5 - Схема соединений ответвительной установки одиночным светильником и розеткой (в ответвительной коробке)

Составными элементами осветительных сетей являются электроустановочные изделия: ответвительные, протяжные и соединительные коробки, выключатели (переключатели), штепсельные розетки.

Для выполнения соединений, ответвлений и протяжки проводов групповых сетей освещения применяют различные коробки, изготовленные из пластмассы или листовой стали, диаметром 50 - 100 мм и высотой до 160 мм. Выключатели и переключатели осветительных сетей различаются по числу полюсов, по степени защиты от окружающей среды (защищенные в пластмассовом корпусе и герметичные в чугунном или пластмассовом корпусах) и по назначению (для открытой или скрытой проводок).

Штепсельные розетки, также как и выключатели, классифицируются по числу полюсов (2 или 3), по исполнению (с цилиндрическими и плоскими контактами), по степени защиты от окружающей среды (защищенные, герметичные и так далее), назначению (для скрытой или открытой электропроводок, плинтусные или подплинтусные), по номинальному току (6А и 10А).

В настоящее время наиболее распространены штепсельные соединения с цилиндрическими контактами.

Цель прозвонки - нахождение принадлежности концов проводов в ответвительной коробке. Прозвонка производится при помощи пробника. При прозвонке на лабораторном стенде необходимо выполнить следующее. Убедиться в отсутствии напряжения на лабораторном стенде. Для этого нужно создать видимый разрыв в питающей сети за счет отключения штепсельного разъема лабораторного стенда. Затем необходимо снять крышки осветительного щитка, выключателей, светильников, штепсельных розеток. Вывернуть из осветительного щитка предохранители, а из светильников - лампы накаливания. Далее последовательно вызвонить в ответвительной коробке провода, идущие от светильников, от выключателей (переключателей), от штепсельных розеток, от осветительного щитка. Данные прозвонки нанести мелом на соответствующие выводы ответвительной коробки (промаркировать выводы). Пример маркировки выводов лабораторного стенда представлен на рисунке 2.6.

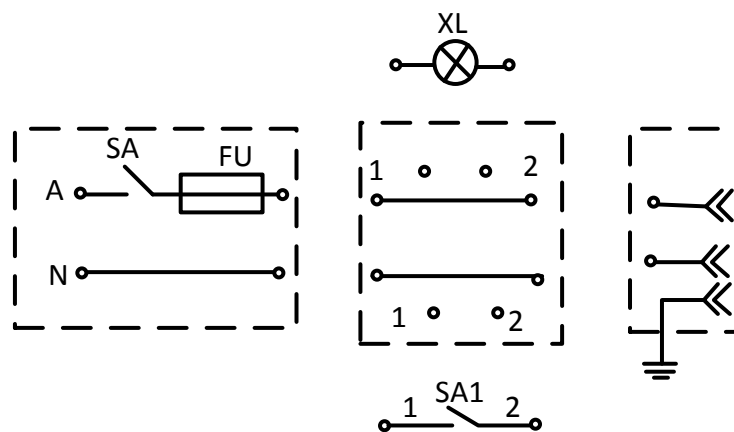


Рис. 2.6 - Маркировка выводов лабораторного стенда с одноламповым светильником и розеткой

Сборка схемы осветительной установки производится в ответвительной коробке путем непосредственного соединения концов проводов. В реальных условиях концы проводов в ответвительных коробках соединяют одним из следующих способов: скруткой с последующей пайкой; винтовыми зажимами, сваркой; опрессовкой; в лабораторной установке - при помощи перемычек. Перемычки устанавливаются после сопоставления маркировки выводов стенда и схемы соединений. Пример установки перемычек в ответвительной коробке для схемы, изображенной на рисунке 2.5, приведен на рисунке 2.7. Опробование осветительной установки производится следующим образом. Проверяют правильность сборки схемы соединений. В светильники вкручивают лампы накаливания, вывернутые раньше для прозвонки, устанавливают защитные стекла. На выключатели и штепсельные розетки устанавливают пластмассовые корпуса. Подают питание на лабораторный стенд соединением штепсельного разъема и включением пакетного выключения на осветительном щитке. Проверяют работу светильников при помощи выключателей осветительной сети. Затем питание лабораторного стенда отключают.

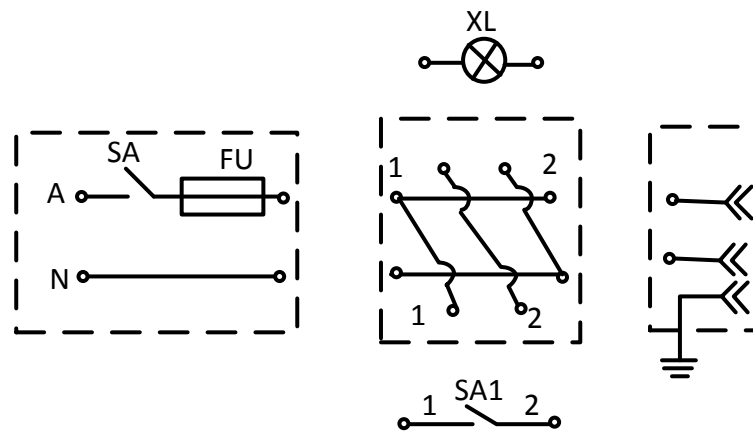


Рис. 2.7 - Перемычки на выводах ответвительной коробки лабораторного стенда

Содержание отчета

1. Укажите название и цель лабораторной работы.
2. Изобразите планы, принципиальные схемы, схемы соединений двух осветительных установок.
3. На схемах соединений нанесите маркировку тех установок, на которых была выполнена лабораторная работа.

Тема 2 Монтаж силовых электроустановок.

Лекция 8

Тема: Монтаж электродвигателей, трансформаторов.

Вопрос 1 Монтаж электродвигателей. Подготовка к монтажу.

На монтажную площадку электродвигатели поставляются комплектными, имеющими исполнение, соответствующее условиям окружающей среды и способу крепления (монтажному исполнению). Их электрические характеристики должны соответствовать параметрам электрической сети (напряжению, роду и частоте тока), а механические характеристики — характеристикам рабочей машины или механизма. По экономическим соображениям частоту вращения электродвигателей часто принимают выше частоты вращения машины или механизма.

Монтаж электродвигателей выполняют в две стадии.

В период подготовительных работ определяют или уточняют место установки электродвигателя и аппаратуры управления (щита, ящика, пульта), подготавливают для них опорные основания, устанавливают закладные детали для крепления к опорному основанию, прокладывают стальные трубы (если силовая электропроводка в трубах), устанавливают (при установке на стене — кронштейн) и закрепляют на фундаменте салазки, следят за правильным выполнением фундамента строителями.

Электрооборудование, полученное для монтажа, очищают от пыли и консервирующих смазочных материалов, проверяют комплектность в соответствии с упаковочным листом, внешним осмотром устанавливают целостность всех наружных частей (корпуса, защитной крышки, колодки зажимов и др.), наличие всех крепежных болтов и их затяжку, состояние контактных колец, щеткодержателей, щеток и пускового реостата (для электродвигателя с фазным ротором). Затем проверяют подшипники качения по осевому и радиальному зазорам. У подшипников качения эти зазоры не должны

наблюдаться визуально. Целостность и сопротивление изоляции обмоток статора и ротора проверяют мегаомметром 500 или 1000 В. Предельно допустимым сопротивлением изоляции обмоток по отношению к корпусу принято считать 1000 Ом на каждый вольт рабочего напряжения питающей сети. Для электродвигателей, включаемых в сеть напряжением 380 В, наименьшим допустимым сопротивлением изоляции его обмоток является 0,5 МОм. При меньшем сопротивлении изоляции обмоток и отсутствии видимых повреждений электродвигатель нужно просушить для удаления влаги из обмоток.

Если электродвигатель исправен (без дефектов), его вал очищают от остатков смазочных материалов, краски или ржавчины тканью, смоченной керосином. Пятна ржавчины удаляют шлифовкой с помощью наждачной бумаги № 00 или № 000, пропитанной минеральным маслом. Поверхность вала после полной очистки протирают тканью насухо и покрывают тонким слоем минерального масла. Снимают защитную крышку вентилятора, укладывают шпонку в шпоночную канавку и с помощью специального приспособления с нажимным винтом надевают шкив или полумуфту на вал электродвигателя, а второй шкив или полумуфту — на вал рабочей машины или механизма (рис. 2.8).

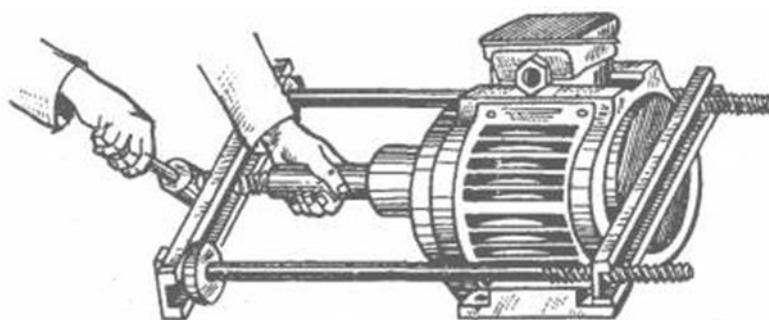


Рис. 2.8 – Насадка шкива на вал электродвигателя и насадка шкива на вал электродвигателя.

Шкивы или полумуфты снимают с валов электродвигателей с помощью специальных скоб или универсальных съемников (рис 2.9). Последними можно снимать с валов шкивы, полумуфты, шестерни и подшипники качения. Они позволяют захватывать деталь как с наружной, так и с внутренней стороны и

развивать тяговое усилие до 20 кН. Использование приспособлений для снятия и насаживания шкивов, полумуфт позволяет все горизонтальные усилия, возникающие при этом в осевом направлении, передать на вал, а не на подшипники.

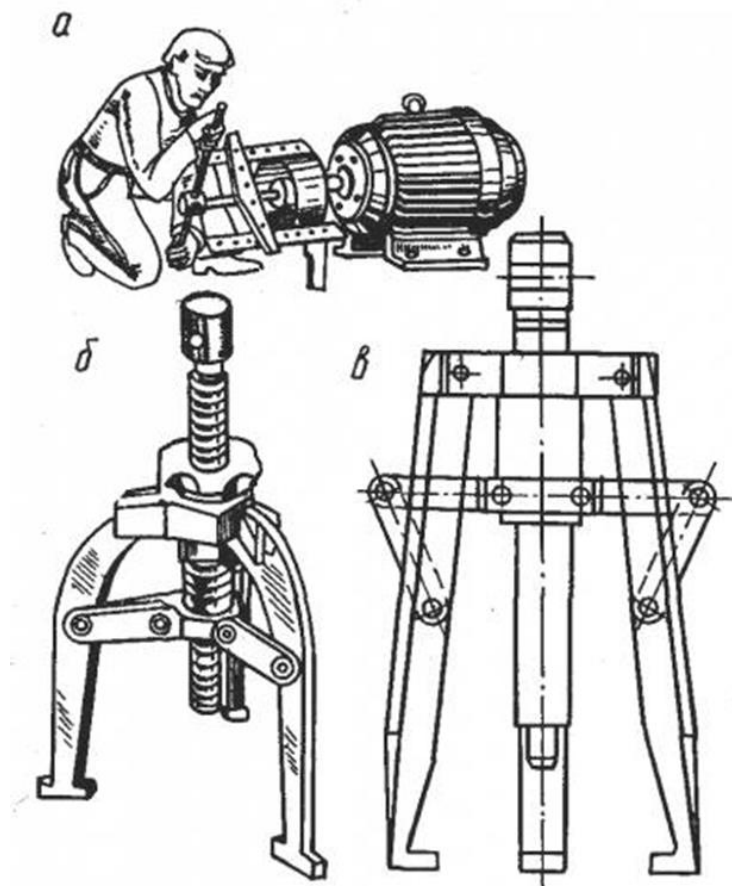


Рис. 2.10 – Снятие шкива с вала электродвигателя: а — съемником с двумя тягами; б — универсальный съемник с регулируемым раскрытием тяг; в — то же, но с самоустанавливающимися тягами.

В зависимости от взаимного расположения приводного органа машины и электродвигателя последний бывает различного монтажного исполнения: на лапах с горизонтальным или вертикальным валом; на лапах с фланцем с горизонтальным или вертикальным валом; с фланцем с горизонтальным или вертикальным валом и т. д.

Электрические машины прибывают на место монтажа в собранном или разобранном виде. Машины, прибывающие в собранном виде, как правило, перед установкой не разбирают. Если при внешнем осмотре выявлены повреждения и загрязнения машины в результате транспортировки и хранения,

заказчик и монтажная организация составляют акт, определяющий необходимость и степень разборки машины. Такие работы монтажная организация выполняет по отдельному наряд-заказу в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

Перед монтажом электрической машины проверяют состояние изоляции ее обмоток и, если оно неудовлетворительно, производят сушку обмоток. Проверку изоляции обмоток выполняют мегомметром.

Сопротивление изоляции обмоток электрических машин на номинальное напряжение до 1000 В включительно проверяют мегомметром на 500 В, выше 1000 В — мегомметром на 1000 В.

Сопротивление изоляции обмоток электрических машин относительно их корпуса $R_{В0}$ (измеренное через 60 с после начала отсчета на шкале мегомметра) и сопротивление изоляции между обмотками при рабочей температуре машины должно соответствовать вычисленному по формуле, но не менее 0,5 МОм:

$$R_{В0} = \frac{U_n}{1000 + 0,1 \cdot P} \quad (2.1)$$

где U_n — номинальное напряжение обмотки машины, В;

P — номинальная мощность машины, кВт (для машин постоянного тока, кВт/А).

За рабочую температуру принимают 75°C . Если сопротивление изоляции обмотки было измерено при другой температуре, но не ниже 10°C , оно может быть пересчитано на температуру 75°C (таблица 2.1).

Кроме того, можно пользоваться соотношением: при увеличении температуры на каждые 20°C сопротивление изоляции уменьшается примерно в 2 раза.

Если сопротивление изоляции обмоток электрических машин напряжением до 1000 В ниже величин, приведенных в таблице 8.1, необходимо произвести сушку обмоток. Существуют различные способы сушки электрических машин: индукционным нагревом, внешним нагревом,

электрическим током от постороннего источника и др. Наиболее распространена сушка электрических машин индукционным нагревом (рис. 2.3). При использовании этого способа можно одновременно сушить несколько машин, соединяя последовательно их намагничивающие обмотки.

Таблица 2.1 – Сопротивление изоляции обмоток электрических машин в зависимости от температуры

Температура обмотки, °С	Сопротивление изоляции МОм, При номинальном напряжении машины, В			
	220	380	500	660
10	2,7	4,6	6	7,9
20	1,85	3,3	4,3	5,6
30	1,3	2,1	2,8	3,6
40	0,85	1,5	2	2,6
50	0,6	1	1,3	1,8
60	0,4	0,7	0,9	1,2
70	0,3	0,5	0,6	0,8
75	0,22	0,38	0,5	0,65

Обмотку из изолированных проводов наматывают на наружной поверхности корпуса машины и присоединяют к источнику переменного тока. Для сушки индукционным нагревом могут быть применены сварочные трансформаторы с регулировкой тока дросселем.

Если намагничивающую обмотку невозможно намотать по всей наружной поверхности станины, приподнимают машину над плитой, либо смещают обмотку на подшипниковые щиты, как показано на рисунке 2.11.

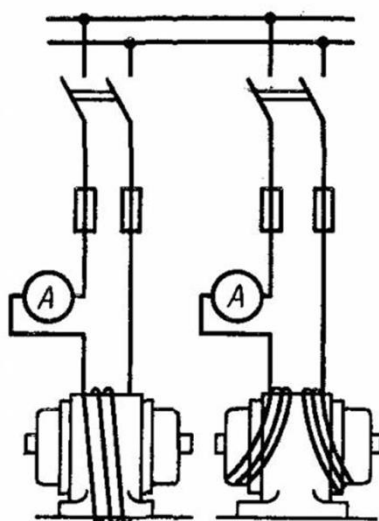


Рис. 2.11 – Схема сушки электрических машин индукционным нагревом

При сушке индукционным способом ведут непрерывное наблюдение за температурой обмотки (последняя не должна превышать 70°C) и через каждый час измеряют ее сопротивление изоляции. В начале нагрева сопротивление изоляции обычно падает, а затем начинает возрастать.

Сушку заканчивают, когда прекращается нарастание сопротивления изоляции. Если в процессе сушки сопротивление изоляции достигло требуемой нормами величины, но продолжает повышаться, сушку не останавливают. Ее продолжают до тех пор, пока сопротивление изоляции не будет примерно одинаковым в течение 2—3 ч. Другой распространенный способ сушки электрических машин — внешний нагрев (рис. 2.12). Машину помещают в кожух, у которого внизу оставляют отверстие для входа нагретого воздуха, а сверху (в противоположном углу) отверстие для выхода теплого воздуха. Кожух должен быть огнестойким (из металла или листового асбоцемента). Если его выполняют из деревянных щитов, последние обшивают кровельной сталью по войлоку. Воздух нагревают с помощью тепловоздуховки, ламп накаливания, нагревательных сопротивлений или батарей пароводяного отопления, которое устанавливают вблизи нижнего входного отверстия. Температуру нагретого воздуха у входа необходимо контролировать: она не должна быть выше 90°C . Каждый час измеряют также сопротивление изоляции обмоток.

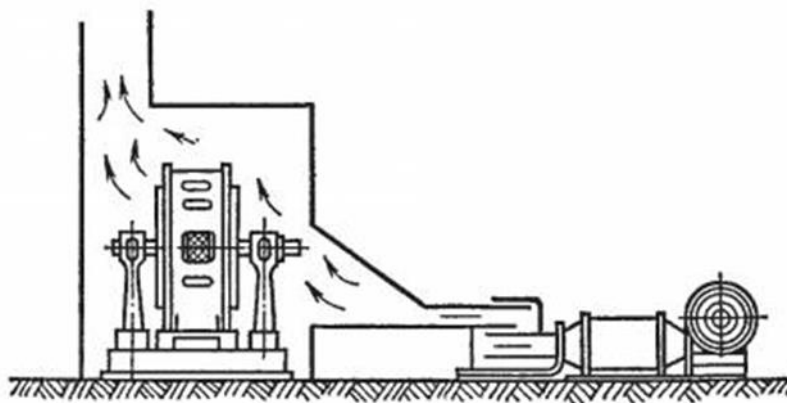


Рис.1.12 – Сушка внешним нагревом

Электрические машины сушат также электрическим током (переменным или постоянным) от постороннего источника. Для сушки асинхронных

двигателей трехфазным током применяют напряжение на более 10—15% номинального. При этом ротор должен быть заторможен. В двигателях с фазным ротором обмотку закорачивают на кольцах.

При сушке асинхронных двигателей однофазным переменным или постоянным током ротор также должен находиться в неподвижном состоянии. Схемы включения обмоток двигателя в этом случае выбирают в зависимости от числа выводов обмотки статора (рис 2.13, а, б).

При сушке асинхронных двигателей током от постороннего источника недостаточна вентиляция, так как ротор двигателя находится в неподвижном состоянии. Поэтому ток сушки на каждой фазе не должен превышать 50—70% номинального.

При этом необходимо вести непрерывный контроль за нагревом обмотки с помощью термометра (температура должна быть не выше 70° С). Если сушку производят по схемам, показанным на рисунке 2.14, в, г, рекомендуется каждые 2 ч переключать фазы обмотки электродвигателя так, чтобы нагрев всех трех фаз шел равномерно.

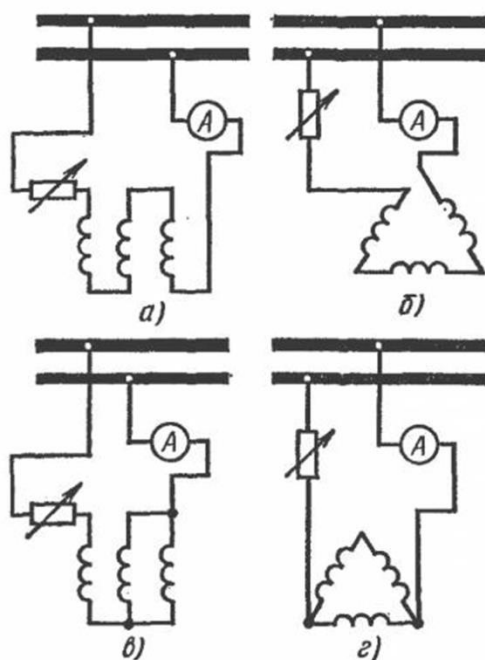


Рис. 2.14 – Схемы для сушки асинхронного двигателя однофазным переменным и постоянным током: а, б — при шести выводах обмотки, в, г — при трех выводах обмотки

Перед установкой электрических машин необходимо проверить по чертежам соответствие проекту фундаментов, кабельных каналов и монтажных проемов для транспортировки оборудования или его отдельных узлов.

Особое внимание должно быть обращено на уточнение массы перемещаемых электрических машин или их узлов (для машин, поступающих в разобранном виде) и на соответствие грузоподъемности кранов, кран-балок или других механизмов и приспособлений для подъема и перемещения машин.

При этом необходимо учитывать, что превышение паспортной грузоподъемности такелажных приспособлений и оборудования не допускается.

Схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором

Управлять асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором можно посредством контакторов. При использовании маломощных электродвигателей, для которых нет необходимости ограничивать пусковой ток, запуск производится при действующем напряжении.

Вопрос 2 Нереверсивная схема управления асинхронного двигателя.

Для подачи напряжения на управляющую и силовую цепь используется автоматический выключатель QF. (рис 2.15) Пуск асинхронного двигателя осуществляется кнопкой SB1 «Пуск», которая замыкает свои контакты в цепи катушки магнитного пускателя КМ. Который срабатывая замыкает основные контакты силовой цепи статора. Вследствие чего электродвигатель М подсоединяется к питанию. В то же время в управляющей сети происходит замыкание блокирующего контакта КМ который шунтирует кнопку SB1.

Чтобы отключить асинхронный двигатель с кз ротором, необходимо нажать клавишу SB2 «Стоп». При этом питающая сеть контактора КМ размыкается и подача напряжения на статор прекращается. После этого нужно выключают автомат QF.

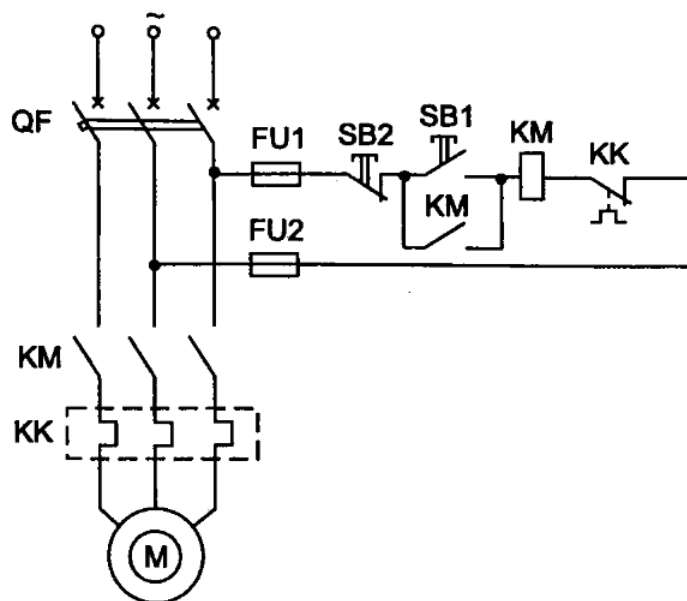


Рис 2.15 — Простейшая схема асинхронного двигателя

Схема управления АД с кз предусматривает несколько защит:

- от КЗ — посредством автоматического выключателя QF и плавкими предохранителями FU;
- от перегрузок — посредством теплореле КК (при перегреве данные устройства отсоединяют контактор КМ, прекращая работу движка);
- нулевая защита — посредством магнитного пускателя КМ (при низком напряжении или его полном отсутствии контактор КМ оказывается незапитанным, размыкается и электродвигатель выключается).

Для подключения электродвигателя после срабатывания защитного механизма требуется снова надавить клавишу SB1.

Вопрос 3 Реостатный пуск асинхронного двигателя с кз ротором.

Если невозможно запустить АД с кз ротором в стандартном режиме, используют запуск при сниженном напряжении. (рис 2.16). С этой целью в цепь статора добавляют сопротивление, реостат или используют автотрансформатор. Автоматический выключатель QF срабатывает и на управляющую и силовую цепь поступает напряжение. После нажатия кнопки SB1 пускатель КМ1 приходит в действие, подавая электроток в цепь статора с включенным сопротивлением. В то же время питание поступает и на реле времени КТ.

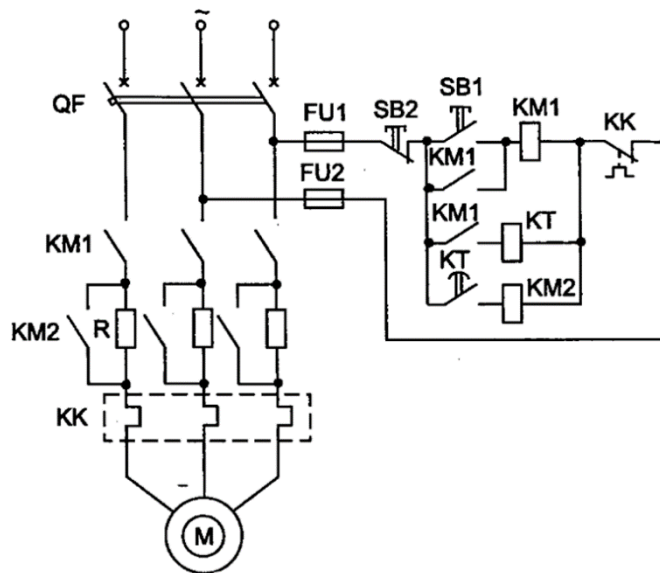


Рис.2.16 — Схема асинхронного двигателя с симметричными сопротивлениями (реостатный пуск)

Через определенный временной интервал, задаваемый реле КТ, происходит замыкание контакта КТ. В итоге пускатель КМ2 шунтирует (закорачивает) сопротивление статора. Процедура запуска электродвигателя завершается. Для его выключения необходимо нажать клавишу SB2 и выключить автомат QF.

Вопрос 4 Реверсивный пуск асинхронного двигателя

Данная схема дает возможность производить запуск электродвигателя и изменять направленность его вращения. (рис. 2.17) Для запуска необходимо включить автомат QF и нажать SB1 «Пуск», в результате чего ток поступает на магнитный пускатель КМ1, который запитывает статор. АД реверсируется последовательным нажатием кнопок «Стоп» SB3 (КМ1 выключается и двигатель останавливается) и «Реверс» SB2 (срабатывает КМ2 и асинхронный двигатель запускается в реверсивном направлении).

В данной схеме нажатием кнопки реверса меняется чередование фаз питающего напряжения на статоре двигателя, что будет вызывать смену направленности его вращения (реверсом). При помощи нормально замкнутых контактов КМ1 и КМ2 выполнена защита от ошибочного включения сразу двух

магнитных пускателей КМ1 и КМ2. Также действуют защиты, аналогичные описанным ранее. Отключить электродвигатель можно кнопкой SB3 и автоматом QF.

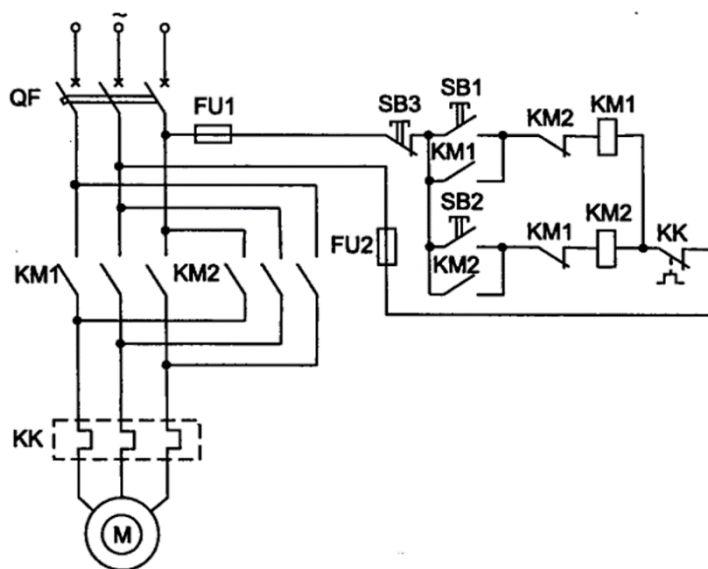


Рис. 2.17. - Схема реверсивный пуск асинхронного двигателя с кз ротором.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема «Сборка и проверка работы схем нереверсивного управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором»

Цель:

1. Изучить типовые узлы и схему нереверсивного управления электроприводов с асинхронными двигателями
2. Овладеть навыками сборки схемы нереверсивного управления асинхронным трехфазным двигателем с короткозамкнутым ротором
3. Воспитание интереса к избранной профессии, бережного отношения к оборудованию и материалам.
- 4 Развитие технического мышления.

Материально- техническое обеспечение:

- электронная презентация
- действующие модели: - нереверсивная схема пуска АД с КЗ-ротором;
- разборные модели: электромагнитный пускатель, тепловое реле.
- электронный тест по теме.
- электромонтажный инструмент
- соединительные провода
- рабочие места для сборки схем управления АДВ

Программа

1. Повторить материал по устройству и маркировке магнитных пускателей и тепловых реле (см. отчет по работе 4).
2. Изучить схему управления двигателем с помощью реверсивного пускателя, специфику её работы и заложенные в нее блокировки.
3. Собрать схему пункта 2 и запустить двигатель, осуществить его реверс (изменить направление вращения).
4. Оформить отчет.

Начнем с напоминания, что для изменения направления вращения асинхронного трехфазного двигателя необходимо поменять местами две фазы в

любом месте силовой цепи. Это можно сделать вручную, что займет много времени, или использовать реверсивный магнитный пускатель, комплектуемый из двух нереверсивных. Рассмотрим силовую цепь электродвигателя, управляемого реверсивным магнитным пускателем (рисунок 2.18).

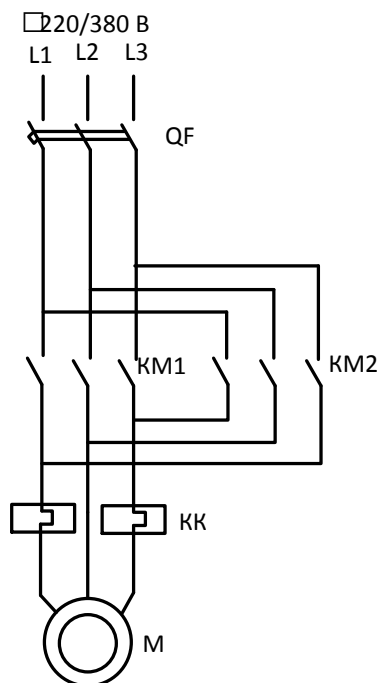


Рис. 2.18 - Схема питания электродвигателя

Чтобы произошло реверсирование, фазы соединяют таким образом, чтобы при переключении с одного пускателя на другой положение двух фаз поменялось. Проверим это условие. Замыкаем контакты пускателя КМ 1, чередование фаз на двигателе - А, В, С (нанесены под воспринимающими частями теплового реле). Включение контактов КМ 2 дает следующее чередование фаз - А, С, В (над воспринимающими частями КК). Фазы А и С меняются местами. Реверс осуществим, остается только подавать напряжение на катушки пускателей КМ 1 и КМ 2, чтобы их силовые контакты поочередно замыкались. Если схемы управления контактами независимы друг от друга, возможны ошибки оператора, и тогда, при одновременной подаче напряжения на обе катушки пускателей, замкнутся контакты КМ 1 и КМ2, и произойдет двухфазное КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ - ПРОЦЕСС В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ ОСОБО ВРЕДНЫЙ.

Значит, схема управления должна быть общей для обоих пускателей, чтобы иметь возможность предотвратить одновременное замыкание контактов КМ 1 и КМ 2. Для этого в ней существуют электрическая и электромеханическая блокировки. Для того чтобы правильно и быстро собрать схему, ее выполняют поэтапно с проверкой каждой собранной цепочки. Таких промежуточных проверок будет 3, четвертая определит работоспособность всей схемы управления.

Если вы будете соблюдать последовательность сборки, то соберете схему достаточно быстро. При сборке необходимо соблюдать правило - «приходишь» (подключаешь) на элемент схемы (предохранитель, тепловое реле, катушка пускателя и так далее) слева и сверху, а «уходишь» справа и снизу. В работе два пускателя, поэтому нужно сразу определиться, какой из них будет первым, а какой - вторым. Пусть левый будет первым, а правый - вторым так легче запомнить. Снимите и изучите трехкнопочную станцию. Убедитесь, что все три кнопки устроены одинаково, и каждая из них имеет замыкающий и размыкающий контакты (нужно запомнить, какой именно контакт является замыкающим, а какой - размыкающим).

Первый этап

Начинаем собирать первую цепочку схемы управления (так как схема управления сложнее силовой схемы (рис. 2.19)). Подсоединяем проводник к фазе С, на схеме это будет точка «б» (рис 2.19). Вторым концом проводника подсоединяем к левой клемме предохранителя, а с правой (точка 1) «идем» к кнопочной станции и соединяем последовательно три кнопки SB1, SB2, SB3, но в каждой используем контакт, задействованный в схеме, то есть размыкающий, замыкающий и опять размыкающий (точка 4). Внимание! размыкающий контакт между точками 4 и 5 - контакт второго, правого пускателя. После него надо подключить катушку первого пускателя КМ 1, затем размыкающий контакт теплового реле КК. После него подсоединяемся к фазе В, на схеме это точка «а». Проверяем эту цепочку визуально, а затем включаем разъем и QF и подаем напряжение на точки «а» и «б», то есть в схему управления, нажимаем

SB2. Если цепь собрана правильно, то по катушке КМ 1 пойдет ток, она приобретет свойства сильного магнита, притянет магнитопровод, связанный с контактами КМ 1, и замкнет контакты. Это сопровождается характерным щелчком. Первая цепочка (рис. 2.20) собрана правильно.

Второй этап

Если в первой цепочке отпустить кнопку SB2, цепь разорвется, и контакты КМ 1 (в силовой цепи) разомкнутся (катушка КМ1 обесточена). Чтобы этого избежать, параллельно кнопке SB2 подсоединим замыкающий контакт пускателя КМ 1 (не силовой), после отпускания кнопки SB2 ток на катушку «пойдет» через него (рис 2.20 а). Для этого нужно подсоединить всего два проводника. Затем нужно провести вторую проверку. Она выполняется также, как и на первом этапе. Если после отпускания кнопки SB2 контакты пускателя замкнуты постоянно, то вы правильно ее зашунтировали. Два этапа позади, и выполнены они правильно.

Третий этап

Собираем цепочку от точки 2 до точки 6 (рис. 2.20 б). В ней задействованы вторые контакты кнопок SB2 и SB3, а также размыкающий контакт КМ 1 первого пускателя. После сборки этой цепочки зашунтируйте замыкающий контакт кнопки SB3, подсоединив замыкающий контакт КМ2 к точкам 9 и 8.

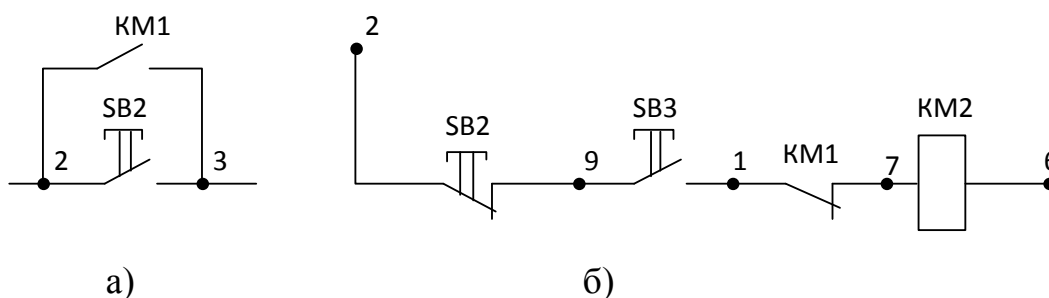


Рис. 2.20 – Схема соединения кнопок

Вы уже проводили эту операцию. Далее следует третья проверка. Если контакты замкнуты постоянно, то все собрано правильно. Теперь самая легкая часть работы - собрать силовую цепь (рис. 2.19 и 2.20).

Четвертый этап

Начинаем его с подключения трех проводов к фазам А, В, С (где на В и С уже подсоединены два провода цепи управления), (рис. 2.21) затем подсоединяем их к верхним клеммам силовых контактов КМ 1. С нижних клемм этих контактов через воспринимающие части теплового реле, проводниками подключаем электродвигатель. Теперь верхние клеммы пускателя КМ 1 соединяем с верхними клеммами КМ 2, левая клемма - с левой, средняя со средней, правая с правой. Наконец, соединяем нижние клеммы, левая клемма КМ 1 - с правой КМ 2, а правая КМ1 - с левой КМ2, средняя - со средней соответственно. Вся схема собрана. Осматриваем и проверяем ее еще раз, и, если ошибок нет, подаем напряжение. Включаем двигатель, осуществляем реверс, если все работает правильно, снимаем напряжение и разбираем схему. Теперь о блокировках. Их задача - не допустить одновременной подачи напряжения на катушки КМ 1 и КМ 2. Во время пуска (доли секунды) это обеспечивается конструкцией, устройством кнопок.

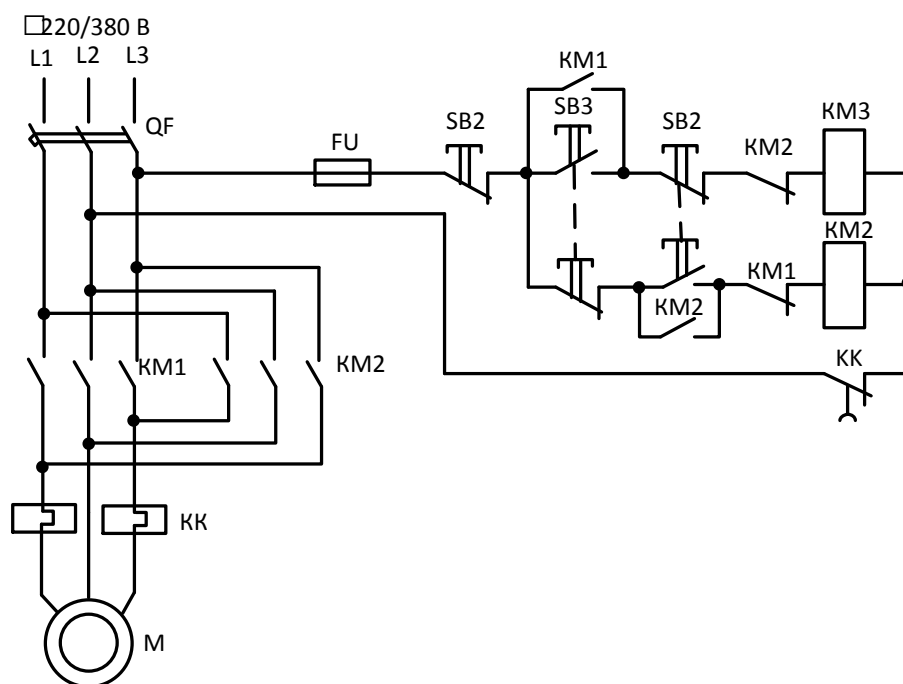


Рис. 2.21 - Схема управления электродвигателем реверсивным магнитным пускателем

При нажатии, например, кнопки SB2, сначала разомкнется ее нижний контакт (размыкающий) и разомкнет цепь катушки КМ 2, а уже затем замкнется верхний контакт (замыкающий) и напряжение будет подано на КМ 1.

Во время работы двигателя блокировку осуществляют «чужие» контакты: в цепи катушки КМ 1 установлен контакт КМ 2, и если случайно на нее попадет напряжение, то контакт КМ 2 разомкнет цепь катушки КМ1. В цепи катушки КМ 2 стоит контакт КМ 1, он выполняет такую же функцию.

Содержание отчета

В отчете необходимо отразить:

1. тема и цель работы
2. паспортные данные и технические характеристики используемых приборов и оборудования
3. принципиальная электрическая схема управления пуском электродвигателя.
4. Изучить и описать работу схемы, последовательность прохождения всех операций (от включения автоматического выключателя QF и пусковых кнопок до подачи напряжения на электродвигатель). Студенты с четными номерами в бригаде описывают работу схемы с катушкой КМ 1, студенты с нечетными номерами - КМ 2.
5. Начертить схему (рис. 2.21).
6. Написать два - три пункта ПУЭ.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: Изучение способов соединения и оконцевания проводов.

Цель: Изучить способы, технологию соединения и оконцевания проводов.

Основные сведения

Способы соединения и ответвления жил проводов и кабелей при электромонтажных работах.

Неразборные и разборные электрические контактные соединения проводов или кабелей из меди, алюминия и его сплавов, стали, алюмомедных проводов с выводами электротехнических устройств, а также контактные соединения проводников электрических сетей между собой на токи от 2,5 А и менее к контактными выводами электрооборудования, установочным изделиям должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10434-82.

Выводы электротехнических устройств, для контактных соединений, должны соответствовать требованиям ГОСТ 24753-81.

Качество электромонтажных работ находится в прямой зависимости от правильного выбора и качественного исполнения соединения, ответвления и оконцевания токопроводящих жил проводов и кабелей.

Некачественные контакты доставляют много хлопот при эксплуатации электрической проводки, а их поиск затруднён.

В местах плохого контакта токопроводящие жилы нагреваются, из-за увеличения сопротивления в месте контакта, в результате этого может произойти отгорание жилы и воспламенение изоляции (рис.2.22).

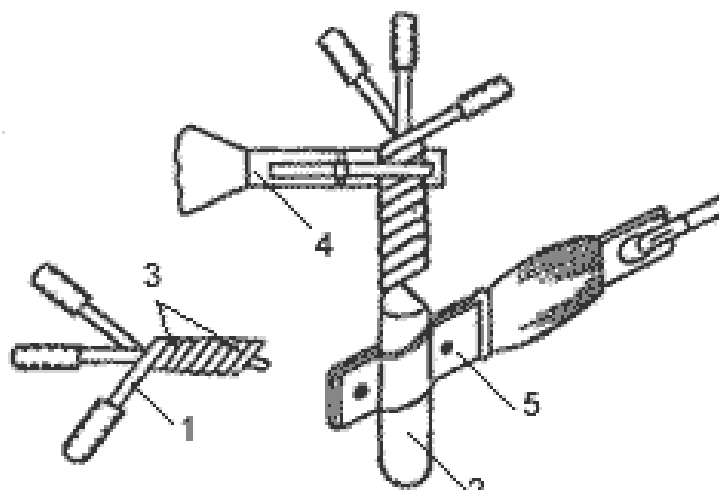


Рис. 2.22 – Соединение проводов скруткой: 1 – отдельные жилы, 2 – электропровод (кабель), 3- правильно выполненная скрутка, 4 и 5 – держатели провода при скрутке

Поэтому при монтаже электропроводки не рекомендуется применение соединений скруткой (особенно алюминиевых проводов), а скручивание медных проводов с алюминиевыми проводами (без сварки или пайки) допускается только при наличии защитного покрытия контакта.

От воздействия окружающей среды поверхность жил окисляется и качество «скрученного» контакта ухудшается. (рис.2.23)

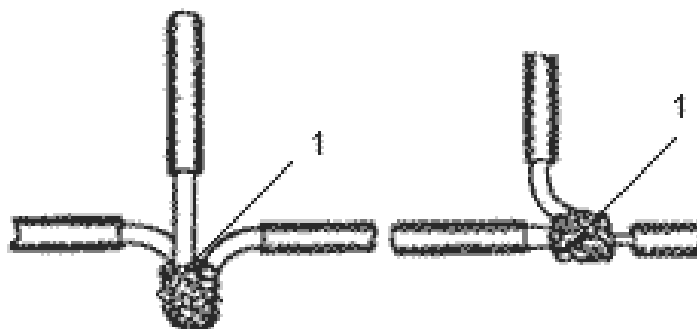


Рис. 2.23 – Защитное покрытие скрутки: 1 – зачищенные концы жил перед скруткой смачивают вазелином и облуживают

В местах присоединения жил проводов и кабелей следует предусматривать запас провода или кабеля, обеспечивающий возможность повторного их присоединения.

Места соединений и ответвлений должны быть доступны для осмотра и ремонта.

Изоляция соединений и ответвлений должна быть равноценна изоляции жил соединяемых проводов и кабелей. В местах соединений и ответвлений провода и кабели не должны испытывать механических усилий.

В случае применения скрутки (рис.2.24), зачищенные концы жил перед скруткой смазывают вазелином (для сохранения от оксида), а место скрутки периодически облуживают.

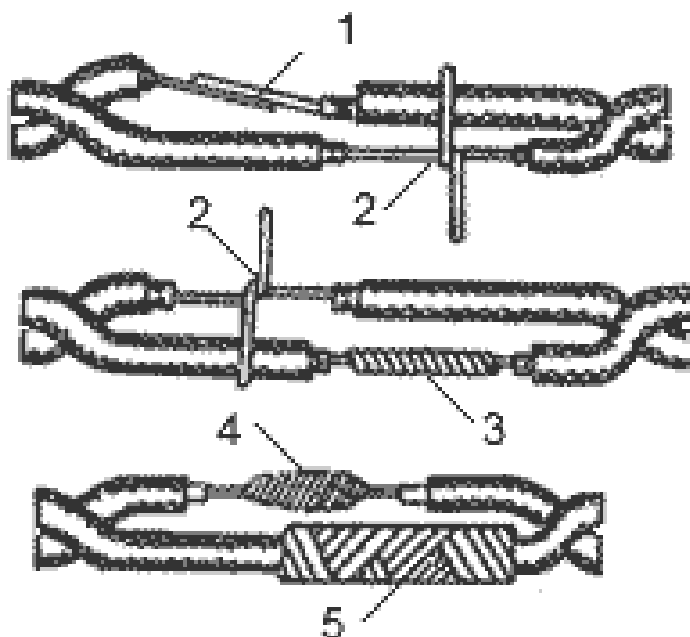


Рис. 2.24 – Порядок выполнения скрутки: 1 – жилы подготовленные к скрутке, 2 – начало скрутки, 3 – окончание скрутки стального провода, 4 – облуживание жил, 5 – слой изоляции

Все соединения и ответвления установочных проводов должны быть выполнены сваркой, опрессовкой в гильзах или с помощью зажимов в ответвительных коробках. Металлические ответвительные коробки в местах ввода в них проводов должны иметь втулки из изолирующих материалов. Допускается применять вместо втулок отрезки поливинилхлоридной трубки.

ВНИМАНИЕ! Основные требования при соединении проводов - обеспечить надёжный контакт в электрической цепи с сопротивлением, не превышающим сопротивление участка целого проводника. А для соединений проводов, работающих в условиях, не исключающих случайное их растяжение, обеспечить также и механическую прочность не ниже прочности проводника.

Способы соединения токоведущих жил проводов и кабелей к выводам электрических приборов и оборудования

Токоведущие жилы проводов и кабелей присоединяют к штыревым и гнездовым выводам электрических приборов винтовыми зажимами. К электрическому оборудованию и силовым шкафам применяют переходные контактные зажимы (наборные, винтовые, люстровые зажимы).

Зажимы могут иметь плоские, штыревые, гнездовые, штифтовые, лепестковые и желобчатые выводы, к которым присоединяют жилы проводов и кабелей непосредственно или после оконцевания их соответствующими наконечниками.

К лепестковым, штифтовым и желобчатым зажимам присоединяют только медные жилы проводов и кабелей.

Для выполнения ответвления от неразрезанных магистралей применяют винтовые зажимы, которые являются основным видом контактного присоединения, как к медным, так и к алюминиевым жилам, к электрическим машинам, приборам и оборудованию.

По конструктивному исполнению контактные соединения подразделяются на неразборные и разборные.

Неразборные контактные соединения (рис.2.25) выполняются пайкой, сваркой или опрессовкой.

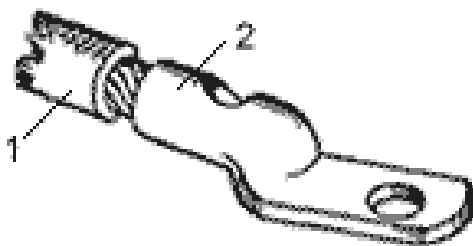


Рис 2.25 – Неразборное контактное соединение: 1 –провод (кабель), 2 – кабельный наконечник

Разборные контактные соединения (рис.2.26) (не путать с разъёмными соединениями) - не требующие применения средств стабилизации (т.е. неподвижного крепления) – выполняются стягиванием при помощи болтов, винтовых зажимов или штыревых выводов.

В местах болтовых и шарнирных соединений должны быть обеспечены меры по предотвращению самоотвинчивания (шплинты, контргайки - стопорные, тарельчатые или пружинные шайбы). Все крепежные изделия должны иметь антикоррозионное покрытие (цинкование, пассивирование).

Присоединение светильников к групповой сети должно быть выполнено с помощью клеммных колодок, обеспечивающих присоединение как медных, так и алюминиевых (алюмомедных) проводов сечением до 4 мм².

В жилых зданиях одиночные патроны (например, в кухнях и передних) должны быть присоединены к проводам групповой сети с помощью клеммных колодок (рис.2.26).

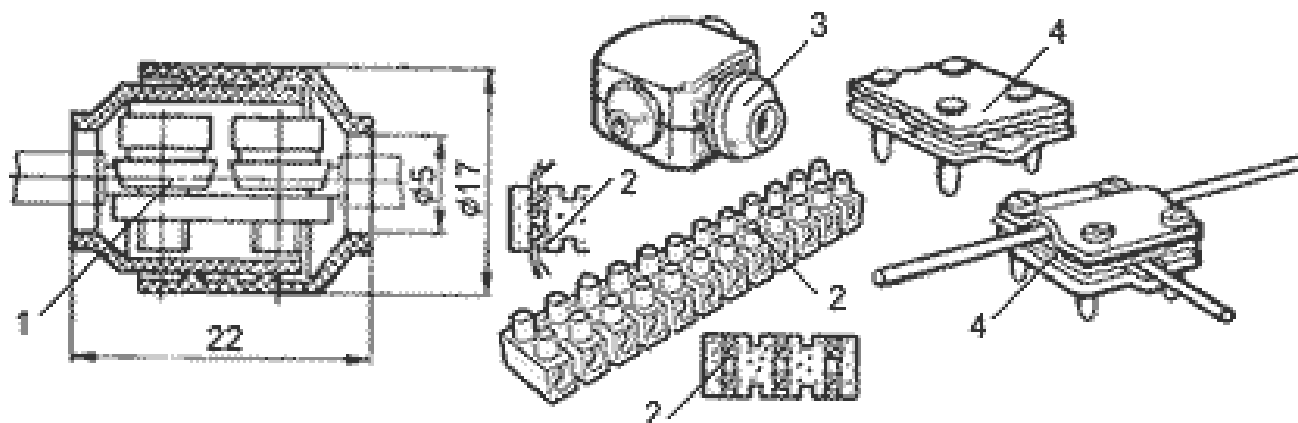


Рис 2.26 – Механические зажимы и сжимы для соединения жил проводников: 1 –люстровый, 2-4 - сжимы в пластмассовых корпусах и без корпусов.

Концы проводов, присоединяемых к светильникам, счетчикам, автоматам, щиткам и электроустановочным аппаратам, должны иметь запас по длине, достаточный для повторного подсоединения в случае их обрыва.

Наибольшие трудности при соединениях вызывают алюминиевые жилы, на поверхности которых всегда имеется плохо проводящая твердая и тугоплавкая оксидная пленка:

1. После зачистки поверхности алюминия она образуется вновь.
2. При пайке эта пленка препятствует сцеплению с припоем.
3. При сварке - образует в расплаве нежелательные включения.

ВНИМАНИЕ! При креплении в винтовых зажимах алюминий проявляет другой недостаток - низкий предел текучести, в результате чего алюминий имеет способность выскользывать из-под зажима, ослабляя контакт.

Места соединений и ответвлений проводов должны быть надежно изолированы.

Конструкция изделия обычно исключает возможность неправильного присоединения его сочленяемых токоведущих частей при монтаже изделий у потребителя. Конструкция штепсельных розеток и вилок для напряжения выше 42 В отличаются от конструкции розеток и вилок для напряжения 42 В и менее.

Для осуществления соединения при помощи розетки и вилки - к розетке подключается источник энергии, а к вилке - ее приемник.

Соединение проводов пайкой

Подобное соединение обеспечивает долговременный контакт с отличной проводимостью. Кроме проводов, пайка применяется для соединения выводов электроэлементов в электробытовых приборах и особенно широко - в радиоэлектронной аппаратуре.

ВНИМАНИЕ! Для соединений, подвергающихся механическим воздействиям или нагреву, пайка не применяется.

Для пайки обычно применяют олово (температура плавления олова 250°С) или припой ПОС-61 и ПОС-61М. В качестве флюса для пайки и лужения применяется канифоль. Чаще всего для удобства обращения применяют 20%-ный спиртовой раствор канифоли. Флюс удобно наносить на жилы кисточкой.

Перед пайкой, жилы проводов следует зачистить наждачной бумагой до блеска, облужить и закрепить между собой (рис.2.27). Вид соединения выбирается в зависимости от материала жил, их сечения и пр.

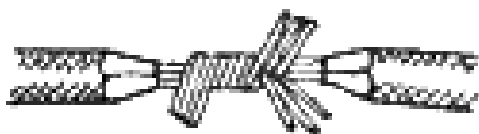


Рис 2.27 – Соединение многопроволочных жил

При пайке алюминиевых жил лучше всего использовать скрутку желобком, в котором слоем расплавленного припоя легче защищать жилы от оксидной плёнки

Бандажная скрутка удобна для жил больших сечений, которые трудно свить между собой. В последнем случае удобнее применять совмещение бандажной скрутки с формованием желобка (рис.2.28).

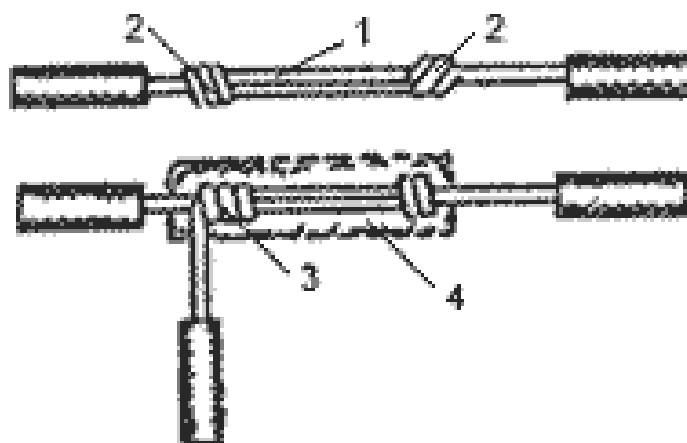


Рис 2.28 – Ответвление бандажной скруткой: 1 – бандажный желоб провода, 2 – медная скрутка желоба, 3 – ответвление линии под прямым углом, 4 – слой припоя вокруг скрутки.

Для бандажа (2) берётся медная проволока диаметром 0,6-1,5 мм, но не больше диаметра паяемых жил. Бандажная проволока облуживается, как и каждая подготовленная для пайки жила, в отдельности. Для пайки рекомендуется припой ПОС-61М.

На пайку одной скрутки потребуется больше припоя, чем спокойно может донести жало паяльника. Поэтому кончик палочки припоя подносят непосредственно к жалу паяльника, прогревающему скрутку, чтобы припой, расплавляясь, затекал в скрутку.

Количество припоя будет достаточно, если он обволакивает скрутку так, что витки бандажа или скрутки просматриваются из-под слоя припоя.

После пайки остатки канифоли надо удалить тампоном, смоченным в спирте.

Оксидную плёнку, препятствующую пайке алюминиевых жил, необходимо разрушать в процессе пайки. Предварительное облуживание

облегчает пайку алюминиевых жил. Его проводят расплавленным припоем под слоем швейного масла или расплавленной канифоли с добавлением в расплав стальных опилок. Опилки под нажимом жала паяльника разрушают плёнку, обеспечивая хорошее лужение.

Следует также предварительно перед обслуживанием зачистить жилы наждачной бумагой. После зачистки жилы надо смазать вазелином, который изолирует зачищенные места от воздействия воздуха.

Пайку облуженной жилы следует вести аналогично пайке медных проводов.

Опыт 2 Соединение проводов сваркой

Наиболее простым способом сварки алюминиевых жил является контактный разогрев их концов угольным электродом до образования расплавленного шарика. Нагрев происходит в точке соприкосновения электрода и жилы.

Концы свариваемых жил и электрод – следует подключить к вторичной обмотке трансформатора мощностью не менее 0,5 кВт и с выходным напряжением 6-10 В. Для сварки обычно применяется лабораторный девятиамперный автотрансформатор.

Необходимо снять с него ползунок, регулирующий напряжение, и намотав поверх сетевой обмотки вторичную обмотку, которую следует изолировать от сетевой несколькими слоями бумаги, и намотать поверх вторичной обмотки несколько слоёв изоляционной ленты с хлопчатобумажной основой.

Для электрода подойдёт угольная щётка от коллекторного электродвигателя или графитовый вкладышот троллейбусной штанги. На рабочей поверхности электрода следует вырезать небольшую лунку. В эту лунку необходимо засыпать флюс. Потом в лунке можно будет формировать расплавленные шарики.

С проводов, подлежащих сварке, следует срезать изоляцию на длине 40-50 мм, зачистить провода наждачной бумагой и скрутить.

Основные виды соединений проводов под пайку и сварку приведены ниже.

Содержание отчета.

1. Записать название и цель работы;

2. Внимательно прочесть текст практической работы;

3. Ответить письменно на следующие вопросы:

1. Возможные последствия при некачественных соединениях жил проводов?

2. Когда рекомендуется и когда не рекомендуется соединение жил проводов скруткой?

3. Необходимость запаса провода в местах соединения?

4. Необходимость смазывания и облуживания концов жил?

5. Как должны выполняться все соединения и ответвления установочных проводов?

6. Каковы основные требования при соединении проводов?

7. Как присоединяют жилы проводов к штыревым и гнездовым выводам эл. приборов, к электрооборудованию и силовым шкафам?

8. Где применяют винтовые зажимы?

9. Как выполняют неразборные контактные соединения?

10. Как выполняют разборные контактные соединения?

11. Использование клеммных колодок;

12. Трудности, достоинства и недостатки при соединении алюминиевых жил?

13. Применение контактных зажимов?







Для защиты расплава от воздействия кислорода из окружающего воздуха – следует применять флюс, состоящий из взятых в пропорции 5:3:2 (в частях по массе):

- из хлористого калия,

- хлористого натрия

- и криолита.

Таблица 2.2 - Основные виды соединений проводов под пайку

Расположение проводов	В и д ы с к р у т к и					
	Простая скрутка		Бандажная скрутка		Скрутка желобком	
Параллельная скрутка						
Последовательная скрутка						
Скрутка под ответвление электрической цепи						

Этот флюс можно заменить обычной бурой (тетраборатом натрия), которая продаётся в аптеках.

Перед сваркой в лунку угольного электрода (изготовленного по указаниям выше) насыпают флюс и опускают скрутку проводов, прижимая их к электроду. После этого включают трансформатор. Под слоем расплавившегося флюса концы жил оплавляются и сливаются в шарик.

ВНИМАНИЕ! Следует помнить, что отводить жилы от электрода можно только после остывания (затвердения) спая. При этом очень важно, чтобы за процессом сварки наблюдали только через специальную маску электросварщика. В противном случае рискуете потерять зрение.

Чтобы уменьшить потери напряжения, трансформатор надо размещать как можно ближе к месту сварки.

ПРИМЕЧАНИЕ: Хотя сварка проходит без брызг и капель расплавленного металла, для безопасности работу следует выполнять в перчатках. На пол необходимо положить лист асбеста или фанеры - для защиты от земли (заземления).

Полезно предварительно освоить технологию сварки на отрезках ненужных проводов.

К данной работе допускается только опытный сварщик.

Контрольные вопросы

1. Устройство винтовых зажимов?
2. Требования, предъявляемые к винтовым зажимам?
3. Устройство, достоинства и недостатки безвинтовых (пружинных) зажимов. Применение их.
4. Порядок соединения проводов пайкой. Достоинства и недостатки. Применение.
5. Как паять алюминиевые жилы?
6. Как производится соединение жил сваркой. Достоинства и недостатки?
7. Что называют флюсами, для чего они?

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ПО РАЗДЕЛУ 2

Вопрос №1. Согласно требованиям ПУЭ, наименьшее допустимое сопротивление изоляции электропроводок должно быть не менее

А) 0,5 МОм; Б) 0,5 кОм;

В) 0,5 Ом; Г) 4.0 Ом;

Вопрос №2. Что обеспечивает тепловое реле?

А) Защиту от короткого замыкания; Б) Защиту от перегрузок;

В) Нулевую защиту; Г) Минимальную токовую защиту;

Вопрос №3. Какой вывод можно сделать при измерении величины сопротивления межфазной изоляции обмоток двигателя, если значение мегомметра стремиться к "0"?

А) Произошёл обрыв обмоточного провода одной из фаз электродвигателя;

Б) Произошло межфазное короткое замыкание;

В) Произошло замыкание на корпус;

Г) Изоляция обеих фаз находится в удовлетворительном состоянии;

Вопрос №4 Выбор способа крепления деталей при монтаже не зависит от ..

А) вида строительного основания

Б) характера нагрузки

В) массы закрепляемой детали

Г) трудоемкости и стоимости работ

Д) пожеланий заказчика

Вопрос №5 Размеры разделки проводов и кабелей зависят от ..

А) конструкции проводника и вида соединительного или концевого устройства

Б) материала изоляции проводника и вида соединительного или концевого устройства

В) размеров проводника и навыков электромонтажника

Г) применяемого инструмента, вида соединения, и способа монтажа

Д) конструкции проводника и вида соединительного или концевого устройства (берется по справочным данным)

Вопрос №6 Наиболее дешевым и надежным способом соединения жил проводов и кабелей является ..

- А) сварка
- Б) пайка
- В) опрессовка
- Г) механический сжим
- Д) контактный разогрев

Вопрос №7 Опрессовка наконечника алюминиевой жилы выполняется ..

- А) одним сжимом
- Б) двумя сжимами
- В) тремя сжимами
- Г) четырьмя сжимами

Вопрос №8 Основной изоляционный материал кабелей напряжением выше 1000 В:

- А) полиэтилен
- Б) поливинилхлорид
- В) резина
- Г) пропитанная кабельная бумага
- Д) сшитый полиэтилен

Вопрос №9 Основной изоляционный материал шнуров:

- А) полиэтилен
- Б) поливинилхлорид
- В) резина
- Г) пропитанная кабельная бумага

Вопрос №10 Основной изоляционный материал кабелей напряжением ниже 1000 В:

- А) полиэтилен
- Б) поливинилхлорид
- В) резина
- Г) пропитанная кабельная бумага

Раздел 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СИЛОВЫХ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Тема 1. Техническое обслуживание электрических машин, трансформаторов.

Лекция 9

Тема: Техническое обслуживание электрических машин

Вопрос 1 Значение проведения технического обслуживания.

В процессе эксплуатации детали электрических машин подвергаются износу, что приводит к отказам в их работе. Для устранения отказов, вызванных износом, периодически проводят ремонт, позволяющий поддерживать работоспособность машин на высоком уровне. Важную роль при эксплуатации играет правильный выбор электрических машин и их защит в аварийных и ненормальных режимах работы, а также применение диагностических систем, позволяющих своевременно определить наступление предельного состояния до возникновения отказа.

В процессе эксплуатации важное место занимает техническое обслуживание машин перед вводом в эксплуатацию, к процессе работы и после остановки, плановое проведение ремонта и профилактические (межремонтные) испытания.

Профилактические испытания позволяют обнаружить неисправности, которые не всегда можно выявить во время осмотра, поскольку они не имеют внешних проявлений. При этих испытаниях проверяют сопротивление изоляции обмоток электрических машин и пускорегулирующей аппаратуры, правильность срабатывания защиты машин напряжением до 1000 В в сетях с заземленной нейтралью и устройств защитного отключения.

Согласно ПУЭ при проверке сопротивления изоляции электрических машин мегомметры выбирают следующим образом: для измерения

сопротивления изоляции обмоток машин постоянного тока и обмоток статора машин переменного тока напряжением до 1 кВ следует пользоваться мегомметром класса напряжения 1000 В, а для измерения сопротивления изоляции обмоток ротора машин переменного тока напряжением до 1 кВ — мегомметром класса напряжения 500 В. Для измерения сопротивления изоляции обмоток машин переменного тока, имеющих напряжение свыше 1 кВ, следует использовать мегомметры класса напряжения 2500 В,

Работы по техническому обслуживанию электрических машин весьма разнообразны. Типовой объем этих работ включает в себя: ежедневный контроль за выполнением правил эксплуатации электрических установок потребителей и инструкций завода-изготовителя (контроль за нагрузкой, температурой отдельных узлов электрической машины, температурой охлаждающей среды при замкнутом цикле охлаждения, наличием и состоянием смазки в подшипниках, уровнем шумов и вибраций, степенью искрения под щетками и т.д.); ежедневный контроль за исправностью заземления; обтирку, чистку и продувку машины, выявление мелких неисправностей и их устранение, не требующее специальной остановки и проводимое во время перерывов в работе основного технологического оборудования (подтяжка контактов и креплений, замена щеток, регулирование траверс и т.п.); проверку состояния электрических машин с использованием средств технической диагностики, проводимую в целях выявления предельной выработки ресурса ее узлов и деталей и предупреждения аварийных ситуаций; восстановление отключившегося (в результате срабатывания защиты) оборудования; приемосдаточные испытания после монтажа, ремонта и наладки электрических машин и систем их защиты и управления; плановые осмотры эксплуатируемых машин по утвержденному главным электриком графику с заполнением карты осмотра.

Для большинства электрических машин основным фактором, влияющим на их работоспособность, является рабочая температура отдельных частей машин (обмотки, подшипников, коллектора и контактных колец). Поэтому в

процессе эксплуатации контролю за температурой уделяется особое внимание. На практике применяются два метода контроля за нагревом: непосредственный и косвенный.

При непосредственном методе контроля электрическая машина имеет встроенные в обмотки, подшипники и магнитопровод датчики температуры с различными термопреобразователями (термометры сопротивления, терморезисторы, термопары). С помощью этих датчиков производятся измерения температуры или превышения температуры (над температурой окружающей среды) соответствующих узлов машины. Измерения могут проводиться либо дистанционно, либо непосредственно на машине при каждом ее осмотре. Соответственно температура может контролироваться либо постоянно либо периодически. Важным преимуществом непосредственного метода является возможность измерения температуры без отключения машины.

Если непосредственный метод контроля невозможен (отсутствуют встроенные датчики температуры), то применяется косвенный метод контроля за нагревом машины. При использовании этого метода следят не за самой температурой или ее превышением, а за нагрузкой машины и температурой охлаждающей среды. Обычно, если нагрузка не превышает номинальную, а температура охлаждающей среды не превышает допустимую, не следует опасаться недопустимых перегревов. Косвенный метод контроля широко используется при эксплуатации электрических машин малой и средней мощности, для которых, как правило, установка датчиков температуры не предусмотрена.

Вопрос 2 Виды и причины износа электрических машин

В процессе эксплуатации электрические машины изнашиваются и условно можно выделить три вида износа по характеру физических процессов, лежащих в его основе: механический, электрический и моральный.

Механический износ. Этот вид износа является следствием длительных знакопостоянных или знакопеременных механических воздействий на

отдельные части и детали электрических машин. В результате этих воздействий их первоначальные формы и качество ухудшаются. Например, износ трущихся деталей электрических машин — коллектора, контактных колец, подшипников, шеек валов и др.

Электрический износ. Такой вид износа приводит к невозможности восстановления электроизоляционными материалами своих изоляционных свойств и ему подвержены изоляция проводов, пазовая, лобовых частей и выводов электрических машин. Электрическому износу способствует высокая рабочая температура, наличие в окружающей среде химически активных веществ, пыли и т. п. В результате этих воздействий происходит пробой изоляции, а на частях электрооборудования, не находящихся нормально под напряжением, могут появляться высокие электрические потенциалы. Устранение этих повреждений требует, как правило, капитального ремонта машины.

Моральный износ. Этот вид износа обусловлен появлением нового оборудования, имеющего более высокие технико-экономические показатели. В этих условиях дальнейшая эксплуатация устаревшего оборудования является нецелесообразной, так как приводит к увеличению стоимости выпускаемой на нем продукции. Изменением конструкции и улучшением технических показателей такого оборудования при капитальном ремонте в процессе модернизации можно продлить сроки его экономически оправданной эксплуатации.

Приведенная классификация износов электрооборудования является условной, так как все три типа износа нельзя рассматривать изолированно друг от друга. На механический износ токоведущих частей сильное влияние оказывают уровни электромагнитных нагрузок, определяющих уровень механических вибраций и усилий; на электрический износ изоляции значительное влияние оказывают чисто механические факторы (давление щетки, внешние вибрации, абразивный износ изоляции и др.). Степень механического и электрического износа, с другой стороны, определяет и степень морального износа, поскольку определяет энергетические

характеристики электрических машин.

Тем не менее отдельный анализ видов износа позволяет более четко выявить физические факторы, лежащие в основе этих явлений, с целью выработки мероприятий, направленных на ослабление их влияния на работу машины.

Витковое короткое замыкание вследствие пробоя изоляции между смежными витками обмотки статора или ротора приводит к повышенному перегреву электрической машины даже при нагрузке, не превышающей номинальную.

Короткое замыкание между фазами обмотки статора вследствие пробоя межфазной изоляции или пробоя изоляции двух фаз на корпус приводит к сильным вибрациям машины переменного тока, которые прекращаются при отключении машины от сети. Кроме того, наблюдается асимметрия токов в фазах и быстрый нагрев отдельных участков обмотки.

При коротком замыкании обмотки фазного ротора (или при пробое изоляции между контактными кольцами и валом) асинхронный двигатель пускается в ход при разомкнутой обмотке ротора. Под нагрузкой пуск двигателя происходит медленно, а ротор сильно нагревается даже при небольшой нагрузке. » Обрыв проводников обмотки статора двигателей переменного тока вызывает асимметрию токов и быстрый нагрев одной из фаз при работающей машине. При обрыве фазы (крайний случай обрыва проводников) двигатель не пускается при подаче напряжения, наблюдается сильный шум и быстрый нагрев двигателя. При обрыве фазы работающего двигателя наблюдается резкая асимметрия токов статора, сильный шум и быстрый нагрев сверх допустимых пределов. Обрыв стержня короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя приводит к повышенным вибрациям, уменьшению частоты вращения под нагрузкой, периодическим пульсациям тока статора во всех фазах.

Недопустимое снижение сопротивления изоляции обмоток может произойти вследствие ее сильного загрязнения, увлажнения или частичного

разрушения в результате износа.

Нарушение электрических контактов, паянных или сварных соединений приводит в асинхронных двигателях к тем же последствиям, что и обрыв витков, стержней обмотки ротора или фазы обмотки в зависимости от места нахождения данного электрического соединения. Нарушение контакта в цепи щеток приводит к повышенному искрению.

Нарушение межлистовой изоляции сердечников магнитопроводов статора машин переменного тока или ротора машин постоянного тока приводит к недопустимому повышению температуры Магнитопровода в целом и его отдельных участков. Это в свою очередь приводит к повышенному нагреву обмоток и может вызвать выгорание части магнитопровода.

Ослабление прессовки листов магнитопровода вызывает шум и повышенную вибрацию электрических машин, исчезающие после отключения машины от сети.

Ослабление крепления полюсов и сердечников статоров приводит к повышенной вибрации, исчезающей после отключения машины от сети.

Выработка коллектора и контактных колец, ослабление нажатия щеток приводит к повышенному искрению и нагреву контактных колец и коллектора. При этом износ щеток ускоряется.

Деформация вала приводит к появлению эксцентриситета ротора, больших сил одностороннего тяжения, в результате чего асинхронный двигатель не развивает номинальную скорость, а его работа сопровождается низкочастотным шумом (на оборотной частоте).

Засорение охлаждающих (вентиляционных) каналов и загрязнение корпуса приводит к повышенному нагреву машины или ее отдельных частей при нагрузках, не превышающих расчетных значений.

Выплавка баббита в подшипниках скольжения или чрезмерный износ подшипников качения приводят к нарушению соосности электрической машины и приводного механизма, к появлению эксцентриситета ротора. Первая причина вызывает повышение вибраций, которые не исчезают после

отключения ее от сети, а вторая — такие же проявления, как и при деформации вала.

Нарушение уравновешенности (балансировки) вращающихся частей (муфт, шкивов и роторов) приводит к появлению повышенных вибраций.

Как видно из анализа проявлений возможных неисправностей и их влияния на рабочие свойства электрических машин, одни и те же физические дефекты могут быть вызваны различными причинами. Это часто не позволяет однозначно определить неисправности машины, а ограничиться лишь их возможным перечнем. Истинная причина может быть определена только в процессе дефектации. Если говорить о неисправностях конкретных видов электрических машин, то, как правило, эксплуатационный персонал при работе ориентируется на перечень типовых неисправностей и способ их устранения, который содержится в паспорте каждой электрической машины (или группы однотипных машин). В качестве примера в табл. 11.1 приведен перечень возможных неисправностей асинхронных двигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора серии АИР, вероятных причин их появления и способов устранения. Аналогичные перечни содержатся в паспортах, поставляемых заводами-изготовителями вместе с электрическими машинами.

При устранении неисправностей, указанных в таблице 3.1, двигатель необходимо отсоединить от питающей сети и от привода

Таблица 3.1 - Перечень возможных неисправностей асинхронных двигателей

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
1	2	3
Двигатель при пуске не разворачивается, гудит	Отсутствие или недопустимое уменьшение напряжения питающей сети.	Найти и устранить неисправности сети.
	Перепутаны начало и конец фазы обмотки статора.	Произвести подключение фаз согласно схеме.
	Двигатель перегружен.	Снизить нагрузку.
	Неисправен привод ной механизм	Устранить неисправность приводного механизма

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
Остановка работающего двигателя*	Прекращение подачи напряжения.	Найти и устранить разрыв в электрической цепи.
	Неполадки в аппаратуре распределительного устройства и питающей сети.	Устранить неполадки в аппаратуре и питающей сети.
	Заклинивание приводного механизма.	Устранить неисправность приводного механизма.
	Сработала защита	Проверить обмотку статора и устранить причину
Вал вращается, но нормальная частота вращения не достигается	Во время разгона отключилась одна из фаз.	Подключить отсоединившуюся фазу.
	Уменьшилось напряжение в питающей сети.	Поднять напряжение до номинального значения.
	Двигатель перегружен	Устранить перегрузку
Повышенный перегрев двигателя	Двигатель перегружен ПО ТОКУ. W	Снизить нагрузку до номинальной.
	Повышено или понижено напряжение в сети.	Установить напряжение в соответствии с ГОСТ 183-74*.
	Повышена температура окружающей среды.	Установить допустимую температуру.
	Нарушена нормальная вентиляция (загрязнены вентиляционные каналы и корпус двигателя). Нарушена нормальная работа приводного механизма	Почистить корпус и вентиляционные каналы. Устранить неполадки в работе приводного механизма
Обмотка статора перегревается, двигатель сильно гудит и не развивает нормальной частоты вращения	Межвитковое замыкание в обмотке статора. Обмотка одной из фаз пробита на корпус (землю) в двух местах. Короткое замыкание между фазами. Обрыв одной из фаз.	Заменить статор.
		То же
Повышенный перегрев и стук подшипников	Неправильная центровка двигателя с приводным механизмом или ее нарушение. Повреждение подшипников	Правильно отцентровать двигатель с приводным механизмом.
		Заменить подшипники
Повышенная вибрация работающего двигателя	Недостаточная жесткость фундамента. Несоосность вала двигателя с валом приводного механизма. Не сбалансирован привод или соединительная муфта (шкив)	Увеличить жесткость фундамента. Улучшить соосность валов. Отбалансировать привод или муфту (шкив)
Пониженное сопротивление изоляции обмоток	Загрязнение или отсыревание обмоток	Разобрать и почистить двигатель, продуть и просушить обмотку

Вопрос 3. Выбор защиты электрических машин

Правильный выбор и настройка защиты электрических машин позволяет увеличить их рабочий ресурс, обеспечить безаварийную работу и повысить эксплуатационную надежность, защита может действовать на отключение и на сигнал. В первом случае при недопустимом отклонении режимных параметров происходит отключение электрической машины от сети, во втором — подается звуковой или световой сигнал обслуживающему персоналу о недопустимом отклонении параметров, и он уже принимает решение о необходимости отключения машины.

Применение защиты удорожает машину, поэтому выбор типа и количества защит определяется не только технической, но и экономической целесообразностью их установки.

В ПУЭ и ПЭЭП установлены следующие типы защит для электрических двигателей.

Для двигателей напряжением до 1000 В предусмотрены:

- защита от многофазных коротких замыканий и от минимального напряжения, а в сетях с глухозаземленной нейтралью дополнительная защита от однофазных замыканий (для двигателей переменного тока);
- защита от коротких замыканий и от недопустимого повышения частоты вращения (для двигателей постоянного тока);
- защита от асинхронного режима (для синхронных двигателей); В защита от перегрузки (для всех двигателей). Для двигателей переменного тока напряжением свыше 1000 В кроме того предусмотрены: защита (на сигнал и на отключение) от повышения температуры смазки или прекращения ее циркуляции (для двигателей, имеющих принудительную смазку подшипников);
- защита (на сигнал и на отключение) от повышения температуры охлаждающего газа или прекращения вентиляции (для двигателей, имеющих принудительную вентиляцию); защита «на сигнал» от снижения циркуляции воды и защита «на отключение» от прекращения ее циркуляции (для

двигателей с водяным охлаждением обмоток и активной стали и имеющих встроенные воздухоохладители, охлаждаемые водой);

- общая защита от многофазных коротких замыканий (для блоков «трансформатор — двигатель»);

- автоматическое гашение поля в аварийных режимах (как правило, для синхронных электродвигателей мощностью свыше 500 кВт). Для защиты от коротких замыканий применяются предохранители или автоматические выключатели.

Защита от перегрузки должна выполняться с выдержкой времени и может быть построена с использованием тепловых реле. Эта защита должна действовать «на отключение» или «на сигнал», а если возможно, — на разгрузку двигателя. Защита от перегрузки Устанавливается при тяжелых условиях пуска (для ограничения Длительности пуска при пониженном напряжении) и в тех случаях, когда по технологическим причинам возможна перегрузка механизма.

Защита от минимального напряжения применяется для следующих двигателей: для двигателей постоянного тока, не допускающих прямого пуска при напряжении сети; для двигателей тех механизмов, самозапуск которых после останова недопустим по технологическим соображениям; для многоскоростных двигателей тех механизмов, самостоятельный пуск которых допустим и целесообразен (при этом защита должна автоматически переключать двигатель на низшую скорость).

Защита от асинхронного режима синхронных двигателей напряжением до 1000 В должна осуществляться с помощью защиты от перегрузки по току статора, а для двигателей напряжением свыше 1000 В защита может осуществляться с помощью токового реле, реагирующего на увеличение тока статора и отстроенного от действия пускового тока и от тока в режиме форсирования возбуждения.

Для генераторов переменного тока мощностью свыше 1 МВт предусмотрены следующие виды защиты:

- от многофазных коротких замыканий в обмотке статора и на ее выводах;
- однофазных замыканий на землю в обмотке статора;
- двойных замыканий на землю (одно возникло в обмотке статора, другое — во внешней цепи);
- замыканий между витками одной фазы в обмотке статора;
- внешних коротких замыканий;
- перегрузки токами обратной последовательности применяется для генераторов мощностью свыше 30 МВт;
- симметричной перегрузки обмотки статора;
- перегрузки обмотки ротора током возбуждения;
- асинхронного режима с потерей возбуждения;
- замыкания на землю во второй точке цепи возбуждения.

Защита от многофазных коротких замыканий для генераторов мощностью свыше 1 МВт выполняется в виде дифференциальной токовой защиты, которая должна действовать на отключение генератора от сети, гашение поля и останов приводного двигателя. Для генераторов мощностью до 1 МВт для этих целей может быть использована защита от внешних коротких замыканий, действующая на отключение генератора и гашение поля возбуждения.

Защита от однофазных замыканий на землю при емкостном токе замыкания на землю не менее 5 А выполняется в виде токовой защиты, действующей на отключение генератора и гашение поля возбуждения. Защита от замыканий между витками одной фазы выполняется в виде поперечной дифференциальной токовой защиты без выдержки времени. Она должна действовать на отключение генератора и гашение поля.

Защита от внешних коротких замыканий выполняется в виде максимальной токовой защиты, действующей на отключение генератора.

Защита от симметричной перегрузки обмотки статора также выполняется в виде максимальной токовой защиты, действующей на сигнал с выдержкой времени.

Защита а от асинхронного режима может действовать на сигнал, если

генератор допускает работу в этом режиме (после гашения поля возбуждения), или на отключение, если асинхронный режим для генератора является недопустимым.

В настоящее время электрические машины снабжаются комплектными защитными устройствами, выполняющими одновременно функции не одной, а нескольких защит. При этом наиболее универсальной остается тепловая защита электрических машин, позволяющая наиболее полно использовать их возможности.

Лабораторно-практическая работа № 8

Тема: Техническое обслуживание электрических машин переменного тока

Цель: изучить техническое обслуживание электрических машин переменного тока

Оборудование и расходный материал:

- 1.электрическая машина переменного тока
- 2.тестор, мегометр
- 3.технические характеристики.

Краткие теоретические сведения

Выполняя ТО-3 электровозам серий ЧС и электропоездам, при наружном осмотре убеждаются в отсутствии трещин в остове и на подшипниковых щитах, в исправном состоянии и надежном креплении выводных кабелей, клиц и болтов, крепящих сердечники полюсов. Наличие на подводящих кабелях вздутия изоляции, а также резкий изгиб указывают на образование внутреннего излома жил. В этом случае в указанном месте делают продольный разрез изоляции и осматривают состояние жил. При обнаружении поврежденных жил кабель заменяется. Устраняется трение кабелей о поперечные балки кузова. Прочищают межламельный зазор (расстояние между пластинами) коллектора. После проверки состояния щеткодержателей и их кронштейнов проворачивают

траверсу и осматривают щетки, высота которых должна быть не менее установленной нормы, а обрыв жил шунта не должен превышать 25 % площади своего сечения. В противном случае щетки заменяют новыми с предварительной притиркой. При смене щеток проверяют нажатие на них пальцев. Ослабленные изоляторы или изоляторы с нарушением глазури, имеющие перекрытия более 20 % своей длины, а также при наличии трещин заменяют. На электропоездах в дополнение к перечисленным работам проверяют состояние и крепление вентиляторов. Запрещается эксплуатация электрических машин с ослабшим или поврежденным вентилятором. Осматривая вспомогательные машины, также как и ТЭД, сначала их подвергают пневмоочистке, а затем тщательно проверяют их состояние по вышеописанной технологии.

На текущем ремонте ТР электровозов и текущем ремонте ТР-1 электропоездов после постановки их в депо прежде всего измеряют

Порядок выполнения работы

1. Дать классификацию электродвигателей используемых на железнодорожном транспорте

2. Описать ТО-3

Содержание отчета:

1. Краткое описание ТО-3 электродвигателей

2. Сделать вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Для чего производится ТО-3 электродвигателей

2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции?

3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?

4. Перечислите основные части электродвигателей

Лабораторно-практическая работа № 9

Тема: Проведение технического осмотра асинхронных двигателей

Цель: Получение навыков по разборке двигателя и составлению карты технологического процесса.

Оборудование и раздаточный материал: отвертки, гаечные ключи, молоток, мультиметр, асинхронный двигатель.

Задание.

Используя полученные ранее теоретические сведения составить карту технологического процесса по приведенной форме и разобрать двигатель согласно составленной карте.

Таблица 3.2 - Карта технологического процесса разборки двигателя.

№ п\п	Наименование операции	Инструменты, приспособления, материалы и др.	Описание операции, условия проведения.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип действия трехфазного асинхронного двигателя. какие законы лежат в основе его работы?
2. Какие виды асинхронных двигателей существуют?
3. Как влияет изменение питающего напряжения на вращающий момент асинхронного двигателя?

4. Какие способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей вы знаете?
5. Что такое номинальное и критическое скольжение?
6. Какие способы пуска асинхронных двигателей вы знаете?
7. При каких условиях в статоре двигателя образуется вращающееся магнитное поле?
8. От каких факторов зависит частота вращения магнитного поля статора?
9. Как изменить направление вращения трехфазного асинхронного двигателя?

Лабораторно-практическая работа № 10

Тема: Проведение технического осмотра открытых распределительных устройств

Цель: Осмотр открытого распределительного устройства подстанции.

Оборудование и раздаточный материал: макет открытого распределительного устройства 500 кВ.

Отчет содержит следующие разделы.

1. Цель работы.
2. Электрическая схема указанной преподавателем ячейки ОРУ.
3. Конструкция ячейки ОРУ: – план ячейки с указанием основных элементов; – разрез ячейки.
4. Отличительные особенности рассмотренной ячейки по сравнению с другими.

Контрольные вопросы

1. Для чего нужно ОРУ?
2. Что входит в состав ОРУ?
3. Какие требования предъявляют к конструкциям ОРУ?
4. По каким схемам сооружают ОРУ 500 кВ?

5. Какими конструктивными решениями обеспечивается безопасность обслуживания оборудования на открытом распределительном устройстве?
6. Какие конструктивные решения позволяют сократить размеры ОРУ 500 кВ?
7. Как выполнена ошиновка ОРУ?
8. Чем определяются размеры основных элементов компоновки ОРУ?
9. Каковы минимально допустимые междуфазные расстояния и расстояния от токоведущих частей до заземленных конструкций для ОРУ 500 кВ?
10. Где и для чего должны быть предусмотрены проезды на ОРУ?
11. На какой высоте закреплены проводники сборных шин?
12. Как устроены подвесные разъединители?
13. Назовите основные преимущества ОРУ перед ЗРУ.

Лабораторно-практическая работа № 11

**Тема: Замена элементов трансформаторов, не подлежащих ремонту
(обмотки, магнитопровод)**

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание трансформаторов.

Оборудование и раздаточный материал: Информационный и презентационный материал, «Практикум электромонтера», модуль ФЦИОР. рабочие тетради.

Задание к работе:

Изучить информационный и презентационный материал и составить технологическую карту по техническому обслуживанию трансформаторов (по аналогии).

Таблица 3.3 - Технологическая карта по техническому обслуживанию трансформаторов

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работы:

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Включить «Практикум электромонтера» и выполнить работу по техническому обслуживанию трансформатора.
4. Включить модуль ФЦИОР и выполнить все задания.
3. Составить технологическую карту основных работ ТО трансформаторов.
4. Составить отчет

Содержание отчета:

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие виды работ включает в себя техническое обслуживание трансформаторов?
2. На основании каких документов устанавливаются сроки технического обслуживания трансформаторов?
3. В каких случаях проводятся внеочередные осмотры трансформаторов?
4. Где отражаются результаты осмотров технического обслуживания трансформаторов?
5. Запишите виды работ при техническом обслуживании масляных трансформаторов.
6. Запишите виды работ при техническом обслуживании сухих трансформаторов.

Тема 2 Техническое обслуживание осветительных электроустановок, электрических аппаратов.

Лекция 10

Тема: Объём работ при проведении технического обслуживания осветительных электроустановок и электрических аппаратов.

Вопрос 1. Система технического обслуживания и ремонта электроустановок

Система технического обслуживания и ремонта электроустановок представляет собой совокупность взаимосвязанных организационно-технических мероприятий, средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей для обеспечения длительной работоспособности этих электроустановок.

Сущность системы технического обслуживания и ремонта состоит в том, что после определенной наработки работоспособность электроустановок восстанавливается путем проведения осмотров, проверок, испытаний и ремонтов, чередование и периодичность которых определяется назначением, конструктивными и технологическими особенностями, условиями эксплуатации и требованиями по надежности.

Основными целями технического обслуживания и ремонта являются:

- сокращение простоев предприятия, организации вследствие преждевременного выхода из строя электроустановок;
- электроустановок, направленных на поддержание работоспособности и предупреждение преждевременного выхода их из строя;
- улучшение качества обслуживания и ремонта при минимальных затратах времени, трудовых, материальных и финансовых ресурсов;
- повышение организационного уровня технического обслуживания и ремонта, ответственности персонала.

Виды технического обслуживания и ремонта:

- техническое обслуживание (ТО);

- текущий ремонт (ТР);
- капитальный ремонт (КР).

Техническое обслуживание (ТО) — это комплекс работ для поддержания работоспособности или исправности электроустановок в процессе эксплуатации, при хранении, ожидании и транспортировке.

Техническое обслуживание предусматривает:

- осмотр, систематическое наблюдение и выявление неисправностей;
- эксплуатационный уход за электрооборудованием (пополнение смазки, чистка, проверка состояния систем охлаждения и т.п.);
- контроль (проверка, испытание) режимов работы и надежности в соответствии с требованиями действующих правил и норм, производственных инструкций;
- устранение мелких дефектов, подтяжка ослабленных креплений и деталей.

Осмотр (ОС) — это операция контроля и поддержания исправности электроустановок с большой трудоемкостью ремонта.

Во время осмотра проводится:

- проверка состояния оборудования и сетей;
- выявление дефектов эксплуатации и несоответствия требованиям правил безопасности;
- уточнение состава и объема работ, подлежащих выполнению при текущем и капитальном ремонтах.

Проверка (испытание) (ПР) — это контроль работоспособности и безопасности электроустановок в период между двумя очередными плановыми ремонтами, проводимыми с целью своевременного обнаружения и предупреждения возникновения аварийной ситуации.

Текущий ремонт (ТР) — это вид ремонта, выполняемый для обеспечения или восстановления гарантированной работоспособности электрооборудования (линии электропередачи) и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.

Текущий ремонт требует остановки оборудования и отключения сетей.

Капитальный ремонт (КР) — это вид ремонта, выполняемый для восстановления исправности и полного (или близкого к полному) восстановления ресурса электрооборудования (линии электропередачи) с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

Капитальный ремонт требует остановки оборудования и отключения сетей. После окончания капитального ремонта производится полная программа испытаний согласно нормам.

Непосредственные требования к организациям, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, индивидуальным предпринимателям и гражданам — владельцам электроустановок.

Вопрос 2. Техническая эксплуатация электроустановок потребителей.

Потребители должны обеспечить проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования электроустановок. Ответственность за их проведение возлагается на руководителя.

Объем технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов должен определяться необходимостью поддержания работоспособности электроустановок, периодического их восстановления.

На все виды ремонтов основного оборудования электроустановок должны быть составлены ответственным за эксплуатацию электроустановок годовые планы (графики), утверждаемые техническим руководителем Потребителя.

Ремонт электрооборудования и аппаратов, непосредственно связанных с технологическими агрегатами, должен выполняться одновременно с ремонтом последних.

Графики ремонтов электроустановок, влияющие на изменение объемов производства, должны быть утверждены руководителем организации. Потребителям следует разрабатывать также долгосрочные планы технического перевооружения и реконструкции электроустановок.

Периодичность и продолжительность всех видов ремонта, а также продолжительность ежегодного простоя в ремонте для отдельных видов электрооборудования устанавливаются в соответствии с правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП), действующими отраслевыми нормами и указаниями заводов-изготовителей.

Техническое обслуживание и ремонт могут проводиться и по результатам технического диагностирования при функционировании у Потребителя системы технического диагностирования — совокупности объекта диагностирования, процесса диагностирования и исполнителей, подготовленных к диагностированию и осуществляющих его по правилам, установленным соответствующей документацией.

По истечении установленного нормативно-технической документацией срока службы все технологические системы и электрооборудование должны подвергаться техническому освидетельствованию комиссией, возглавляемой техническим руководителем Потребителя, с целью оценки состояния, установления сроков дальнейшей работы и условий эксплуатации.

Результаты работы комиссии должны отражаться в акте и технических паспортах технологических систем и электрооборудования с обязательным указанием срока последующего освидетельствования.

Техническое освидетельствование может также производиться специализированными организациями.

Конструктивные изменения электрооборудования и аппаратов, а также изменения электрических схем при выполнении ремонтов осуществляются по утвержденной технической документации.

Установленное у Потребителя оборудование должно быть обеспечено запасными частями и материалами. Состояние запасных частей, материалов, условия поставки, хранения должны периодически проверяться ответственным за электрохозяйство.

Вводимое после ремонта оборудование должно испытываться в соответствии с нормами испытания электрооборудования, (приемосдаточные

испытания оборудования и пусконаладочные испытания систем электроустановок).

Специальные испытания эксплуатируемого оборудования проводятся по схемам и программам, утвержденным ответственным за электрохозяйство.

Основное оборудование электроустановок, прошедшее капитальный ремонт, подлежит испытаниям под нагрузкой не менее 24 часов, если не имеется других указаний заводов-изготовителей. При обнаружении дефектов, препятствующих нормальной работе оборудования, ремонт считается незаконченным до устранения этих дефектов и повторного проведения испытания.

Вопрос 3. Требования к персоналу

Согласно Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) Ответственный за эксплуатацию электроустановок обязан: организовать обучение, инструктирование, проверку знаний и допуск к самостоятельной работе электротехнического персонала;

Данные требования распространяются непосредственно и на Ответственного за эксплуатацию электроустановок.

Работники, принимаемые для выполнения работ в электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки такие работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала (учебных комбинатах, учебно-тренировочных центрах и т.п.).

Профессиональная подготовка персонала, повышение его квалификации, проверка знаний и инструктажи проводятся в соответствии с требованиями государственных и отраслевых нормативных правовых актов по организации охраны труда и безопасной работе персонала.

Проверка состояния здоровья работника проводится до приема его на работу, а также периодически, в порядке, предусмотренном нормами и сроками

прохождения медицинских осмотров. Совмещаемые профессии должны указываться администрацией организации в направлении на медицинский осмотр.

Электротехнический персонал до допуска к самостоятельной работе должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях.

Персонал, обслуживающий электроустановки, должен пройти проверку знаний Правил техники безопасности и других нормативно-технических документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности, пользованию защитными средствами, устройства электроустановок) в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Персонал обязан соблюдать требования Правил, инструкций по охране труда, указания, полученные при инструктаже.

Работнику, прошедшему проверку знаний по охране труда при эксплуатации электроустановок, выдается удостоверение установленной формы, в которое вносятся результаты проверки знаний.

Работники, обладающие правом проведения специальных работ, должны иметь об этом запись в удостоверении.

Под специальными работами, право на проведение которых отражается в удостоверении после проверки знаний работника, следует понимать:

- верхолазные работы;
- работы под напряжением на токоведущих частях: чистка, обмыв и замена изоляторов, ремонт проводов, контроль измерительной штангой изоляторов и соединительных зажимов, смазка тросов;
- испытания оборудования повышенным напряжением (за исключением работ с мегаомметром).

Перечень специальных работ может быть дополнен указанием работодателя с учетом местных условий.

Работник, проходящий стажировку, дублирование, должен быть закреплен распоряжением за опытным работником. Допуск к самостоятельной работе должен быть также оформлен соответствующим распоряжением руководителя организации.

Каждый работник, если он не может принять меры к устранению нарушений настоящих Правил, должен немедленно сообщить вышестоящему руководителю обо всех замеченных им нарушениях и представляющих опасность для людей неисправностях электроустановок, машин, механизмов, приспособлений, инструмента, средств защиты и т.д.

Лекция 11

Тема: Классификация контактов и причины их повреждений.

Вопрос 1 Контакты в электроустановках и электрических аппаратах

Места соединения отдельных элементов, составляющих любую электрическую цепь, называются электрическими контактами.

Электрический контакт — соединение проводников, позволяющее проводить электрический ток. Проводники тока, образующие контакт, называются контактными телами или контактами положительными и отрицательными в зависимости от того, с каким полюсом источника тока они соединены.

Слово «контакт» означает «соприкосновение», «касание». В электрической системе, объединяющей различные аппараты, машины, линии и т. д., для их соединения используется огромное число контактов. От качества контактных соединений в значительной степени зависит надежность работы оборудования и системы.

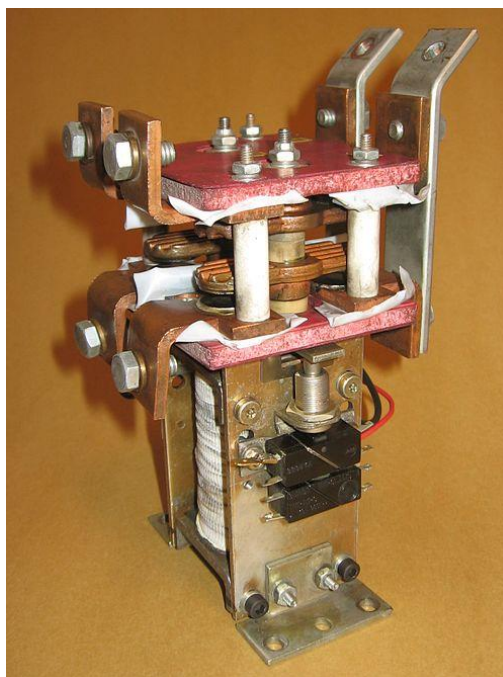


Рис 3.1 – Электрический контакт

Классификация электрических контактов

Электрические контакты бывают неподвижные и подвижные. Неподвижные контакты — разного рода разъемные и неразъемные, предназначены для длительного соединения проводников. Разъемные контакты осуществляются зажимами, болтами, винтами и т. п., неразъемные — пайкой, сваркой или клепкой. Подвижные контакты делятся на разрывные (контакты реле, кнопок, выключателей, контакторов и т. п.) и скользящие (контакты между коллектором и щетками, контакты коммутаторов, потенциометров и т. п.).

Простейший вид электрического контакта — контактная пара. Сложным видом контакта является, например, контакт, образующий двойное параллельное замыкание цепи или двойное последовательное замыкание (последний называется мостиковым). Контакт, переключающий цепь при срабатывании аппарата, называется переключающим. Переключающий контакт, разрывающий цепь в момент переключения, называется перекидным, а не разрывающий цепь в момент переключения — переходным.

В зависимости от формы электрические контакты делятся на:

- точечные (острие — плоскость, сфера — плоскость, сфера — сфера), которые обычно используются в чувствительных приборах и реле, коммутирующих незначительные нагрузки;

- линейные — имеют место при соприкосновении контактов в виде цилиндрических тел и при щеточных контактах;

- плоскостные — в силовоточной коммутационной аппаратуре.

Контакты крепятся обычно на плоских пружинах, т. н. контактных (из нейзильбера, фосфористых и бериллиевых бронз и, реже, стали), к которым предъявляются высокие требования с точки зрения постоянства их механических качеств в течение всего срока службы аппарата, исчисляемого часто десятками и более миллиона циклов. Выполненный в виде отдельного блока набор пружин, которые переключаются одновременно, образует контактную группу (или пакет).

Вопрос 2 Особенности работы электрических контактных соединений

Соприкосновение контактов происходит не по всей поверхности, а лишь в отдельных точках вследствие шероховатостей на поверхности контакта при любой точности ее обработки. Практически независимо от вида контактов соприкосновение контактных элементов всегда происходит по небольшим площадкам.

Объясняется это тем, что поверхность контактных элементов не может быть идеально ровной. Поэтому практически при сближении контактных поверхностей сначала в соприкосновение приходят несколько выступающих вершин (точек), а затем по мере увеличения давления происходит деформация материала контактов и эти точки превращаются в небольшие площадки.

Линии электрического тока, проходя от одного контакта к другому, стягиваются к этим точкам соприкосновения. Поэтому контакт вносит в коммутируемую им цепь некоторое дополнительное контактное сопротивление R_k .

Если поверхность контакта покрыта пленкой, то R_k увеличивается. Однако очень тонкие пленки (до 50 Å) не оказывают влияния на сопротивление контакта вследствие туннельного эффекта. Более толстые пленки могут разрушаться под влиянием контактного усилия или приложенного напряжения.

Электрический пробой пленок на контакте называется фриттингом. Если пленки не разрушены, то R_k в основном определяется сопротивлением пленок. Сразу после зачистки контакта, а также при достаточных контактных усилиях и напряжении в цепи контакта его сопротивление определяется главным образом сопротивлением областей стягивания.

Чем больше сила, приложенная к контактам, и мягче их материал, тем больше общая площадь соприкосновения контактных поверхностей и соответственно меньше активное электрическое сопротивление в месте стыка (в зоне переходного слоя между контактирующими поверхностями). Это активное сопротивление называется переходным.

Переходное сопротивление — один из основных параметров качества электрических контактов, так как оно характеризует количество энергии, поглощаемой в контактном соединении, которая переходит в теплоту и нагревает контакт. На переходное сопротивление могут оказывать сильное влияние способ обработки контактных поверхностей и их состояние.

Например, быстро образующаяся пленка окиси на алюминиевых контактах может значительно увеличить переходное сопротивление.

При прохождении тока через контакты они нагреваются, причем наиболее высокая температура наблюдается на контактной поверхности из-за наличия переходного сопротивления. В результате нагрева контакта увеличивается удельное сопротивление материала контакта и соответственно переходное сопротивление.

Кроме того, повышение температуры контакта способствует образованию окислов на его поверхности, что в еще более значительной степени увеличивает переходное сопротивление. И хотя при повышении температуры материал контакта может несколько размягчаться, что связано с увеличением

поверхности соприкосновения, в целом этот процесс может привести к разрушению контактов или их свариванию. Последнее, например, для размыкаемых контактов весьма опасно, так как в результате аппарат с этими контактами не сможет отключить цепь. Поэтому для разных типов контактов установлена определенная предельно допустимая температура при длительно протекающем через них токе.

Для уменьшения нагрева можно увеличить массу металла контактов и их охлаждаемую поверхность, что усилит теплоотвод. Чтобы снизить переходное сопротивление, необходимо повысить контактное давление, выбрать соответствующий материал и тип контактов.

Например, размыкаемые контакты, предназначенные для работы на открытом воздухе, рекомендуется изготавливать из материалов, слабо поддающихся окислению, или покрывать их поверхность антикоррозийным слоем. К таким материалам относится, в частности, серебро, которым можно покрыть контактные поверхности.

Медные неразмыкаемые контакты можно лудить (луженая поверхность труднее поддается окислению). Для тех же целей используют покрытие контактных поверхностей смазкой, например, вазелином. Хорошо предохраняются от коррозии без других специальных мер контакты, погруженные в масло. Это используется в масляных выключателях.

Работа любого электрического состоит из 4 этапов — разомкнутое состояние, замыкание, замкнутое состояние и размыкание, каждый из которых оказывает влияние на надежность контактирования.

В разомкнутом состоянии на электрический контакт воздействует внешняя среда и в результате на их поверхности образуются пленки.

В замкнутом состоянии, когда контакты прижаты друг к другу и через них проходит ток, они разогреваются и деформируются; при некоторых условиях, если контакты перегреются, может наступить сваривание.

При замыкании и размыкании контактов происходят мостиковые или разрядные явления, сопровождающиеся испарением и переносом металла

контакт, изменяющим его поверхность. Кроме того, возможен механический износ контактов в результате ударов и скольжения друг по другу.

По мере сближения контактов на очень малых расстояниях, даже при сравнительно небольших напряжениях источника питания, градиент поля становится настолько большим, что электрическая прочность промежутка нарушается и наступает пробой. Если же на поверхности контактов имеются посторонние частицы, в особенности содержащие углерод, то при их соприкосновении происходит испарение и создаются условия для разряда.

Размыкание является обычно самым тяжелым этапом работы электрического контакта. В зависимости от параметров цепи (R , L и C) и величины приложенного напряжения при размыкании возникают явления, вызывающие износ контактов. Если напряжение цепи больше напряжения $U_{пл}$, при котором металл контактов плавится, то, т. к. при их расхождении уменьшается контактное усилие и, следовательно, площадь соприкосновения, будут расти сопротивление и температура.

Когда температура превысит точку плавления металла, между контактными поверхностями возникнет расплавленный металлический мостик, который постепенно растягивается и затем в наиболее горячем месте разрывается. Высокая температура при разрыве мостика облегчает возникновение разряда.

Самостоятельно мостик существует только в омических цепях при напряжениях источника питания ниже напряжения дугообразования. Если же в цепи имеется индуктивность, то вызываемые ею перенапряжения в момент разрыва тока способствуют возникновению при токах ниже токов дугообразования искры, а при токах выше токов дугообразования — дуги. Т. к. индуктивность в цепи имеется почти всегда, то мостики в большинстве случаев сопровождаются разрядом. Минимальное напряжение возникновения искры па электрическом контакте - 270—300 В.

Контакты любого типа должны обеспечить не только длительную работу без недопустимого перегрева в условиях нормального режима, но также и

требуемую термическую и электродинамическую стойкость в режиме короткого замыкания. Подвижные размыкаемые контакты не должны также разрушаться под действием высокой температуры электрической дуги, которая образуется при их размыкании, и надежно замыкаться без приваривания и оплавления при включении на короткое замыкание. Рассмотренные выше меры способствуют также выполнению и этих требований.

Особенно хорошо сопротивляются разрушающему действию электрической дуги контакты из металлокерамики, которая представляет собой смесь измельченных порошков меди с вольфрамом или с молибденом и серебра с вольфрамом.

Такое соединение обладает одновременно хорошей электропроводностью вследствие использования меди или серебра и высокой температурой плавления благодаря использованию вольфрама или молибдена.

Есть и другой путь для устранения существующего противоречия, заключающегося в том, что материалы, обладающие хорошей электропроводностью (серебро, медь и др.), имеют, как правило, относительно низкую температуру плавления, а тугоплавкие материалы (вольфрам, молибден) — низкую электропроводность. Это — использование двойной контактной системы, состоящей из параллельно включенных рабочих и дугогасительных контактов.

Рабочие контакты выполняют из материала с высокой электропроводностью, а дугогасительные контакты — из тугоплавкого материала. В нормальном режиме, когда контакты замкнуты, основная часть тока протекает через рабочие контакты.

При отключении цепи первыми размыкаются рабочие контакты, а затем дугогасительные. Поэтому фактически цепь разрывают дугогасительные контакты, для которых не представляет большой опасности даже ток короткого замыкания (при значительных токах короткого замыкания дополнительно используют специальные дугогасительные устройства).

При включении цепи сначала замыкаются дугогасительные контакты, а затем уже рабочие. Таким образом, рабочие контакты фактически полного разрыва или замыкания цепи не осуществляют. Это исключает опасность их оплавления и сваривания.

Для устранения возможности самопроизвольного размыкания контактов от электродинамических усилий при протекании токов короткого замыкания контактные системы конструируют так, чтобы электродинамические усилия при этих условиях обеспечивали дополнительное контактное давление, а для предотвращения возможного оплавления и сваривания контактов в момент включения цепи на короткое замыкание — ускоренное включение.

Для того чтобы при этом устранить опасность значительного упругого удара контактных поверхностей, используют предварительное нажатие контактов специальными пружинами. В этом случае обеспечивается и большая скорость включения, и устранение возможной вибрации, так как пружина заранее сжата и после касания контактов сила нажатия начинает нарастать не с нуля, а с некоторого определенного значения. режима, но также и требуемую термическую и электродинамическую стойкость в режиме короткого замыкания.

Подвижные размыкаемые контакты не должны также разрушаться под действием высокой температуры электрической дуги, которая образуется при их размыкании, и надежно замыкаться без приваривания и оплавления при включении на короткое замыкание. Рассмотренные выше меры способствуют также выполнению и этих требований.

Особенно хорошо сопротивляются разрушающему действию электрической дуги контакты из металлокерамики, которая представляет собой смесь измельченных порошков меди с вольфрамом или с молибденом и серебра с вольфрамом.

Такое соединение обладает одновременно хорошей электропроводностью вследствие использования меди или серебра и высокой температурой плавления благодаря использованию вольфрама или молибдена.

Основные конструкции контактов в электроустановках и электрических аппаратах

Конструкция неподвижных (жестких) неразмыкаемых контактных соединений должна обеспечивать надежное прижатие контактных поверхностей и минимальное переходное сопротивление (рис 3.2.) Шины лучше соединять несколькими болтами меньшего диаметра, чем одним большим, так как при этом обеспечивается большее число точек соприкосновения. При стягивании шин накладками переходное сопротивление ниже, чем при использовании сквозных болтов, когда в шинах требуется сверлить отверстия. Высокое качество контактного соединения дает сварка шин.



Рис 3.2 - Конструкция неподвижных (жестких) неразмыкаемых контактных

Подвижные размыкаемые контакты — основной элемент коммутационных аппаратов. В дополнение к общим требованиям для всех контактов они должны обладать дугостойкостью, способностью надежно включать и отключать цепь при коротком замыкании, а также выдерживать определенное число операций включения и отключения без механических повреждений.

Простейший контакт этого типа — рубящий плоский. При включении подвижный нож входит между неподвижными пружинящими губками. Недостаток такого плоского контакта заключается в том, что соприкосновение контактирующих поверхностей получается в нескольких точках из-за неровностей этих поверхностей.

Для получения линейного контакта на полосах ножа штампуют полуцилиндрические выступы, а для увеличения нажатия полосы сжимаются стальной пружинящей скобой. Контакты рубящего типа используют чаще всего в рубильниках и разъединителях (рис 3.3).

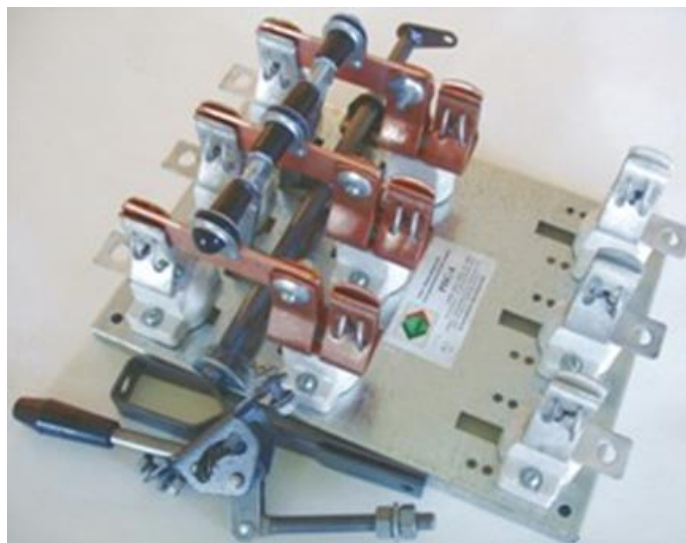


Рис 3.3 - Контакты рубящего типа

Контактная часть пальцевого самоустанавливающегося контакта выполнена в виде пальцев, у пластинчатого — в виде пластин, у торцового — в виде плоского наконечника, у розеточного — в виде ламелей (сегментов), у щеточного — в виде щеток, набранных из упругих, тонких медных или бронзовых пластин.

Указанные контактные части (детали) в ряде конструкций могут изменять в ограниченных пределах свое положение относительно неподвижных контактов. Для их надежного электрического соединения предусматриваются гибкие токоведущие связи.

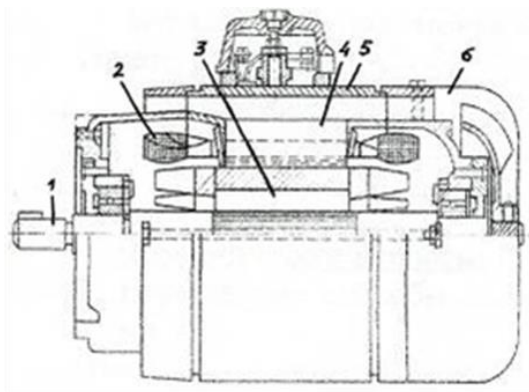
Упругость размыкающих контактов и необходимая сила давления достигаются обычно при помощи пластинчатых или спиральных пружин.

Пальцевые и розеточные контакты применяют в аппаратах напряжением выше 1000 В на различные токи в качестве рабочих и дугогасительных контактов, а пластинчатые — в качестве рабочих. Торцовые контакты применяют на напряжение 110 кВ и выше, на токи не более 1 - 1.5 кА в качестве рабочих и дугогасительных. Щеточные контакты используют в аппаратах на различные напряжения и значительные токи, но только в качестве рабочих контактов, так как электрическая дуга может повредить сравнительно тонкие пластинки щеток.

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ПО РАЗДЕЛУ 3

Вопрос №1. Укажите номер, под которым на рисунке изображены обмотки статора.

А) 1. Б) 2. В) 3. Г) 4. Д) 5. Е) 6.



Вопрос №2 Для чего применяют данную схему включения обмоток электродвигателя?

- А) Для пуска при пониженном напряжении;
- Б) Для подключения двигателя к сети через понижающий трансформатор;
- В) Для увеличения пускового момента;
- Г) Для изменения направления вращения магнитного поля статора;

Вопрос №3. При осмотре асинхронных двигателей с фазным ротором дополнительно проверяют

- А) контактные соединения в коробке зажимов двигателя;
- Б) заземление корпуса двигателя;
- В) сопротивление изоляции обмоток;
- Г) Щёткодержатели, контактные кольца и щётки;

Вопрос №4. Куда следует установить выключатель для управления освещением?

- А) в нулевой провод
- Б) в фазный провод
- В) в любой из двух проводов

Вопрос №5. Куда следует присоединить нулевой провод в патроне?

- к центральному контакту
- к контакту винтовой гильзы

не имеет значения

Вопрос №6 Объектом изучения эксплуатации электрооборудования является:

А) И - Э – Т- С;

Б) Э-Т-С;

В)У - Т - С;

Г) П – П – Р с/х.

Вопрос №7. Совокупность электротехнических изделий, в которых при работе в соответствии с назначением производится, преобразуется, распределяется или потребляется электрическая энергия – это

А) электрооборудование;

Б) электроустановка;

В) эксплуатация.

Вопрос №8 На бирке электродвигателя: $P = 3$ кВт., $I_n = 5,6$ А, $\eta = 0,82$ — это показатели:

А) рабочие,

Б) номинальные,

В) результирующие,

Г) нормирующие.

Вопрос №9. Осветительная сеть с лампами накаливания общей мощностью 3 кВт включена в 3х фазную сеть $U_n = 380$ В, нагрузка равномерная. Выбрать предохранитель с током вставки из предложенных ниже:

А) 15А;

Б)10А;

В) 6А;

Г)4А;

Вопрос №10. Сухие помещения:

А) влажность 100%;

Б) влажность не выше 40%;

В) влажность не выше 60%;

Г) влажность не меньше 60% .

ТЕМЫ ДОКЛАДОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

РАЗДЕЛ 1

1. Степени опасности поражения электрическим током
2. Первая доврачебная помощь пострадавшему от электрического тока
3. Технические способы и средства обеспечения электробезопасности. защита от прямых прикосновений.
4. Технические способы и средства обеспечения электробезопасности. защита от косвенных прикосновений

РАЗДЕЛ 2

1. Светильники и лампы КЛ1;
2. Технология монтажа электрических проводок;
3. Технология монтажа осветительных;
4. Технология монтажа силовых электроустановок;
5. Технология монтажа средств автоматизации.

РАЗДЕЛ 3

1. Особенности эксплуатации электродвигателей погружных насосов.
2. Техническое обслуживание пускозащитной аппаратуры. Объем работ.
3. Устройства релейной защиты, автоматики и сигнализации.
4. Планирование ремонтов электрических машин.
5. Текущий ремонт трансформаторов

Список использованной литературы

1. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учебник / А. П. Коломиец [и др.]. - Москва : КолосС, 2007. - 350, [1] с. : ил.
2. Лещинская, Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства: учебник / Т. Б. Лещинская, И. В. Наумов. - Москва : КолосС, 2008. - 654, [2] с. : ил.
3. Таран, В.П. Техническое обслуживание электрооборудования в сельском хозяйстве. - Москва: Колос, 2005.
4. Образцов, В.А. Эксплуатация и ремонт пусковой низковольтной аппаратуры / В. А. Образцов. – Москва : Энергия, 2006.
5. Андриец, А.К., Пинчук А.Я., Таран В.П. Технология ремонта погружных электродвигателей. - М: БТИ ГОСНИТИ, 2006
6. Гемке, Р.Г. Неисправности электрических машин / Р. Г. Гемке ; ред. Р. Б. Уманцева. - 9-е изд., испр. и доп. - Ленинград : Энергоатомиздат. Ленингр.отд-ние, 1989. - 331,[1] с.
7. Девятков, А.Ф. Ремонт электросилового оборудования / А. Ф. Девятков, С. А. Пискунов, В. П. Путинцев, Н. М. Слоним. – Москва : Колос, 2006.
8. Правила и нормы пожарной безопасности (нормативные документы). – Екатеринбург : Урализдат, 2004.
9. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Москва : Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.