Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Региональный железнодорожный техникум»

Методические рекомендации для студентов по освоению профессионального модуля ПМ05 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих»
по специальности 08.02.09

«Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских и зданий»

Пояснительная записка

Методические материалы по специальности «Монтаж электрооборудования промышленных и гражданских зданий» составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины по специальности/профессии среднего профессионального образования 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий для студентов очной формы обучения».

Цель проведения лекций: формирование теоретических знаний, необходимых в последующей профессиональной и учебной деятельности.

Задачи:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретические знания по конкретным темам;
- формирование умения применять полученные знания на практике;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

В программу включено содержание, направленное на формирование у обучающихся общих и профессиональных компетенций, необходимых для качественного освоения ОПОП СПО.

Код	**Наименование общих компетенций**
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных

	отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранных языках

ПК 2.1. Организовывать и производить монтаж силового электрооборудования промышленных и гражданских зданий с соблюдением технологической последовательности

ПК 2.2. Организовывать и производить монтаж осветительного электрооборудования промышленных и гражданских зданий с соблюдением технологической последовательности

ПК 2.3. Организовывать и производить наладку и испытания устройств электрооборудования промышленных и гражданских зданий

ПК 2.4. Участвовать в проектировании силового и осветительного электрооборудования

В результате освоения модуля обучающийся должен знать:

- *требования приемки строительной части под монтаж электрооборудования;*

-государственные, отраслевые и нормативные документы по монтажу электрооборудования;

- *номенклатуру наиболее распространенного электрооборудования, кабельной продукции и электромонтажных изделий;*
- *технологию работ по монтажу электрооборудования в соответствии с современными нормативными требованиями;*
- *методы организации проверки и настройки электрооборудования;*
- *нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования; перечень документов, входящих в проектную документацию;*
- *основные методы расчета и условия выбора электрооборудования; - правила оформления текстовых и графических документов.*
- *государственные, отраслевые и нормативные документы по монтаж и приѐмо-сдаточным испытаниям электрических сетей;*
- *технологию работ по монтажу воздушных и кабельных линий в соответствии с современными нормативными требованиями;*

- *методы наладки устройств воздушных и кабельных линий;*
- *основные методы расчета и условия выбора электрических сетей.*
- *основные методы расчета и условия выбора электрооборудования;*
- *правила оформления текстовых и графических материалов*
- *принципы выбора защитных аппаратов в сетях до 1 кВ;*
- *методы расчета токов короткого замыкания в сетях до 1 кВ.*
- *основное оборудование ТП;*
- *назначение заземления электроустановок.* Перечень лекционных занятий (урок):

Общие методические рекомендации и рекомендации по составлению лекционных занятий (уроков)

При выполнении лекций необходимо придерживаться следующих правил:

1. Внимательно выбирать информационный материал.
2. Конспект должна быть максимально точечной, по конкретному материалу.
3. Оформите методические материалы как в электронном виде, так и на бумажном формате.

Конспект №1 Структура электромонтажных организаций

Электромонтажные работы являются частью комплекса строительных работ и выполняются в рамках договора строительного подряда (контракта), в соответствии с которым подрядчик обязуется в установленный договором срок выполнить работы, а заказчик обязуется создать подрядчику необходимые условия для выполнения работ, принять их результат и оплатить выполненные работы.

Заказчиками выступают юридические лица (предприятия, организации), имеющие финансовые средства (инвесторы). Финансирование электромонтажных работ осуществляется за счет раздела капитальных вложений, предусмотренного для нового строительства, расширения, реконструкции и технического перевооружения объектов электроэнергетики.

Подрядчиками при проведении электромонтажных работ выступают, как правило, электромонтажные организации, независимо от форм собственности, зарегистрированные в установленном порядке в налоговых органах и имеющие лицензию и другие документы, подтверждающие лигитивность организации и гарантии качества на выполнение электромонтажных работ. При больших объемах электромонтажных работ и нескольких претендентах на их выполнение заказчик организовывает конкурсные тендерные торги.

Лицензирование деятельности электромонтажных организаций осуществляется с целью защиты прав и интересов потребителей строительно-монтажной продукции. Гарантии и сроки предъявления заказчиком претензий к подрядчику определяются в договоре подряда и по электромонтажным работам составляют, как правило, 1–2 года.

Договор подряда является основным правовым документом, регламентирующим взаимоотношения заказчика и подрядчика. Такой договор иногда заключается на выполнение работ «под ключ». Здесь подразумевается выполнение полного инвестиционного цикла, включающего проектирование, строительные, электромонтажные, пусконаладочные работы и сдачу объекта в эксплуатацию.

Для выполнения комплекса или отдельных видов работ, например, пусконаладочных работ, подрядчик может привлекать другие организации — субподрядчиков. В этом случае подрядчик выступает уже в роли генерального подрядчика. Основные этапы выполнения электромонтажных работ показаны на рис. 1.1.

Подготовка к проведению электромонтажных работ, в частности приемка строительной части объекта под монтаж оборудования, ответственность перед заказчиком за выполнение всех видов работ в сроки, предусмотренные договором, и надлежащего качества возлагаются на генерального подрядчика.

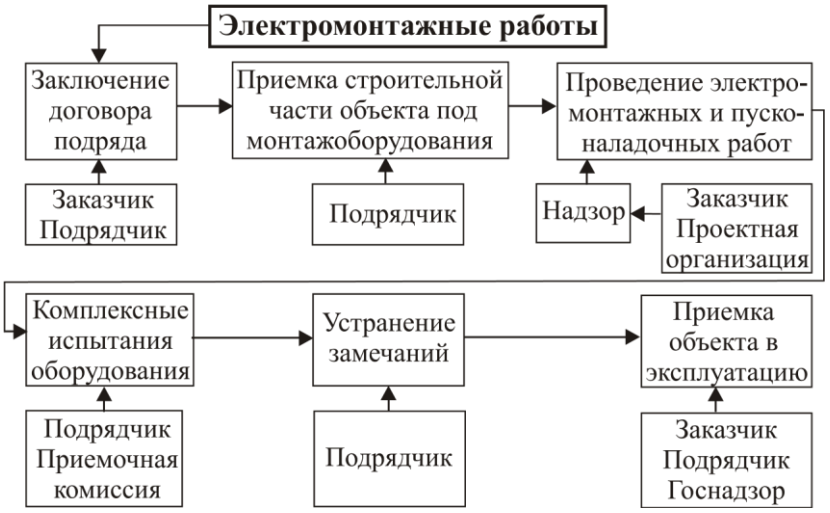


Рис. 1.1. Основные этапы проведения электромонтажных работ

Конспект №2
Техническая документация

Подрядчик планирует и осуществляет работы в соответствии с проектно-сметной документацией и договорной ценой, определяющими объем, содержание и стоимость работ. Проектная документация должна соответствовать требованиям нормативных документов, регламентирующих электромонтажные работы:

строительным нормам и правилам (СНиП);

государственным стандартам (ГОСТ) в области строительства; правилам

устройства электроустановок (ПУЭ); правилам технической эксплуатации

электроустановок потребителей (ПТЭ ЭП).

Кроме того, в обязанности подрядчика входит соблюдение природоохранного законодательства и организация охраны труда при выполнении работ.

В ходе выполнения работ заказчик и подрядчик вправе по согласованию с проектной организацией вносить изменения в техническую документацию при неизменности характера предусмотренных договором подряда работ, а также выделять пусковой комплекс из всего проектного объема работ.

Обязанности и ответственность по обеспечению электромонтажных работ комплектами оборудования, материалами и конструкциями несет, как правило, подрядчик. Для этого подрядчик получает от проектной организации расчеты (спецификации) о потребности основных видов оборудования, материалов, конструкций.

Для проверки качества поставляемого на монтажную площадку оборудования подрядчик осуществляет входной контроль, оформляет акты приемки оборудования в монтаж или предъявляет претензии к поставщикам в случаях нарушения требований к качеству оборудования, его повреждения при транспортировке.

В ходе выполнения электромонтажных работ заказчик осуществляет технический надзор за качеством работ, соблюдением сроков их выполнения, качеством поставляемого оборудования, его испытаниями при проведении пуско-наладочных работ. Технический надзор заказчик может осуществлять с привлечением проектной организации (авторский надзор). При большом объеме работ надзор ведется по отдельным разделам проекта: строительные, электромонтажные, сантехнические, пусконаладочные и другие работы.

После выполнения заказчиком и подрядчиком всех обязательств по договору осуществляется приемка выполненных работ. В договоре подряда предусматриваются сроки уведомления подрядчиком заказчика о готовности объекта к приемке, сроки проведения приемки и сроки устранения замечаний, выявленных при приемке выполненных работ.

Приемка крупных объектов осуществляется рабочей и государственной приемочными комиссиями с подписанием актов соответствующей стандартной формы (КС-11 и КС-14). При небольших объемах работ (замена выключателей, трансформаторов небольшой мощности при сохранении существующих фундаментов) приемка выполненных работ осуществляется одной приемочной комиссией. С момента приемки объекта по акту заказчик вступает в полное владение и распоряжение объектом.

ППЭР разрабатывается специальными группами подготовки производства монтажных организаций и утверждается ее техническим руководителем (главным инженером). ППЭР должен быть согласован с заказчиком или техническим руководителем эксплуатирующей организации.

Исходными данными для разработки ППЭР служат:

рабочие чертежи и сметы проектной документации объекта;

данные о поставке оборудования и материалов, наличии машин и механизмов;

действующие нормативные документы, монтажные инструкции, отраслевые правила по охране

труда;

сроки возможного отключения действующих электроустановок при реконструкции и техническом перевооружении объектов.

Конспект №3 Организация работ

Организация электромонтажных работ возлагается на подрядчика и состоит из трех основных этапов.

На первом *инженерно-техническом этапе* производится приемка, проверка и изучение проектно-сметной документации; в проектной документации должен быть предусмотрен проект организации строительства (ПОС), на основе которого электромонтажной организацией разрабатывается проект производства электромонтажных работ (ППЭР).

На втором *организационном этапе* выполняется приемка от строителей под монтаж оборудования зданий, сооружений, фундаментов, проемов и ниш в конструкциях зданий и сооружений; контролируется установка закладных деталей, проверяется наличие предусмотренных проектом стационарных кран-балок, монтажных тележек и талей.

На третьем *материально-техническом этапе* осуществляется обеспечение и комплектация электромонтажных работ оборудованием, материалами, изделиями, монтажными заготовками; на этом же этапе выполняется оснащение монтажных работ механизмами, инструментами, инвентарем и средствами безопасного труда.

Важным моментом организации электромонтажных работ на сложных объектах, требующих определенной очередности выполнения строительных и электромонтажных работ, является составление ППЭР. Этот проект обязательно разрабатывается для выполнения электромонтажных работ, сопровождающихся сложными такелажными работами с применением механизмов (автокранов, автовышек), верхолазных работ, а также для работ, выполняемых в действующих электроустановках, например, при реконструкции существующих подстанций.

ППЭР разрабатывается специальными группами подготовки производства монтажных организаций и утверждается ее техническим руководителем (главным инженером). ППЭР должен быть согласован с заказчиком или техническим руководителем эксплуатирующей организации. Исходными данными для разработки ППЭР служат:

рабочие чертежи и сметы проектной документации объекта;

данные о поставке оборудования и материалов, наличии машин и механизмов;

действующие нормативные документы, монтажные инструкции, отраслевые правила по охране труда;

сроки возможного отключения действующих электроустановок при реконструкции и техническом перевооружении объектов.

Содержание ППЭР состоит из трех разделов. В *первый раздел* входят пояснительная записка, содержащая общие сведения об объекте, организационную структуру монтажа, ситуационный план, совмещенный со схемой электроснабжения, план расположения оборудования, техникоэкономические показатели объекта.

Во *втором разделе* ППЭР приводятся наиболее эффективные методы организации и технология выполнения электромонтажных работ. Здесь указываются технологические приемы выполнения трудоемких операций, их механизации, предложения по совмещению монтажных и наладочных работ, указания по охране труда, приводятся графики производства работ.

В *третий раздел* ППЭР входят задания непосредственно для электромонтажного персонала с указанием ответственных инженерно-технических работников по этапам работ, ведомости узлов, блоков и конструкций, подлежащих сборке, необходимые чертежи или ссылки на типовые альбомы,

ведомости закладных деталей, их эскизы и места установки, спецификации на оборудование и материалы для производства работ.

Конспект №4 Организация рабочих мест электромонтажников

До начала производства электромонтажных работ на объекте должны быть выполнены следующие мероприятия: получена подрядчиком проектно-техническая документация, утвержденная штампом заказчика

«к производству работ»; согласованы между подрядчиком и предприятиями-поставщиками график поставки оборудования с учетом технологической последовательности производства работ, перечень сложного электрооборудования, монтируемого с привлечением шефмонтажного персонала предприятийпоставщиков, условия транспортирования к месту монтажа тяжелого и крупногабаритного электрооборудования;

подготовлены помещения для размещения бригад рабочих, инженерно-технических работников, производственной базы, а также для складирования материалов и инструмента;

осуществлена приемка по акту строительной части объекта под монтаж электрооборудования и выполнены предусмотренные нормами и правилами мероприятия по охране труда, противопожарной безопасности, охране окружающей среды.

При приемке оборудования в монтаж производится его осмотр, проверка комплектности (без разборки), проверка наличия и срока действия гарантий предприятий-изготовителей. Результаты осмотра оформляются соответствующим актом.

Электрооборудование при монтаже вскрытию и ревизии не подлежит, за исключением случаев, когда это предусмотрено государственными и отраслевыми стандартами или техническими условиями, а также случаев длительного хранения оборудования с нарушением заводских инструкций. Разборка оборудования, поступившего опломбированным с предприятия-изготовителя, запрещается.

Деформированное и поврежденное электрооборудование подлежит монтажу только после устранения повреждений и дефектов.

Электрооборудование, на которое истек нормативный срок хранения, указанный в государственных стандартах или технических условиях, принимается в монтаж только после проведения предмонтажной ревизии, исправления дефектов и испытаний. Результаты проведенных работ должны быть занесены в формуляры, паспорта и другую сопроводительную документацию на оборудование, должен быть составлен акт о проведении указанных работ.

Помещения закрытых распределительных устройств, фундаменты под электрооборудование сдаются под монтаж с полностью законченными строительными и отделочными работами. Сдачаприемка помещений и фундаментов для установки сложного и дорогостоящего электрооборудования, монтаж которого будет выполняться с привлечением шефмонтажного персонала, производится совместно с представителями предприятия, осуществляющего шефмонтаж.

До начала электромонтажных работ, например, на открытых распределительных устройствах генподрядчик должен закончить планировку территории, сооружение подъездных путей, кабельных каналов, установить шинные и линейные порталы, соорудить фундаменты под электрооборудование, ограждения вокруг распределительного устройства, резервуары для аварийного сброса масла, подземные коммуникации.

В конструкциях порталов и фундаментов под оборудование распределительных устройств должны быть установлены предусмотренные проектом закладные части и крепежные детали,

необходимые для крепления гирлянд изоляторов и оборудования. В кабельных каналах и тоннелях должны быть установлены закладные детали для крепления кабельных конструкций. Должно быть также закончено сооружение водопровода и предусмотренных проектом автоматических устройств пожаротушения.

В зданиях и сооружениях, сдаваемых под монтаж электрооборудования, генподрядчиком или прямым строительным подрядчиком должны быть выполнены предусмотренные архитектурностроительными чертежами постоянные проемы, ниши, отверстия в стенах и перекрытиях, необходимые для перемещения электрооборудования и монтажа низковольтных электрических сетей и контрольных кабелей. После выполнения электромонтажных работ генподрядчик обязан осуществить заделку временных отверстий, борозд, ниш и гнезд.

Конспект №5 Основные виды электропроводок

Электропроводкой называют совокупность проводов и кабелей с
относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями и деталями. В жилых и общественных зданиях они являются составной частью установок электрического освещения или специальных силовых установок, напряжением до 1 кВ. По способу выполнения электропроводки разделяют на открытые и скрытые. Открытые электропроводки прокладывают по поверхностям стен и потолков, по опорам и фермам, на тросах, в трубах, в плинтусах, в лотках свободной подвеской и др. Электропроводку, проложенную по наружным стенам зданий, под навесами и т.п. называют наружной. Электропроводки выполняют защищенными и незащищенными изолированными установочными проводами всех сечений и небронированными силовыми кабелями с сечением фазных жил до 16 мм. Защищенный првод имеет поверх электрической изоляции металлическую или другую оболочку, герметизирующую и защищающую провод от внешних воздействий. Незащищенный провод не имеет защитной оболочки, но может иметь оплетку пряжей. В настоящее время для электропроводок в жилых и общественных зданиях используют провода и кабели с медными жилами стандартных сечений (1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35 мм2 и более). Допускается использование алюминиевых и алюмомедных проводов. Чаще всего применяются провода незащищенные, марок:- ПВ-1, ПВ-2, АПВ, АПР - одножильные, с медной, алюминиевой (А) жилой с поливинилхлоридной (В), резиновой (Р) изоляцией на напряжение 380 и 660 V;- АППВ, ППВ, АПГ1В, ППВС - плоские (второе П в марке) двух и трехжильные с разделительным основанием или без него на напряжение 380 V ;- МПМ, МПМУ, МПМЭ - одножильные монтажные провода с гибкой из луженых проволок медной жилой в полиэтиленовой изоляции (Э - экран в виде оплетки из луженных медных проволок); - ТТ1ВВП, ШВО - шнур с двумя скрученными жилами (О - нитяная оплетка), предназначены для переносных бытовых электроприемников и изготавливаются с сечением гибких жига о 0,5 до 1,5 мм2; провода защищенные марок:- АПРН, ПРН - одножильные с резиновой изоляцией в негорючей резиновой оболочке (Н);- ПРВД - двужильные с резиновой изоляцией на 380В, в поливинилхлоридной оболочке; Кабели: АВВГ, ВВГ, ВРГ, НРГ, ВВБ - для прокладки внутри помещений всех типов (в сухих, сырых, влажных и др. помещениях). Для электропроводок в жилых и общественных зданиях применяются изготавливаемая различными фирмами установочная арматура и светотехнические приборы: выключатели, переключатели, штепсельные розетки, коробки, светильники и др. Выключатели служат для коммутации цепей освещения и бытовых приборов. Они могут быть разной конструкции защищенного исполнения дня, открытой и скрытой установок внутри помещений и брызгозащитного исполнения для наружной установки. Переключатели предназначены для управления освещением из двух и более мест. Они имеют 3 клеммы для подключения. При необходимости изменения режима освещения в помещениях взамен выключателей применяются светорегуляторы (диммеры), которые обеспечивают плавное регулирование яркости освещения. Штепсельные розетки используются для подключения переносных и передвижных электропотребителей. Они изготавливаются с двумя или тремя контактными гнездами для однофазных и с четырьмя гнездами для 3-фазных потребителей. Одно из этих гнезд служит для заземления корпуса (открытой проводящей части оборудования) потребителя.

Коробки в электропроводках служит для разных целей - для распределения проводов по разным направлениям и соединения цепей проводки в соответствии со схемой соединений, для установки клемм, для размещения розеток и выключателей в углублении стен и др. Они могут изготавливаться из металла и пластмассы. Коробки открытой установки могут иметь несколько входов с сальниками для уплотнения проводов. Ввод питания электропроводки от источника электроснабжения (понизительного трансформатора) в помещение, здание, квартиру осуществляется через вводное или вводно-распределительное устройство. Вводное устройство содержит аппараты защиты, учета электроэнергии и управления независимыми групповыми цепями (цепями освещения, питания розеток, бытовых машин и др.). В соответствии с ГОСТ 30331.1-95, ГОСТ 30331.3-95 и СНиП 2.08.01-89 «Электропроводки жилых и общественных зданий» электропроводки питаются напряжением 220/380 V от сети с глухо-заземленной нейтралью (условное обозначение - TN). И только в особоопасных помещениях для освещения применяется сниженное напряжение (36 V и ниже) получаемое от специальных трансформаторов (220) 380/36 V.

Конспект №6 Прокладка кабеля

Прокладка КЛ в земляной траншее является одним из наиболее распространенных, простых и экономичных способов прокладки. Глубина заложения КЛ от планировочной отметки должна быть не менее 0,7 м для кабелей напряжением до 20 кВ и не менее 1 м для кабелей напряжением 35 кВ. При пересечении улиц и площадей глубина заложения КЛ должна быть не менее 1 м независимо от напряжения.

При прокладке кабеля в земле предварительно выявляются места на трассе, содержащие вещества, разрушительно действующие на металлические покровы и оболочку кабеля (солончаки, известь, насыпной грунт, содержащий шлак или строительный мусор). При невозможности обхода этих мест должны быть приняты меры по защите кабеля.

Для рытья траншей используются траншейные или обычные экскаваторы. Кабели, укладываемые в траншее, должны иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем мелкой земли, не содержащей камней, строительного мусора и шлака. Это необходимо для исключения возможности механического повреждения кабеля при давлении на него грунта после засыпки траншеи.

Одной из операций, выполняемых при монтаже кабеля, является его *раскатка*. Способ раскатки кабеля зависит от сложности трассы. Если на трассе нет пересечений с подземными коммуникациями, кабель укладывают непосредственно на дно траншеи с кабельного транспортера, движущегося вдоль трассы (рис. 3.1).

При наличии пересечений барабан с кабелем устанавливают в одном конце трассы на раскаточное устройство (кабельные домкраты) и раскатывают с помощью тягового механизма — лебедки с канатоемкостью, соответствующей строительной длине кабеля. Предварительно трос лебедки разматывают по дну траншеи, протаскивают под пересекаемыми коммуникациями и сцепляют с кабелем с помощью монтажного чулка или непосредственно за токопроводящие жилы. Монтажный чулок надевают на оболочку кабеля и прочно закрепляют проволочным бандажом на длине не менее 0,5 м. Размотка кабеля должна идти с верхней части кабельного барабана. Раскаточное устройство должно иметь тормоз.

При раскатке кабеля с помощью тягового механизма следует принимать меры по его защите от механических повреждений. Тяжение СПЭ кабелей и кабелей с алюминиевой оболочкой выполняется за оболочку или за жилы. Тяжение кабелей со свинцовой оболочкой допускается только за жилы.

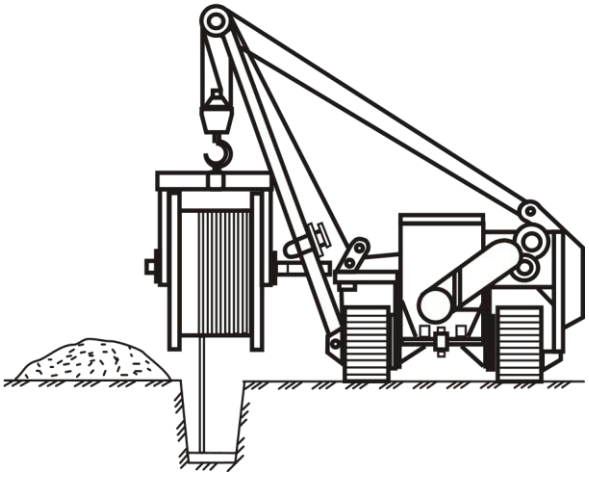


Рис. 3.1. Раскатка кабеля с кабельного транспортера

Тяговый механизм должен быть оснащен устройством (динамометром), регистрирующим усилие тяжения. Допустимые усилия тяжения для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией указаны в табл. 3.1. Усилия тяжения СПЭ кабелей не должны превышать следующих значений: 50*S* Н/мм^2 — для медной жилы и 30*S* Н/мм^2 — для алюминиевой жилы, где *S* — общее сечение жил кабеля.

Для уменьшения усилия тяжения используются специальные раскаточные ролики, устанавливаемые через 3…5 м на дно траншеи. В местах поворота трассы устанавливаются угловые ролики.

Таблица 3.1

Сечение кабеля, мм^2	Усилия тяжения, кН, за алюминиевую оболочку кабеля напряжением, кВ			Усилия тяжения за жилы, кН	
	До 1	6	10	Медные	алюминиевые
3х35	1,8	2,9	3,9	4,9	3,9
3х50	2,3	3,4	4,4	7,0	5,9
3х70	2,9	3,9	4,9	10,0	8,2
3х95	3,4	4,4	5,7	13,7	10,8
3х120	3,9	4,9	6,4	17,6	13,7
3х150	5,9	6,4	7,4	22,0	17,6
3х185	6,4	7,4	8,3	26,0	21,6
3х240	7,4	9,3	9,8	35,0	27,4

Кабели в траншее укладываются в один ряд (рис. 3.2,*а*). Расстояние по горизонтали в свету между соседними кабелями *d* □ 100 мм и *d* □ 250 мм для кабелей напряжением до 10 и 20–35 кВ соответственно. Кабели в траншее укладываются «змейкой», обеспечивающей запас длины кабеля 1...2% для уменьшения растягивающих усилий при возможных смещениях почвы и температурных изменениях длины кабеля.

При прокладке кабелей у концов, предназначенных для последующего соединения, оставляется запас не менее 2 м, необходимый для монтажа соединительной муфты и укладки дуг компенсаторов, предохраняющих муфту от повреждения при возможных смещениях почвы и температурных деформациях кабеля, а также для обеспечения возможности повторного монтажа муфты в случае ее повреждения при эксплуатации. Укладывать запас кабеля в виде колец не допускается.

При изменении направления трассы кабели изгибаются. Во избежание нарушения целостности изоляции жил и оболочек кабеля устанавливаются предельно допустимые радиусы изгиба. Для кабелей с бумажной изоляцией на напряжение до 35 кВ в алюминиевой и свинцовой оболочке радиусы изгиба должны быть соответственно не менее 25 и 15*D*; для кабелей с резиновой, пластмассовой и СПЭ-изоляцией — не менее 15*D*, где *D* — наружный диаметр кабеля.

Выше верхней засыпки, выполненной из мелкой земли, укладывается слой красного кирпича (КЛ напряжением до 35 кВ) или железобетонные плиты (КЛ напряжением 35 кВ), служащие для защиты кабелей от механических повреждений при проведении землеройных работ. Вместо такой защиты может использоваться сигнальная лента из яркой полиэтиленовой пленки, свидетельствующая при проведении землеройных работ о близком расположении кабелей.

Перед засыпкой траншеи изоляция КЛ испытывается повышенным напряжением (см. табл. 8.2). Пластмассовые защитные оболочки кабелей испытываются напряжением 10 кВ.

При положительных результатах испытаний перед засыпкой траншеи представители монтажной организации совместно с представителями заказчика производят осмотр кабельной трассы с составлением акта на скрытые работы. После этого траншея засыпается грунтом с послойной трамбовкой. Если выкопанная земля содержит строительный мусор, шлак, камни, для засыпки траншеи следует использовать натуральный привозной грунт или песок.

При прокладке кабелей с бумажной пропитанной изоляцией в агрессивных грунтах и зонах с наличием блуждающих токов, например вблизи трамвайных путей, должны применяться кабели с пластмассовыми (шланговыми) защитными покровами или специальные меры защиты от коррозии металлических оболочек и брони этих кабелей.

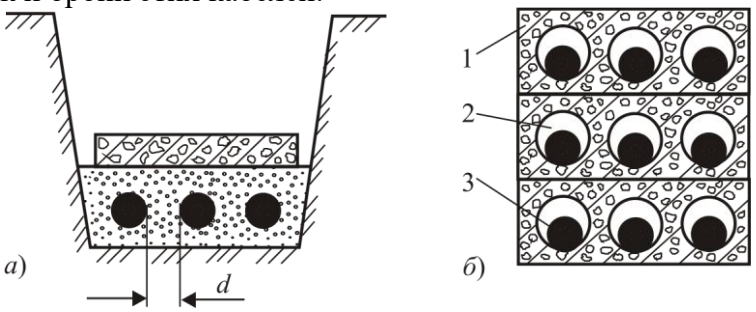


Рис. 3.2. Прокладка кабелей в земляной траншее (*а*) и бетонном блоке (*б*)

СПЭ кабели с полиэтиленовой защитной оболочкой (ПвП, АПвП) могут прокладываться в земле с любой степенью коррозионной активности грунта. На сложных участках кабельной трассы прокладываются кабели с усиленной защитной полиэтиленовой оболочкой (ПвПу, АПвПу); в грунтах с повышенной влажностью — кабели с дополнительной продольной герметизацией (ПвПг, АПвПг).

Пересечения КЛ автомобильных и железных дорог выполняются, как правило, скрытым способом (без рытья траншеи) с помощью пневмопробойника. Для этого по обе стороны от пересекаемого объекта роются котлованы. В один из котлованов на направляющих по требуемому уровню устанавливают пневмопробойник. Под действием сжатого воздуха, подаваемого компрессором, пневмопробойник забивается в грунт. Так как грунт уплотняется стенками пневмопробойника, пробитое отверстие сохраняет круглую форму. После прохода пневмопробойником пересекаемого объекта в пробитое отверстие закладываются асбоцементные трубы. Кабель при монтаже протягивается через эти трубы.

После завершения всех работ по прокладке КЛ выполняется исполнительный чертеж трассы с привязкой к постоянным ориентирам на местности. На незастроенной территории трасса кабельной линии обозначается пикетами.

Конспект №7 Монтаж ВРУ

Распределительные устройства (РУ) на напряжение 6…10 кВ, вводно-распределительное устройство (ВРУ) собираются, как правило, из комплектных ячеек полной заводской готовности.

Силовое оборудование ячеек может располагаться на выкатных тележках (ячейки КРУ) или стационарно в сборных камерах одностороннего обслуживания (камеры КСО).

Монтаж комплектных РУ выполняется в два этапа. *На первом этапе* в ходе выполнения общестроительных работ устраиваются предусмотренные строительными чертежами проемы, ниши, кабельные каналы, устанавливаются закладные детали и опорные конструкции под оборудование, выполняется монтаж заземляющего устройства и сети общего освещения.

Поверхности всех опорных металлических конструкций для установки оборудования должны быть выверены по горизонтали. Стыки этих конструкций свариваются с помощью накладок из полосовой стали для обеспечения непрерывности цепи заземления.

На втором этапе на опорные конструкции устанавливаются комплектные ячейки РУ, выполняются соединения сборных шин, проверяется совпадение разъединяющих контактов первичных и вторичных цепей и заземляющих контактов путем медленного вкатывания тележек в рабочее положение.

Прокладку силовых кабелей выполняют после установки ячеек на место. В каналах кабели раскладывают в соответствии с кабельным журналом. После разделки кабелей и монтажа концевых муфт на кабели у каждой муфты вешают маркировочную бирку с надписью в соответствии с кабельным журналом.

Монтажные работы по первичным цепям завершают проверкой уровня масла в маслонаполненном оборудовании (при необходимости доливают чистое, сухое, прошедшее испытания трансформаторное масло до уровня отметки на маслоуказателе) и проверкой работы выключателей, разъединителей, вспомогательных контактов и блокировочных устройств. Эту проверку производят в соответствии с требованиями инструкций предприятия-изготовителя.

Одновременно с работами по первичным цепям на втором этапе работ выполняют монтаж вторичных цепей. В релейных отсеках комплектных ячеек устанавливают приборы и аппараты защиты, управления, сигнализации, измерения и учета электроэнергии, демонтированные на время транспортировки.

В соответствии с проектом прокладывают, разделывают и подключают контрольные кабели, кабели питания оперативным током
и кабели освещения. В соответствии с кабельным журналом на концы кабелей вешают маркировочные бирки с надписями.

Перед сдачей РУ в эксплуатацию восстанавливают поврежденную отделку ячеек, окрашивают места сварки. На фасадах ячеек выполняют четкие надписи в соответствии с наименованием присоединений. У всех приводов выключателей и разъединителей делают надписи с указанием «Включено» и «Отключено».

На фазах каждой секции сборных шин РУ предусматривают места для наложения переносного заземления и наносят условный знак заземления. Шины в этих местах зачищают и смазывают тонким слоем технического вазелина.

На дверях, выходящих из помещения РУ наружу или в другое помещение, с внешней стороны делают надписи с наименованием РУ и закрепляют стандартные металлические предупредительные плакаты.

Испытания комплектных распределительных устройств Испытания выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов, разрядников и другого оборудования РУ производятся по нормам [2,14].

У выкатных тележек выполняется проверка механизма доводки и блокировки в рабочем и испытательном положениях. При попытке вывода тележки из закрепленного положения с включенным выключателем последний должен отключаться. Отключение выключателя должно происходить раньше перемещения тележки, вызывающего размыкание первичных разъединяющих контактов.

Проверяется действие защитных шторок, обеспечивающих безопасность при производстве ремонтных работ. Эта проверка производится выдвижением тележки в ремонтное положение. При этом шторки под действием собственной массы должны закрывать окна. При вкатывании тележки шторки должны автоматически подниматься, открывая окна для прохода подвижных контактов первичной цепи.

Проверка работы механических блокировок производится многократным (четыре-пять раз) вкатыванием тележки. При этом не должно быть перекосов и заеданий. Давление ламелей разъединяющих контактов первичных цепей должно быть в пределах 10…15 кг.

Измеряются переходные сопротивления первичных разъединяющих контактов, болтовых контактных соединений сборных шин, разъединяющих контактов вторичных цепей, связи заземления выкатной тележки с корпусом. Измерения проводятся двойным мостом, микроомметром или методом амперметра-вольтметра.

Переходное сопротивление первичных контактов $R_п$ не должно превышать значений, указанных в табл. 5.1.

Таблица 5.1

$I_{ном}$, А	400	600	1000	1600	2000
$R_п$, мкОм	75	60	50	40	33

Переходное сопротивление контактов сборных шин не должно превышать более чем в 1,2 раза сопротивления целого участка шины такой же длины. Переходное сопротивление разъединяющих контактов вторичных цепей должно быть не более 4000 мкОм. Переходное сопротивление связи заземления выкатной тележки с корпусом не должно превышать 100 мкОм.

Сопротивление изоляции первичных цепей, измеренное мегаомметром на напряжение 2500 В, должно быть не ниже 100 МОм. Сопротивления изоляции вторичных цепей, измеренное мегаомметром на напряжение 500–1000 В, должно быть не ниже 0,5 МОм.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции первичных цепей проводится до присоединения силовых кабелей. Все тележки должны быть установлены в рабочее положение, выключатели — включены. Тележки с трансформаторами напряжения должны быть выкачены. Продолжительность приложения испытательного напряжения составляет 1 мин. Величина испытательного напряжения для керамической изоляции РУ-10(6) кВ составляет 42 (32) кВ; для твердой органической изоляции — 37,8 (28,8) кВ. Испытания изоляции вторичных цепей производится напряжением промышленной частоты 1 кВ в течение 1 мин.

Упрощение монтажа РУ с выключателями нагрузки достигается в настоящее время применением моноблочных конструкций, выпускаемых, в частности, фирмой Schneider Electric (блок RM6) и ОАО «ПО Элтехника» (КРУ «Ладога»). В моноблочной конструкции в герметичный бак, заполненный элегазом с низким избыточным давлением, заключены все рабочие части устройства (выключатели нагрузки, заземляющие разъединители, сборные шины). Плавкие предохранители, используемые в комбинации с выключателями нагрузки, помещены в отдельные герметичные кожухи.

Расширение РУ осуществляется за счет простого присоединения дополнительного моноблока на уровне сборных шин без необходимости работы с элегазом.

Использование моноблочных конструкций позволяет не только сократить объем электромонтажных работ, но и существенно уменьшить габариты РУ. Кроме того, моноблочные конструкции РУ практически не требуют эксплуатационного обслуживания в течение всего срока службы.

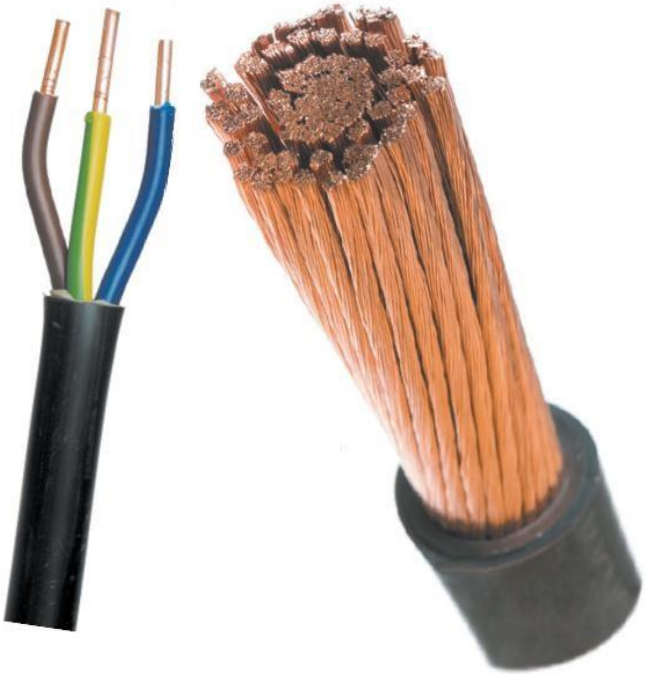
Конспект №8 Монтаж светильников

Периодичность осмотра и ремонта осветительных установок. Смена лампы, предохранителей. Контроль зануления и заземления. Особенности эксплуатации люминисцентного освещения. Чтобы обеспечить бесперебойную работу внутрицеховых сетей и нормальный срок их службы, в процессе эксплуатации проводят надзор и необходимую проверку и, если после этого требуется, проводят своевременный ремонт. Периодичность осмотров осветительных электроустановок зависит от характера помещений, окружающей среды и устанавливается главным энергетиком предприятия. Ориентировочно для помещений серых, пыльных, с едкими парами и газами и другими можно принять необходимую периодичность осмотров рабочего освещения один раз в два месяца, а в помещениях с нормальной средой – один раз в четыре месяца. Для установок аварийного освещения сроки осмотров сокращают в два раза.

При осмотрах осветительных электроустановок проверяют состояние электропроводки, щитков, осветительных приборов, автоматов, выключателей, штепсельных розеток и прочих элементов установки. Проверяют также надежность имеющихся в установке контактов: ослабленные контакты должны быть затянуты, а обгоревшие – зачищены или заменены на новые. Светильники и арматуру очищают от пыли и копоти в цехах с небольшим выделением загрязняющих веществ (цехи механические, металлоконструкции, инструментальные, машинные залы, кожевенные заводы и т.п.) два раза в месяц; при большом выделении загрязняющих веществ(кузнечные и литейные цехи, операционные отделения суперфосфатных заводов, отделения дробления горно-обогатительных комбинатов, прядильные фабрики, цементные заводы, мельници и т.п.) – четыре раза в месяц. Очищают все элементы светильников – отражатели, рассеиватели, лампы и наружные поверхности арматур. Очистку светоприемов естественного света проводят по мере их загрязнения. Рабочее и аварийное освещение в производственных цехах включают и выключают по графику, в котором предусматривают включение их лишь в то время, когда естественное освещение недостаточно для производства работ. При эксплуатации электроосветительных установок принимаются меры по своевременному включению и отключению освещения в производственных и вспомогательных помещениях и цехах. В производственных цехах промышленных предприятий существуют два способа смены светильников, ламп: индивидуальный и групповой. При индивидуальном способе светильники и лампы заменяют по мере их выхода из строя; при групповом способе их заменяют группами (после того как они отслужили положенное количество часов).второй способ – групповой – экономически выгодней, т.к. может быть совмещен с очисткой светильников, но связан с большим расходом ламп. Для зажигания люминесцентной лампы требуется некоторое время – от 5 с до 3-10 мин. Промышленность выпускает люминесцентные лампы общего назначения мощностью от 4 до 200 Вт. Лампы мощностью от 15 до 80 Вт выпускают серийно в соответствии с ГОСТами.Остальные лампы изготавливаются небольшими партиями по соответствующим техническим условиям. Одна из особенностей эксплуатации люминесцентного освещения состоит в том, что отыскать неисправность при этом виде освещения значительно трудней, чем при использовании ламп накаливания. Это объясняется тем, что наиболее распространенная схема включения люминесцентных ламп одержит стартер и дроссель. Поэтому схема включения становится сложнее, чем схема включения лампы накаливания. Другой особенностью люминесцентного освещения является то, что для нормального зажигания и работы люминесцентной лампы напряжение сети не должно быть менее 95% от номинального. Поэтому при эксплуатации таких ламп необходимо внимательно следить за напряжением сети. Нормальный режим работы люминесцентной ламы обеспечивается при температуре 18 – 25 градусов, при более низкой температуре люминесцентная лампа может не зежечься.

Конспект №9 Классификация КЛ

Жила – это металлическая проволока, сердечник любого электрического проводника. Жила бывает цельной монотолитной либо в виде множества скрученных в жгут тонких проволочек (рис. 1). В первом случае она называется однопроволочной, во втором – многопроволочной, или гибкой. Не следует путать многопроволочную жилу и многожильный кабель, это совершенно разные вещи.



Изоляция – это материал, препятствующий распространению электрического тока. Это веществодиэлектрик, защитная «рубашка», которой покрываются жилы, передающие электрический ток.

В качестве диэлектрика применяются стекло, керамика и различные полимеры, например, поливинилхлорид (ПВХ) или целлулоид.

Проводом называется одна или несколько токопроводящих жил, свитых вместе, или каждая в своей оболочке, соединяющих источник электрического тока и потребителя. Провода бывают как голыми, так и изолированными.

Поверх изоляции жил провода покрываются дополнительно еще одной оболочкой, служащей для защиты от влаги, механических повреждений, света, агрессивных сред и т.д. (рис. 2).

Кабель. В отличие от провода имеет одну или несколько жил, каждая из которых заключена в изоляцию и покрыта сверху защитной оболочкой из полимерных

Рисунок 1 – Слева: многожильный кабель с однопроволочными жилами

Справа: Многопроволочная жила

пластмасс, резины или металла.

Стандартный ряд сечения токопроводящих жил: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500.

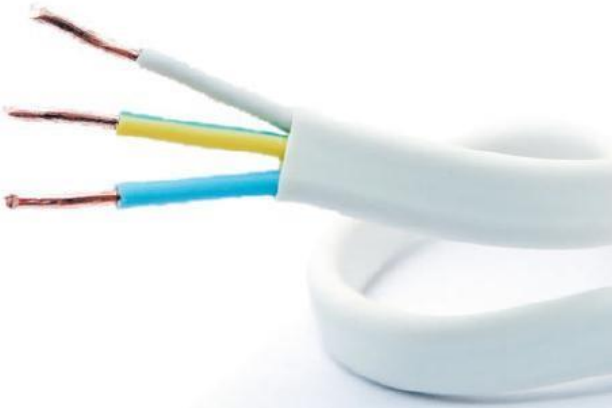


Рисунок 2 – Провод ПБПП

Количество проволок в жиле. От их числа зависит гибкость кабеля или провода. Чем больше количество проволок на единицу сечения, тем гибче проводник. Различают жилы гибкие и с повышенной гибкостью.

Материалы изоляции

Основной характеристикой материала изоляции является **электрическая прочность.** Это такое значение силы тока, при котором заряд пробивает слой изоляционного материала толщиной в 1 мм.

Все кабели, которые используются в быту, имеют многократную электрическую прочность. Пробой в такой изоляции возможен лишь в случае механического повреждения или в силу длительной службы провода.

Нагревостойкость. Чем выше данный показатель, тем большую температуру нагрева может выдержать изоляция без потери своих качеств. К данному показателю прибавляются морозостойкость и механическая прочность.

Поливинилхлорид (ПВХ) – наиболее распространенный изоляционный материал. Это полимер белого цвета, обладающий высокой устойчивостью к кислотам и щелочкам. Практически негорюч. Достаточно мягкий и гибкий материал, но имеет несколько минусов, а именно: низкую морозоустойчивость (до -20 ^{o}C).

Резина – отличный изолятор, изготавливаемый из искусственных или природных каучуков. Применяется, когда необходимы повышенная гибкость и морозоустойчивость.

Силиконовая резина – весьма эластичный термостойкий изолятор, при сгорании образует диэлектрическую защитную пленку.

Пропитанная бумага. Имеет отличные токоизолирующие качества, но хорошо горит и требует дополнительных материалов для термоизоляции.

Карболит – пластический материал, используемый для производства розеточных колодок и оболочек кабельных сжимов, термостойкий, но хрупкий.

Экран обычно есть у информационных кабелей. Состоит из металлической фольги и выполняет функции отражателя для посторонних электромагнитных сигналов, а также выравнивания электрического поля внутри самого себя (рис. 3).

Рисунок 3 – Информационный кабель с экраном

Защитный покров: в силовых кабелях высокого напряжения, закладывающихся в землю, используется металл для защиты от механического воздействия (рис. 4).

Под броней и над ней стоят защитные подушки. Они предохраняют нижележащую изоляцию от металла брони и последнюю от внешнего воздействия.

Рисунок 4 – Бронированный кабель

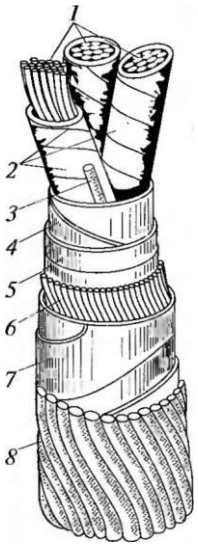
Индикация. Все токопроводящие жилы (ТПЖ) заключены в оболочку различных цветов, так что не приходится гадать, какая жила выходит с разных сторон кабеля. Кроме того, цветовая маркировка несет информационную нагрузку.

В разных видах кабеля жилы имеют

различную окраску. Однако, как правило, в трехжильном они белого, желтого и красного цветов. Белый примается за фазу, красный – Ноль, **желтый или желто-зеленый – провод заземления**. При другой гамме устойчивым цветом привязки считается желто-зеленая ТПЖ, а другие цвета, как правило, распределяются по вкусу монтирующего цепь. Главное при этом – запомнить или записать, какой цвет к чему относится, чтобы не ошибиться в последствии.

Кабельной линией называют устройство для передачи электроэнергии, состоящее из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями.

Кабельные линии прокладывают в местах, где затруднено сооружение ВЛ, например, в стесненных условиях на территории предприятия, на переходах через сооружения и т.п. В таких условиях кабельные линии более надежны, лучше обеспечивают безопасность людей, чем воздушные линии, и дают очень большую экономию территории. Однако **стоимость кабельных линий в несколько раз выше, чем воздушных.**



1 – токопроводящие жилы из алюминия или меди; 2 – бумажная, пропитанная маслом изоляция (фазная); 3 – джутовый заполнитель; 4 – бумажная, пропитанная маслом изоляция (поясная); 5 – свинцовая оболочка; 6 – прослойка из джута; 7 – стальная ленточная броня; 8 – наружный джутовый покров.

Рисунок 5 – трехжильный кабель с секторными жилами

Конспект №10

Монтаж муфт

Сопутствующие изделия для прокладки кабеля

Электроустановочная скоба – это пластиковая изогнутая в виде дуги или буквы «П» круглая или плоская полоска в зависимости от сечения кабеля (рис. 6 и рис. 7). Идет в комплекте с металлическим гвоздем или шурупом.

Никогда не прибивайте провода гвоздями и не прикручивайте шурупами. Любое нарушение внешней оболочки и изоляции может привести к повреждению провода со всеми вытекающими отсюда последствиями. Самоклеяющиеся площадки. Применяется в случаях, когда кабель необходимо провести по Кабель, придекоративной поверхности (мебель), нарушать Рисунок 6 – Рисунок 7 крепленный к стене при – которую нельзя. Кабель прикрепляется к площадки с Электроустановочная помощи электроустанопомощи хомута или специального зажима (рис. 8). плоская скоба вочной скобы

Кабельные наконечники (рис. 9)**.** Чтобы быстро и надежно присоединить кабель к источнику питания или прибору, используются кабельные наконечники. Данное соединение весьма надежно и требует мало усилий при монтаже (рис. 10).

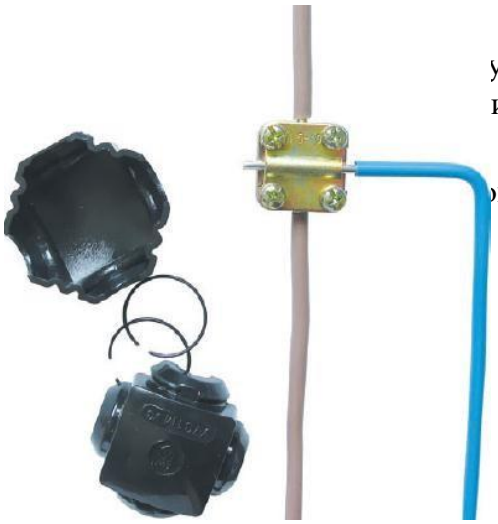
Такие наконечники применяются в основном для силовых кабелей среднего и большого сечения, хотя в радиоаппаратуре Рисунок 9 – клеммный устанавливаются и на провода небольшого Рисунок 8 – Самоклеяющая кабельный наконечник сечения. Наконечники опрессовываются при площадка с зажимом для помощи специальных клещей. кабеля

Материал наконечника должен совпадать с материалом токопроводящей жилы проводника.

Способы соединения проводов

Места соединения проводов – зона особой опасности. 90% всех неполадок и аварий возникает именно в контактах и кабельных скрутках.

Ручная скрутка ТПЖ винтом и заматывание данного места изолентой – самой простой и распространенный метод, но самый ненадежный и небезопасный.



унок 10 – Подсоединение Рисунок 11
исоединение проводов к контактам при
провода к магистральной жиле при
ощи наконечников помощи ответвит

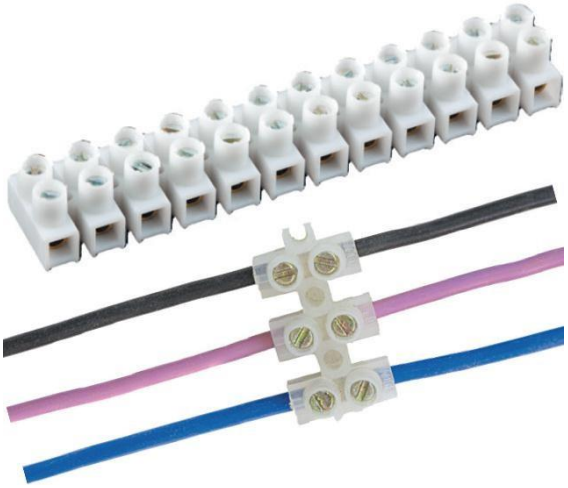
Кабельные сжимы – эти приспособления помогают соединять жилы проводов, не разрезая ТПЖ. Сжим состоит из плашки с винтами и карболитовой коробки (рис. 11). Используется для ответвления проводов от основной (магистральной) линии.

Клеммная колодка – очень удобный вариант соединения проводов, особенно когда их много. Состоит из пластикового корпуса с находящимися внутри медными винтовыми контактами (рис. 12). Колодка может состоять из 12 или больше пар соединения. Если нужно меньшее количество, лишние просто отрезаются ножом.

Пружинные клеммы – очень удобный вариант соединения, при их помощи можно соединять вместе медные и алюминиевые проводники. Концы жил оголяются и вставляются внутрь клеммы, где пружинный зажим фиксирует их на месте.

Скрутка (колпачок) – простейшик способ соединения ТПЖ небольшого сечения (рис. 13). Применяется, когда необходимо соединить вместе несколько концов провода. Оголенные жилы скручиваются вместе и колпачок скрутки навинчивается на них.

Винтовые зажимы представляют собой контакты, привод в которых крепится при помощи винтов. Сам зажим монтируется на подстилающий поверхности при помощи винтов. (рис. 14)



Пайка. Соединение проводов при помощи паяльника и специальных припоев постепенно отходит в прошлое. Рисунок 12 – Клеммная колодка.

Термоусадочная трубка (ТУТ) – отличная альтернатива Соединение проводов при помощи классической изоленте. Более того, она обладает качествами, клеммной колодки которые изоленте недоступны. При необходимости изолировать открытые участки кабеля, повысить его механические и изоляционные свойства ТУТ надевается сверху оболочки или изоляции. Затем ТУТ просто нагревается при помощи лампы, фена, горелки или обычной зажигалки. Трубка уменьшается в размерах, плотно обхватывая кабель и надежно изолируя его.

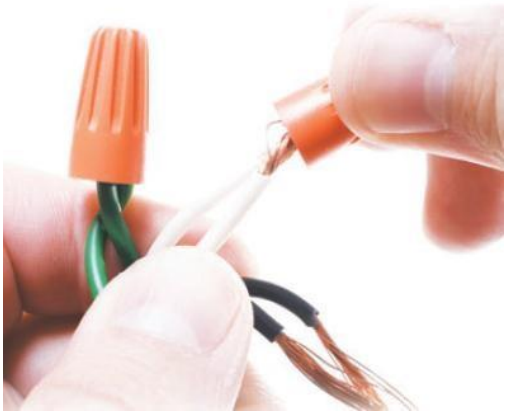


Рисунок 13 – Соединение жил при помощи скруток-колпачков

Конспект №11 Технология монтажа концевых муфт

Кабельная муфта – устройство, предназначенное для соединения электрических и оптических кабелей в кабельную линию и для их подвода к электрическим установкам, станционным сооружениям, воздушным линиям электропередачи и связи. Муфты представляют собой комплект деталей и материалов, обеспечивающий восстановление электрической, конструктивной и механической целостности кабеля.

Состав комплекта определяется рабочим напряжением, частотой, количеством жил, типом изоляции и конструктивными особенностями кабеля.

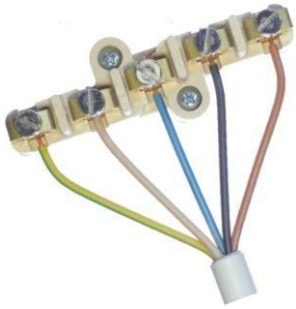
Классификация кабельных муфт:

– **Соединительные**. Основным ее назначением является надежное соединение, герметизация и защита от различных повреждений на местах стыковки одножильных и многожильных силовых кабелей.

– **Ответвительные**. Используются исключительно для подключения ответвительного кабеля к силовой магистральной линии.

– **Переходные**. Применяются для соединения кабелей разного типа.

– **Концевые.** Соединяют проводящие линии с электроприборами наружной и внутренней установки.



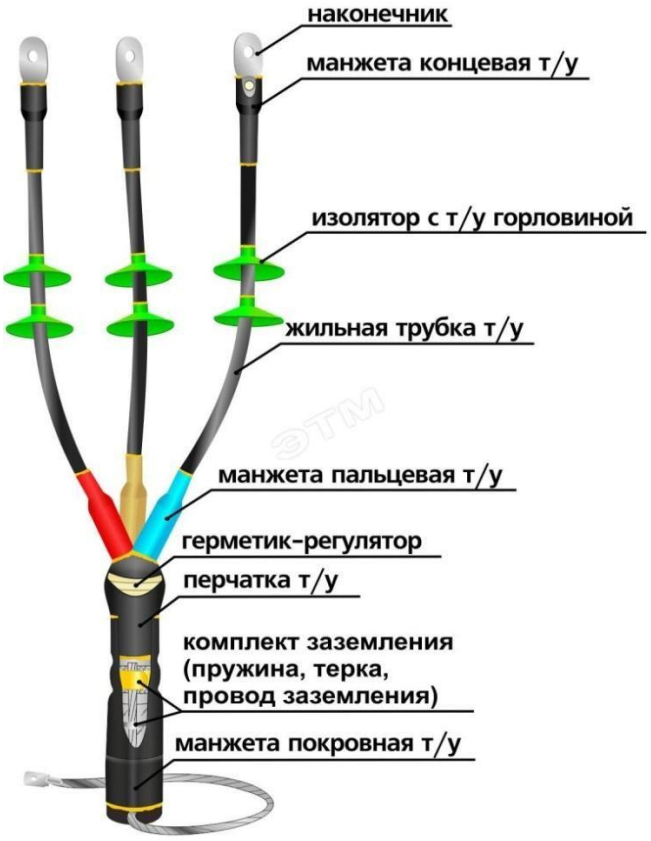


Рисунок 14 – Винтовой зажим и закрепленный в нем 5 жильный кабель

Рисунок 15 – Концевая муфта

Конспект №12 Общие требования к ВЛ

Электрические воздушные линии (ВЛ) предназначены для передачи и распределения электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным к различным опорным конструкциям. Воздушные линии электропередачи могут быть с напряжением до 1 кВ включительно и выше 1 кВ (3, 6, 10 кВ и выше по шкале стандартных напряжений).

Воздушные линии электропередачи широко распространены в России и для них характерны:

- незначительный объем земляных работ при постройке;
- простота эксплуатации и ремонта;
- возможность использования опор воздушных линий с напряжением до I кВ для крепления проводов радиосети, местной телефонной связи, наружного освещения, телеуправления, сигнализации;

- более низкая стоимость сооружения 1 км (примерно на 25...30 %) по сравнению со стоимостью сооружения кабельной линии).

Воздушные линии состоят из следующих основных конструктивных элементов:

- опор различного типа для подвески проводов и грозозащитных тросов;
- проводов различных конструкций и сечений для передачи по ним электрического тока;
- грозозащитных тросов для защиты линий от грозовых разрядов;
- изоляторов, собранных в гирлянды, для изоляции проводов от заземленных частей опоры;
- линейной арматуры для крепления проводов и тросов к изоляторам и опорам, а также для соединения проводов и тросов;
- заземляющих устройств для отвода токов грозовых разрядов или короткого замыкания в землю.

Проектирование и сооружение ВЛ ведется в соответствии с ПУЭ, Проектирование строительных конструкций опор и фундаментов производится на основании СНиП. ПУЭ устанавливают требования к линиям с различным напряжением исходя из их назначения; чем выше передаваемые напряжение и мощность линии, тем больший ущерб приносит ее повреждение, поэтому к линиям с более высоким напряжением предъявляются и более строгие требования.

Линии с напряжением до 1 кВ предназначены для передачи и Распределения электроэнергии на небольшие расстояния внутри городов, поселков и деревень до вводов в дома или на предприятия.

Линии с напряжением 1...35 кВ используются для передачи электроэнергии от районных подстанций к населенным пунктам и предприятиям на расстояние 10...20 км.

Линии с напряжением 110...220...330 кВ предназначены для передачи больших мощностей между электрическими станциями и крупными районными подстанциями для энергоснабжения крупных городов или экономических районов на расстояние от 100 до 600 км.

Линии с напряжением 500 кВ используются для передачи мощности до 1 млн кВт и служат для связи различных энергетических систем, находящихся на расстоянии до 1200 км. Линии с напряжением 750 кВ передают мощность 2... 2,5 млн кВт на расстояние 2000...2200 км.

Конспект №13 Соединение проводов

Стандартная линейная арматура ВЛ с голыми проводами в зависимости от назначения бывает следующих типов.

Натяжная — служит для крепления проводов (или тросов) на анкерных опорах к натяжным гирляндам (клиновые, болтовые и прессуемые зажимы).

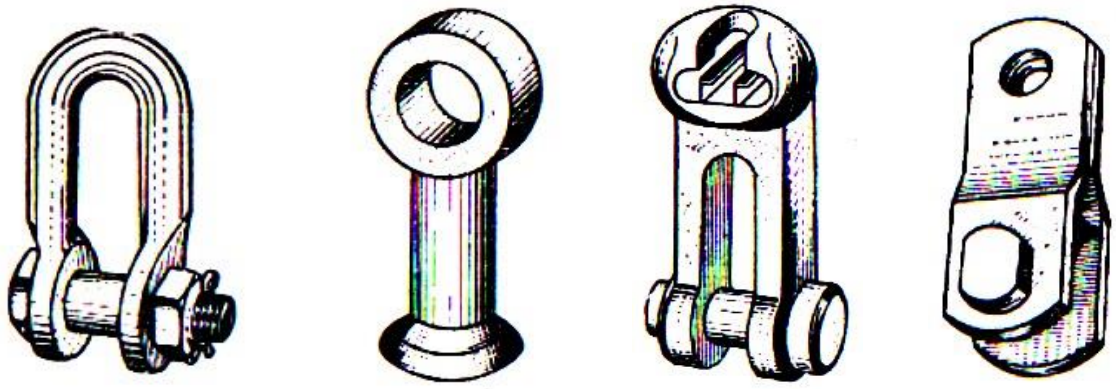
Рисунок. Натяжная арматура

Поддерживающая — служит для крепления проводов или тросов к гирляндам промежуточных опор (глухие, качающиеся, выпускающие и скользящие зажимы). В глухих зажимах провода закрепляют наглухо, а в выпускающих их закрепляют

так же жестко, но они выскальзывают из зажима при обрыве провода или отклонении гирлянды от вертикали на 40-150º; в качающемся зажиме провод закрепляется в лодочке, которая имеет возможность качаться в зажиме.

Рисунок. Зажим поддерживающий

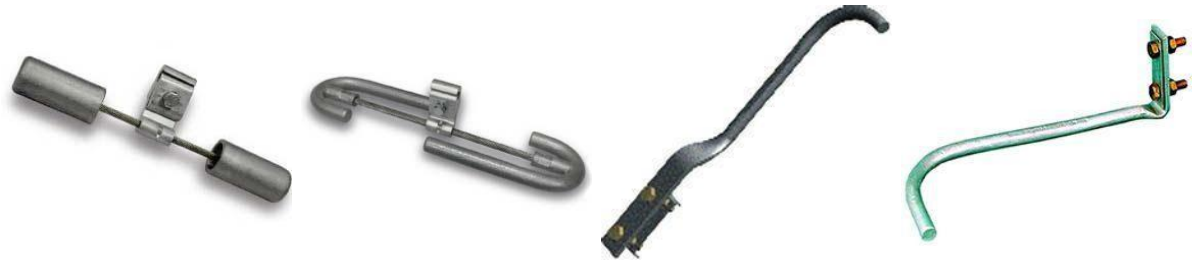
Сцепная — служит для сцепления элементов гирлянд изоляторов между собой и крепления гирлянд и тросов к опоре (скобы, серьги, пестики, ушки, промежуточные звенья и коромысла).



а б в г

Рисунок. Сцепная линейная арматура: а – скоба; б – серьга; в – ушко; г – звено; д – коромысло.

Защитная — служит для защиты изоляторов от повреждения в случаях образования дуги короткого замыкания, а проводов от разрушения вследствие вибрации (рога, кольца, разрядники, виброгасители).



а б

Рисунок. Защитная линейная арматура: а – виброгасители; б – защитные рога.

Соединительная — служит для соединения проводов и тросов в местах, подверженных тяжению – в пролете (различные зажимы, монтируемые обжатием или прессованием).

Рисунок. Соединительная арматура – овальные соединители

Контактная — служит для соединения и ответвления проводов и тросов в местах, не находящихся под тяжением – в петлях анкерных опор.

Рисунок. Контактная арматура – плашечные зажимы

Линейная арматура ВЛИ и ВЛЗ имеет подобную классификацию, отличие состоит в конструктивном исполнении арматуры.

Конспект №14 ВЛ до 10 кВ

На ВЛ 6-10кВ применяются кроме перечисленных выше также следующие способы крепления проводов:

- одинарное усиленное анкерное крепление;

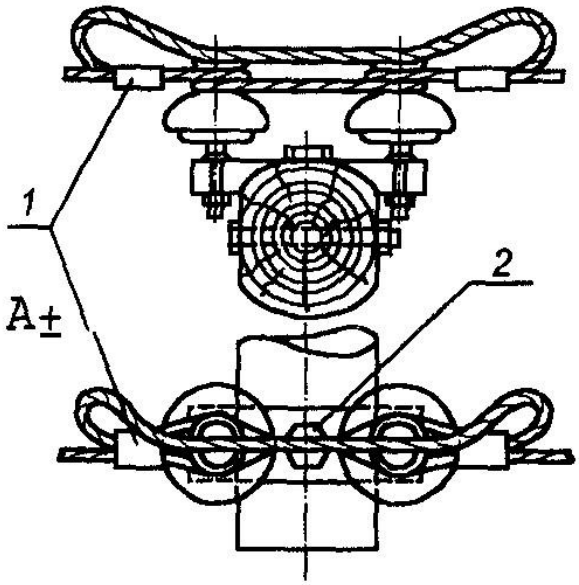


Рисунок. Схема одинарного усиленного анкерного крепления: 1 - болтовой зажим или овальный соединитель; 2 – термитная сварка.

- полуторное анкерное крепление;

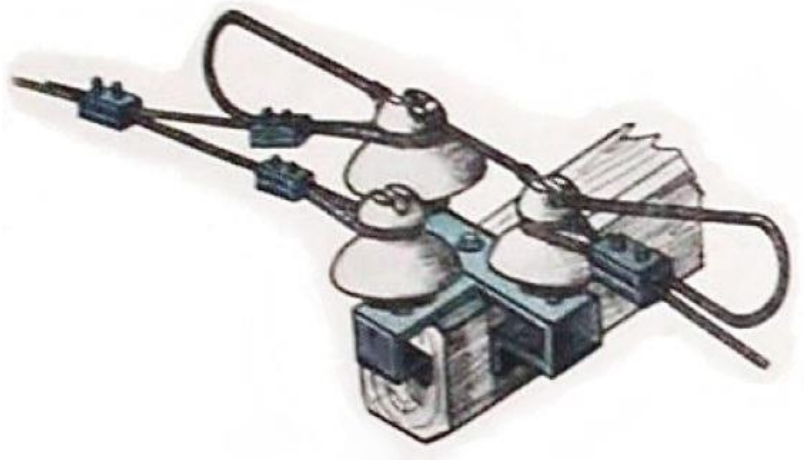


Рисунок. Полуторное анкерное крепление

- двойное анкерное концевое крепление провода;

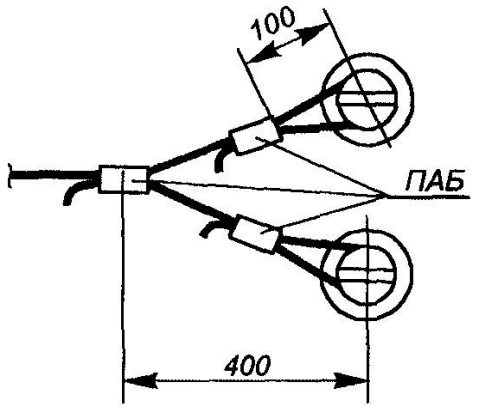


Рисунок. Схема двойного анкерного концевого крепления провода

- двойное анкерное крепление;

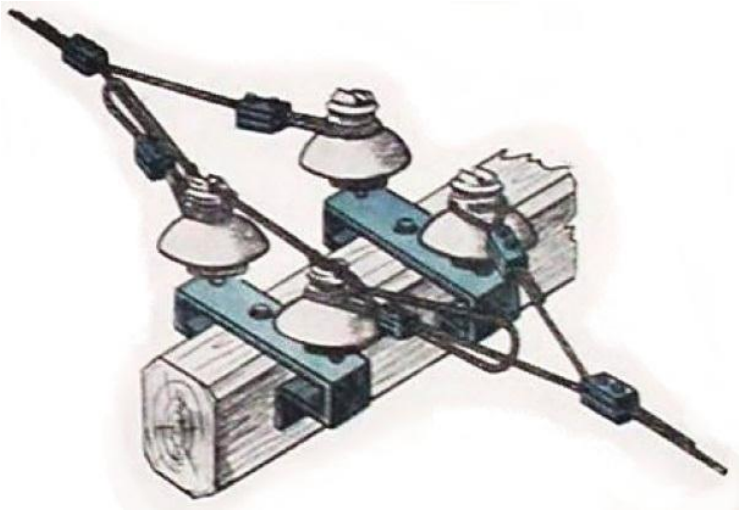


Рисунок. Двойное анкерное крепление

- одинарное усиленное угловое крепление;

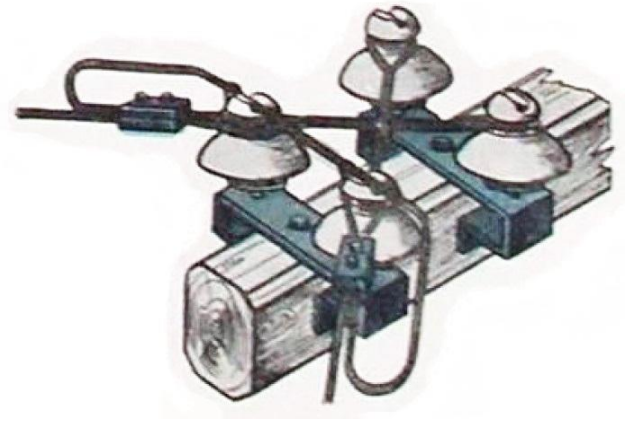


Рисунок. Одинарное усиленное угловое крепление

- двойное усиленное угловое крепление.

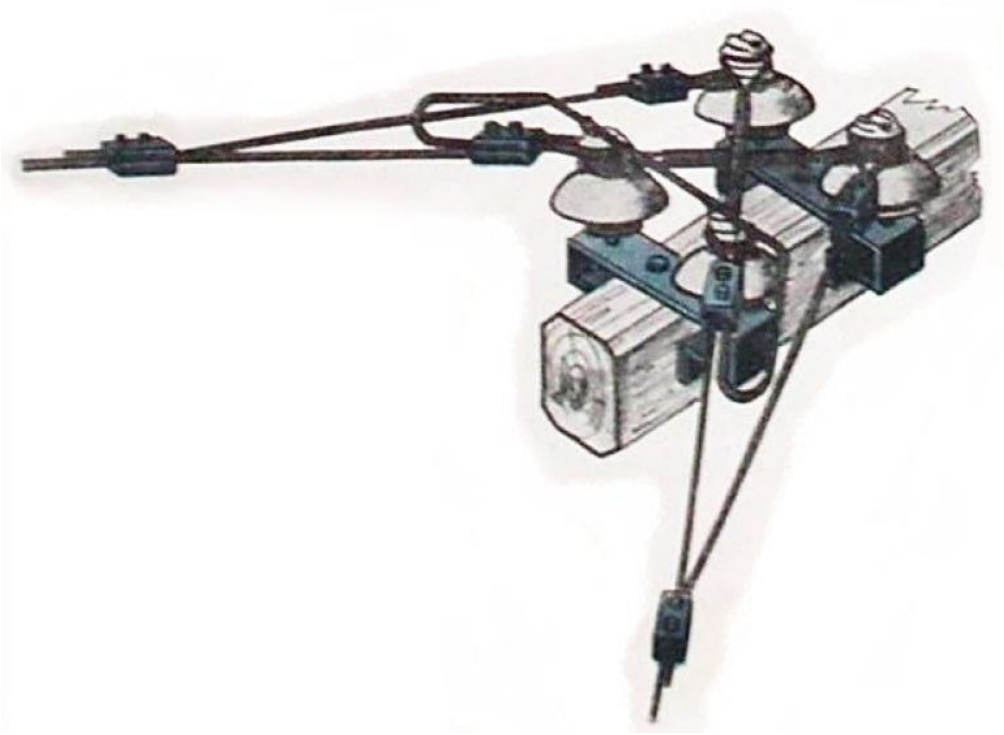


Рисунок. Двойное усиленное угловое крепление

Конспект №15 Технология монтажа ВЛ до 1кВ

На трассе перед монтажом изоляторы должны быть осмотрены и отбракованы. Сопротивление фарфоровых изоляторов проверяется мегаомметром на напряжение 2500 В. Электрические испытания стеклянных изоляторов не проводятся.

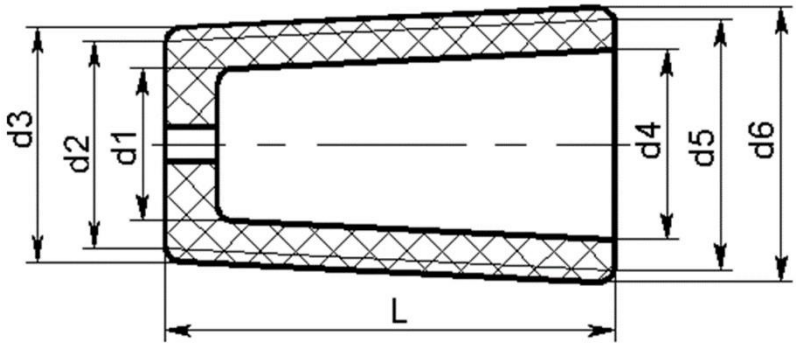
На ВЛ со штыревыми изоляторами установку траверс, кронштейнов и изоляторов рекомендуется проводить до подъема опоры. Их штыревая часть должна быть строго вертикальна. Установка штыревых изоляторов с наклоном до 45° к вертикали допускается при креплении спусков к аппаратам и шлейфам опор. Крючья и штыри для предохранения от ржавчины должны иметь защитное покрытие (например, асфальтовым лаком). Крюки применяют для деревянных опор без траверс. В опоре высверливают отверстия, в которые ввертывают крюки с помощью специального ключа. Штыри устанавливают на траверсе при помощи гаек и шайб.

а б

Рисунок. Линейная арматура: а – крюк для монтажа штыревых изоляторов на деревянных опорах ВЛ 0,4 кВ; б – штыри для монтажа изоляторов на траверсе.

Изоляторы на крюки и штыри насаживают несколькими способами.

Способ 1. Изоляторы закрепляют на крюках и штырях с применением уплотнительных полиэтиленовых колпачков, которые насаживаются на крюки и штыри. На поверхность колпачков нанесена резьба для фиксации изолятора.



а б

Рисунок. Колпачки: а – конструктивные размеры; б – общий вид.

Выпускают различные колпачки (серия колпачков КП-12, …, КП-22, а также серия колпачков К4, …, К10), размеры некоторых типов приведены в таблице ниже.

Таблица. Типоразмеры колпачков.

Марка колпачка	d1, мм	d2, мм	d3, мм	d4, мм	d5, мм	d6, мм	L, мм
К5	15	18,5	22	16,9	22	28	35
К6	19	27,5	31,5	19,6	32,9	35,9	43
К7	21	27,5	31,5	23,9	32,9	35,9	43
К9	23	27,5	31,5	27,9	35	38	70
К10	21	27,5	31,5	25,9	35	38	70

Для различных типов изоляторов, штырей и крюков применяются соответствующие им колпачки. Так, например, колпачки К5 предназначены для крепления штыревых изоляторов ТФ 20 на крюках воздушных линий электропередач напряжением до 1 кВ, а колпачки марок К6-К10 – для крепления штыревых изоляторов на штырях воздушных линий электропередач напряжением до 10 кВ.

Конспект №16 Натяжка и закрепление проводов

Регулирование стрелы провеса. Стрелой провеса называется расстояние по вертикали f от низшей точки провисания провода в пролете до прямой линии между точками крепления провода на опорах.

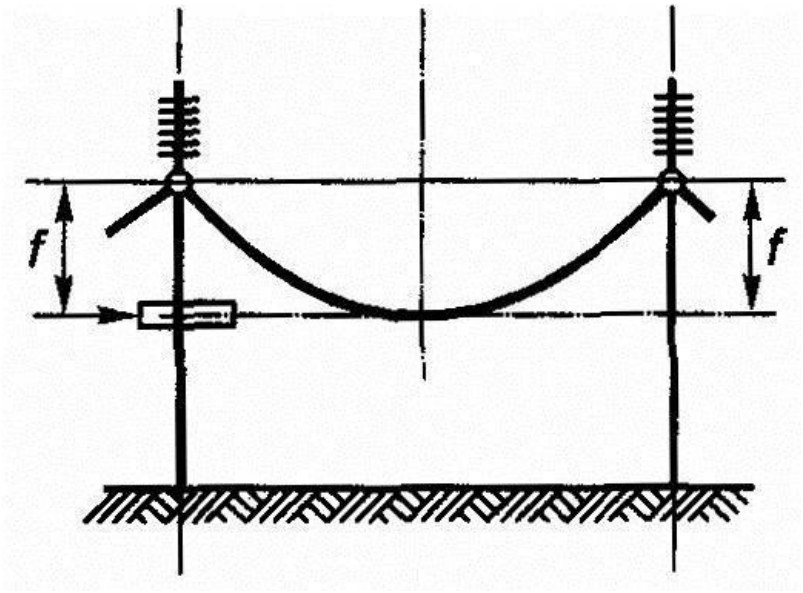


Рисунок. К определению стрелы провеса проводов.

При вертикальном расположении проводов на опорах стрелу провеса начинают регулировать с верхнего провода, а при горизонтальном – со среднего.

Стрела провеса проводников анкерного пролета должна иметь одну величину. Величина стрелы провеса провода ВЛ зависит от длины пролета, сечения и материала провода, расстояний между проводами, а также от температуры воздуха в момент их натяжки. При подвесе проводов разных сечений величину стрелы принимают по проводу, имеющему наибольшее сечение.

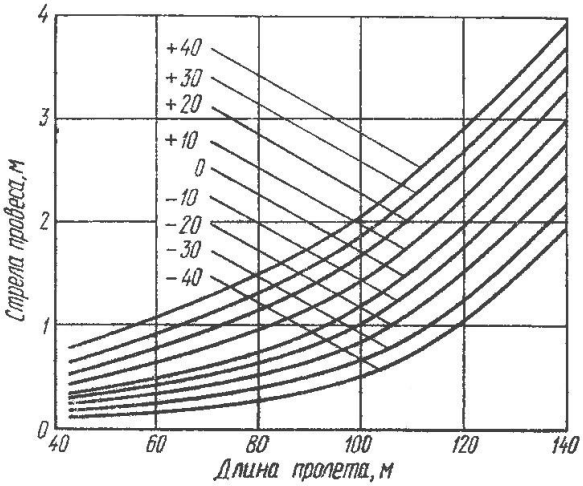


Рисунок. Монтажные кривые стрелы провеса проводов.

Крепление проводов. Стальные провода крепят к изоляторам мягкой стальной оцинкованной проволокой диаметром 1,5 - 2 мм, алюминиевые и сталеалюминиевые — алюминиевой проволокой диаметром 2,5 - 3,0 мм (можно использовать проволоки многопроволочных проводов), самонесущие изолированные провода (СИП) крепят специально изготовленными вязками из оцинкованной пружинной проволоки с полимерным покрытием.

На прямых участках трассы провода крепят на головке изолятора (головная вязка) или на его шейке (боковая вязка), а на угловых опорах — только на шейке. При креплении провода на шейке изолятор, установленный на угловой опоре, должен находиться внутри угла, образуемого проводами линии.

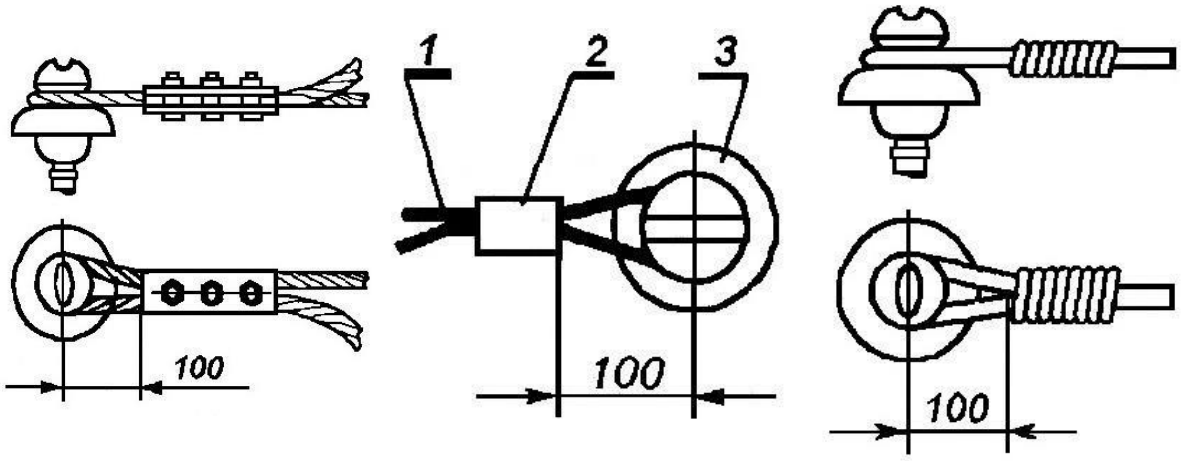
а

б в

Рисунок. Крепление проводов к изоляторам: а – вязальная проволока для крепления СИП к изоляторам; б – головная вязка проводов; в – боковая вязка проводов.

Головную вязку обычно применяют при больших сечениях проводов ВЛ (свыше 50 мм^2).

На анкерных опорах и в местах перехода ВЛ через различные препятствия (линии связи, шоссейные дороги, железнодорожные пути и др.) для обеспечения необходимой прочности применяют одинарное или двойное крепление проводов.



а б в

Рисунок. Одинарное анкерное крепление провода с помощью зажима ПА или ПАБ (а), или обжимного овального соединителя (б), или «заглушкой» (в): 1 – провод; 2 – зажим или соединитель; 3 – изолятор.

Конспект №17 ВЛ до 1 кВ

Согласно ПУЭ на опорах ВЛ должны быть выполнены заземляющие устройства, предназначенные для повторного заземления, защиты от грозовых перенапряжений, заземления электрооборудования, установленного на опорах ВЛ. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 30

Ом. Металлические опоры, металлические конструкции и арматура железобетонных элементов опор должны быть присоединены к PEN-проводнику. На железобетонных опорах PEN-проводник следует присоединять к арматуре железобетонных стоек и подкосов опор. Крюки и штыри деревянных опор ВЛ, а также металлических и железобетонных опор при подвеске на них СИП с изолированным несущим проводником заземлению не подлежат, за исключением крюков и штырей на опорах, где выполнены повторные заземления и заземления для защиты от атмосферных перенапряжений.

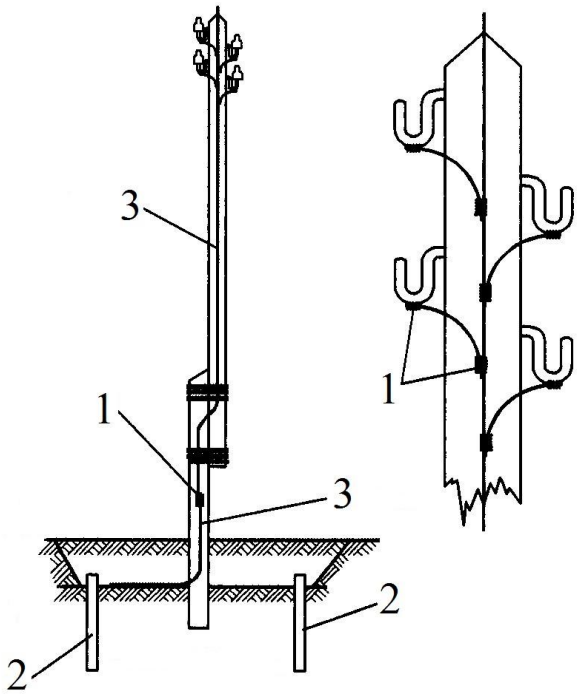


Рисунок. Защитное заземление: 1 – места сварки; 2 – заземлитель; 3 – заземляющий проводник.

Для заземления крючьев и штырей на опоре вдоль установки изоляторов прокладывают стальную проволоку диаметром не менее 6 мм имеющую антикоррозионное покрытие, которую затем спускают вниз и соединяют с заземляющим устройством. У железобетонных опор в качестве заземляющего спуска используют металлическую арматуру. Соединение заземляющих проводников между собой, присоединение их к верхним заземляющим выпускам стоек железобетонных опор, к крюкам и кронштейнам, а также к заземляемым металлоконструкциям и к заземляемому электрооборудованию, установленному на опорах ВЛ, должны выполняться сваркой или болтовыми соединениями.

Основные строительно-монтажные работы при сооружении ВЛ включают в себя:

разбивку трассы ВЛ,
рытье котлованов, монтаж фундаментов, сборку и установку опор, монтаж изоляторов, монтаж проводов,
монтаж защитного заземления,
установку оборудования (разрядников, разъединителей и т.д.),
вывешивание плакатов, фазировку, нумерацию опор и др.

Конспект №18 Монтаж ЗУ

Монтаж заземляющих устройств (ЗУ) должен выполнятся в строгой последовательности, согласно ПУЭ.

1. Сечение соединительной полосы должно быть не менее 48 мм, толщина - не менее 4 мм (рис 1, а); минимальный диаметр прутка - 10 мм (рис 1, б), минимальная толщина стенки уголка - 4 мм (рис. 1, в); минимальная толщина стенки трубы-3,5 мм (рис. 1, г).

2. Длина стержня должна быть не менее 1,5...2 м, чтобы достичь незамерзающего слоя почвы (рис. 2).

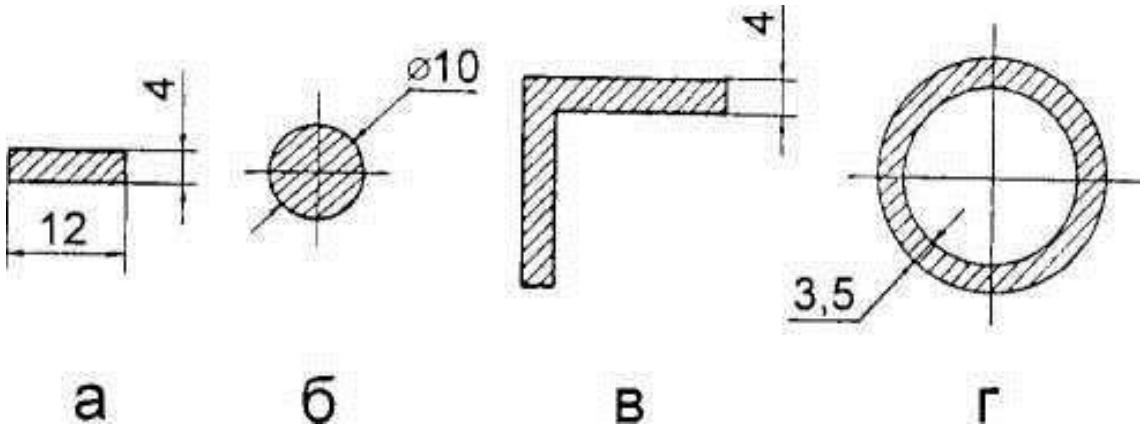


Рис. 1. Минимально-допустимые геометрические размеры сечений заземляющих элементов

Расчетное удельное электрическое сопротивление грунта (Ом*м) - параметр, определяющий собой уровень "электропроводности" земли как проводника, то есть как хорошо будет растекаться в такой среде электрический ток от заземлителя. Это измеряемая величина, зависящая от состава грунта, размеров и плотности прилегания друг к другу его частиц, влажности и температуры, концентрации в нем растворимых химических веществ (солей, кислотных и щелочных остатков).

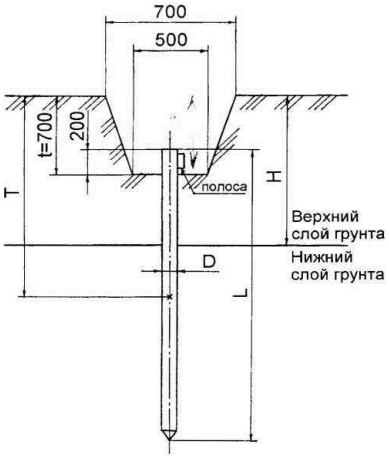


Рис. 2. Установка одиночного заземлителя в двухслойном грунте:
L- длина одиночного заземлителя; D- диаметр одиночного заземлителя;

Н - толщина верхнего слоя грунта; Т - заглубление заземлителя (расстояние от поверхности земли до середины электрода); t- глубина траншеи (заглубление соединительной полосы).

Аналитический расчет всех факторов, влияющих на величину ρ, затруднен, поэтому удельное сопротивление, удовлетворяющее принятой точности расчета, получают путем непосредственных измерений.

Для измерения параметров электрической структуры земли - толщины слоев и удельного электрического сопротивления каждого слоя - в настоящее время рекомендуется два способа: пробного вертикального электрода и вертикального электрического зондирования. Выбор способа измерения зависит от характеристики грунтов и необходимой точности измерения.

Визуальные осмотры видимой части заземляющих устройств (ЗУ) должны проводиться не реже 1 раза в 6 месяцев. При осмотре оценивается состояние открыто проложенных заземляющих проводников, болтовых контактных соединений между заземляющими проводниками и оборудованием.

Осмотры с выборочным вскрытием грунта проводятся в местах ЗУ, наиболее подверженных коррозии, а также у мест заземления нейтралей трансформаторов, присоединений РВ и ОПН. Такие осмотры проводятся не реже 1 раза в 12 лет. Элемент ЗУ бракуется, если коррозией поражено более 50% его сечения. Результаты осмотров ЗУ с выборочным вскрытием грунта оформляются соответствующими актами.

Таблица 10.7

$U_{пр}$, В	500	400	200	130	100	65
t, с	0,1	0,2	0,5	0,7	1	5

Для определения технического состояния ЗУ проводятся следующие профилактические измерения: сопротивлений болтовых соединений; сопротивление исправного болтового соединения должно быть не более 0,05 Ом;

напряжения прикосновения в электроустановках, ЗУ которых выполнено по нормам напряжения прикосновения; наибольшие напряжения прикосновения $U_{пр}$ при длительности их воздействия t не должны превышать норм, приведенных в табл. 10.7; промежуточные значения определяются линейной интерполяцией;

удельного сопротивления грунта в районе ЗУ; сопротивления ЗУ.

Сопротивления ЗУ в электроустановках различного напряжения не должны превышать значений, приведенных в табл. 10.8.

Таблица 10.8

Характеристика электроустановки	$R_{зу}$, Ом
110 кВ и выше, выполненные по нормам сопротивления	0,5
3–35 кВ с изолированной нейтралью	10
0,4 кВ с глухозаземленной нейтралью с учетом повторных заземлений нулевого провода	4

Конспект №19 Оборудование КРУ внутренней установки

Комплектные распределительные устройства монтируют только в помещениях, где полностью закончены строительные работы (рис. 1). Для каждого ряда камер закладные основания монтирую по уровню всей (неровность допускается не более 1 мм на 1 длины и 5 мм по длине). Несущие поверхности и отрихтованных полос угловой стали устанавливают одной строго горизонтальной плоскости. Уголки ил швеллеры присоединяют к контуру заземления полосово сталью 40х4 мм не менее чем в двух местах. Кабельны каналы и проемы должны точно соответствоват чертежам, а трубы для прохода кабеля – выступать и стены или фундамента не менее чем на 30 мм.

При монтаже шкафов КРУ в помещении ширина прохода фасадной стороны для однорядной установки должна быт равной длине выкатной тележки плюс 0,8 м, дл двухрядной – длине выкатной тележки плюс 1 м Расстояние от шкафов до боковых стен помещения пр односторонней установке предусматривают не менее 0 м. Блоки ставят на направляющие уголки и швеллеры последовательности, предусмотренной проектом.

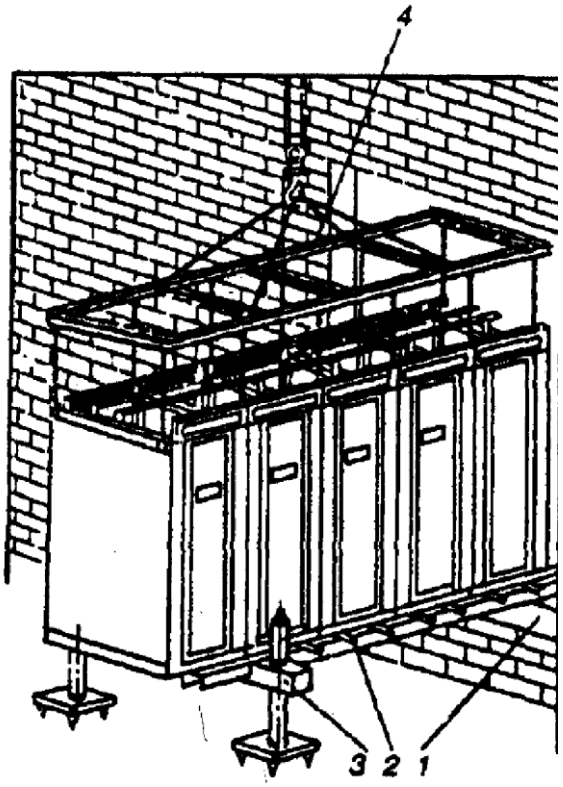


Рис. 1. Монтаж укрупненного блока 1 – монтажный проем; 2 – катки; 3 – платформа; 4 – траверса

Монтаж камер КСО и шкафов КРУ начинают с крайнег КРУ корпуса и к установке следующего приступают тольк после проверки правильности положения по вертикали горизонтали предыдущего корпуса. По окончани установки корпуса блоки соединяют болтами, начиная крайнего. В первую очередь затягивают нижние болты затем верхние.

С помощью шнура проверяют прямолинейность верхней части камер и при необходимости регулируют их положение стальными подкладками. Вкатывая тележку, проверяют правильность установки шкафов КРУ, при этом подвижные и неподвижные части должны совпадать, а положение тележки – четко фиксироваться роликами.

Совпадения разъединяющих и заземляющих контактов при проверке добиваются медленным вкатыванием тележек в рабочее положение с помощью механизма.

Комплектное РУ считается правильно установленным и может окончательно закрепляться, если:

- корпус и тележка не качаются;
- нижняя рама корпуса располагается горизонтально;
- подвижные и неподвижные части разъединяющих контактов первичных и вторичных цепей совпадают; - ролики механизма доводки четко фиксируют положение тележки;
- пазы скобы совпадают с осью роликов;
- зазоры между осью крепления коромысел шторок и роликами тележки примерно одинаковы;
- контрольные отверстия смежных корпусов совпадают;
- зазор между стенками смежно устанавливаемых корпусов не превышает 1 мм; - двери в закрытом положении находятся в одной вертикальной плоскости.

Особенно тщательно проверяют работу шторок, которые должны подниматься и опускаться без перекосов и заеданий, а также действие механической блокировки.

Выверенные шкафы КРУ и камеры КСО окончательно жестко прикрепляют электросварным швом длиной 60-70 мм к направляющим в четырех углах, это обеспечивает надежное заземление корпусов. Далее в шкафах снимают листы шинного отсека и освобождают от временного крепления ответвительные шины. Верхние части шинодержателей снимают, а на нижние части шинодержателей укладывают сборные шины с учетом цвета фаз. Ответвительные шины присоединяют к сборным болтами или сжимами, затем закрепляют на шинодержателях. Участки сборных шин в пределах одного щита сваривают, а между различными щитами соединяют болтами или сжимами.

Приборы и аппараты, демонтированные на время перевозки, устанавливают после монтажа шин и присоединяют их к первичным и вторичным цепям согласно схемам.

Поверхности сборных шин в местах контактов промывают бензином и смазывают тонким слоем вазелина. Эти поверхности нельзя зачищать напильником или наждачной шкуркой, так как на заводе они покрыты специальным сплавом олова с цинком во избежание коррозии. После установки сборных шин всей секции затягивают болты в контактных соединениях, а затем прокладывают магистральные шинки вторичных цепей. Далее проверяют работу выключателей, разъединителей, вспомогательных контактов и блокировочных устройств в соответствии с требованиями инструкции предприятия-изготовителя.

Ножи разъединителя в камерах КСО при включении должны входить в неподвижные контакты без ударов и перекосов и не доходить до упора на 3-5 мм. Неодновременность касания ножами неподвижных контактов не должна превышать 3 мм. Привод разъединителя в крайних положениях должен автоматически надежно запираться фиксатором.

Правильность установки штепсельных разъединителей в шкафах камер КРУ проверяют, наблюдая через люки отсеков корпуса шкафа за контактами при медленном вкатывании тележки.

Нож разъединителя неподвижного контакта в рабочем положении должен входить внутрь подвижного на глубину не менее 30 мм и не доходить до упора не менее, чем на 5 мм. Направляющие шпильки подвижной системы вторичных цепей должны входить в отверстия неподвижной системы раньше начала замыкания контактов вторичных цепей.

В камерах КСО выключатели серии ВМП-10 устанавливают на опорные конструкции и во избежании перекосов при монтаже выверяют их по вертикали и по главным осям камеры.

С помощью резьбовых соединений раму выключателя крепят к опорным конструкциям. Приводы выключателей поступают на монтаж в полностью собранном и отрегулированном состоянии. После установки в соответствии с разметкой и выверки положения выключателя и его привода регулируют ход подвижной части выключателя. Для этого выключатель и привод отключают и соединяют их валы тягой. Регулировку длины тяги производят при полностью включенных приводе и выключателе. Изменяя углы поворота рычагов, добиваются нормальной величины раствора контактов. Работу механизма свободного расцепления проверяют при полностью включенном положении выключателя и двух-трех промежуточных положениях. Маслоотделитель и верхнюю крышку каждого цилиндра снимают, и в резьбовые отверстия в торцах подвижных контактов ввертывают регулировочные стальные стержни диаметром 6 мм, длиной 400 мм с резьбой М6 на конце. Для контроля момента соприкосновения контактных стержней с неподвижными розеточными контактами монтируют вспомогательную схему с лампами сигнализации. Неодновременность касания контактов в различных полюсах не должна превышать 5 мм.

С помощью подвижной части при ручном управлении регулируют момент замыкания контактов и отмечают предельные положения подвижных контактов нанесением рисок на регулировочные стержни. При регулировке обеспечивают общую длину хода контактных стержней в цилиндрах в пределах 240-245 мм, длину хода в контактах (вхождение стержня в розетку) в пределах 52-64 мм и угол поворота вала выключателя в пределах 85-89°. Недоход контактного стержня до предельного нижнего положения должен быть не менее 4 мм.

Затем присоединяют отходящие и питающие кабели и провода вторичных цепей. После окончательной установки КРУ (КСО) все металлические конструкции, на которых они смонтированы, присоединяют к сети заземления. Заземление выполняют приваркой нижних рам корпусов камеры в двух местах к магистрали заземления либо к закладным частям, подсоединенным к магистрали заземления.

Конспект №20 КРУ наружной установки

До начала монтажа все работы по устройству фундаментов для КРУН должны быть закончены, проверены паспорта испытания такелажного и грузоподъемного оборудования. При приемке фундаментов под КРУН проверяют их соответствие чертежам проекта, соблюдение требований инструкций заводовизготовителей на конкретный тип или серию. Особое внимание обращают на правильность выполнения закладных швеллеров-оснований под шкафы КРУН и надежность их крепления к фундаментным стойкам.

При установке шкафов КРУН K-VI,K-IX и КРУН-6 /10/ на незаглубленном фундаменте проверяют уровень площадки перед их фасадом. Он должен совпадать с плоскостью катания выдвижного элемента и быть на 5 мм выше уровня швеллерной рамы закладных частей. Перед фасадом КРУН во избежание повреждения площадки до окончания ее устройства для вкатывания выдвижных элементов рекомендуется пользоваться инвентарными рамами, поставляемыми вместе со шкафами КРУН.

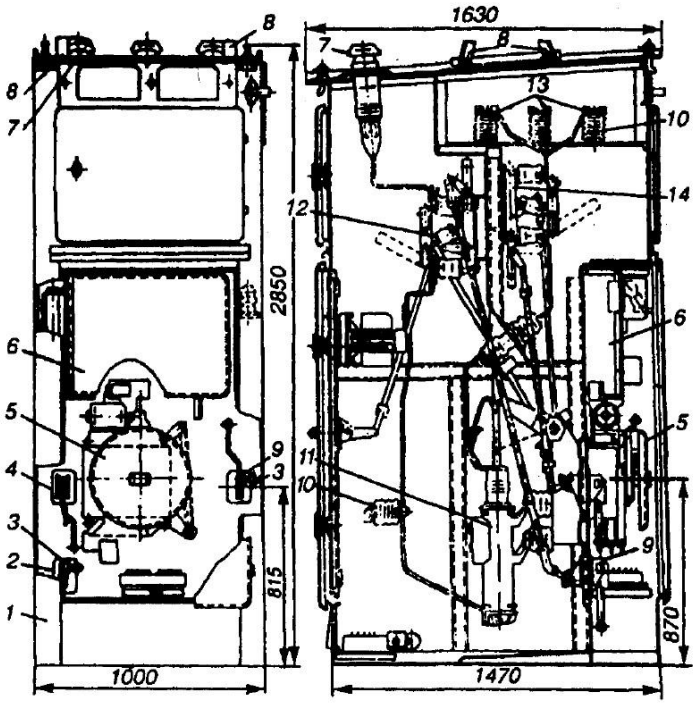


Рис. 1. КРУН стационарного типа серии КРН-Ш-10:

1 – корпус; 2 – привод заземляющего ножа разъединителя; 3 – замок блокировки;

4 – привод заземляющего ножа шинного разъединителя; 5 – пружинный привод ПП;

6 – релейный шкаф; 7 – линейный изолятор; 8 – кронштейн для воздушных линий;

9 – привод ПР-10-П шинного и линейного разъединителей; 10 – опорный изолятор;

11 – масляный выключатель; 12 – линейный разъединитель; 13 – сборные шины;

14 – шинный разъединитель

Закладные основания под КРУН выполняют из рихтованных швеллеров № 12, к которым предъявляют следующие требования:

- неровность их поверхностей и основания не должны превышать 1 мм на 1 м длины и 5 мм по всей длине секции;

- несущие поверхности следует выполнять в одной плоскости, сваривать встык, чтобы их передняя кромка составляла прямую линию;
- соединять с контуром заземления не менее чем в двух местах полосовой сталью сечением 40х4 мм.

Стойки, на которые устанавливают закладную раму из швеллеров, должны выступать над землей не менее чем на 200 мм, а расстояние между ними не должно превышать 2 м. Установка КРУН на швеллерной раме показана на рис. 1.

Шкафы КРУН к месту монтажа транспортируют в упакованном виде. Перед установкой шкафов КРУН их снимают с поддонов тары, выкатывают выдвижные элементы из корпуса, устанавливают корпуса в соответствии со схемой их расположения в РУ. Монтаж начинают с крайнего шкафа, а к следующему приступают только после проверки правильности установки предыдущего. Соединяя корпуса шкафов КРУН К-VIу на их боковинах для уплотнения прокладывают резиновую трубку, предварительно смазанную клеем. Если в составе РУ есть шкафы секционирования К-VIу, при их установке следят за соосностью отверстий блокировочного стержня, который размещен в нижней части боковин шкафов выключателя и выдвижного элемента с разъединяющими контактами. Это требование обеспечивает правильность установки этих шкафов. При монтаже коридора управления КРУН из шкафов К-37 торцовой стенке собирают из состыкованных через уплотнительную обойму четырех элементов. При установке стенки ее болтами присоединяют к уголку основания и шкафам. К торцовой стенке пристыковывают болтами дверную секцию, которую также присоединяют к уголкам основания. Элементы передней стенки, используемые для упаковки шкафов КРУН, стыкуют болтами через уплотнительные обоймы и, так же, как элемент передней стенки, соединяют болтами с уголком основания и торцовой стенкой. Элемент крыши коридора управления, применяемый для упаковки шкафов КРУН, монтируют и стыкуют с ранее установленными элементами КРУН – торцовой, передней и задней стенками РУ. Аналогично собирают другую пару элементов передней стенки и крыши, также используемых для упаковки шкафов. Шкафы КРУН, как и КРУ внутренней установки, устанавливают в соответствии со схемой конкретного заказа.

Затем монтируют последующие элементы передней стенки и крыши РУ, приваривают сплошным швом к закладным швеллерам фундамента уголки основания коридора управления. Со стороны неустановленной торцовой стенки КРУН закладывают сборные шины, закрепляемые на шинодержателях, к которым присоединяют отпайки. Далее устанавливают компенсаторы сборных шин, перегородки отсеков, трансформатор собственных нужд, присоединяют к нему ошиновку, закрепляют задние стенки шкафов КРУН, собирают и закрепляют их торцовую стенку.

Корпуса шкафов КРУН не должны иметь качаний и перекосов (для их устранения используют стальные прокладки толщиной до 5 мм); нижняя рама корпуса должна располагаться горизонтально (по уровню); корпус не должен иметь наклона по фасаду и глубине (отсутствие наклона проверяют отвесом); стенки смежных шкафов должны плотно прилегать друг к другу. Зазор между стенками двух расположенных рядом шкафов не должен превышать 1 мм.

При вкатывании в шкаф выдвижной элемент не должен иметь перекосов при любом его положении в корпусе, т.е. при перемещениях его колеса должны опираться на направляющие.

Стоящие рядом корпуса стыкуют с помощью нижних болтов. При обнаружении зазоров более 1 мм плотнее сдвигают корпуса, при этом во избежание деформации боковых стенок усилия прикладывают к нижней раме.

На крыше шкафов для монтажа воздушных отходящих линий или вводов закрепляют кронштейны, которые поставляют в разобранном виде вместе со шкафами КРУН. После этого монтируют ошиновку ввода, отходящей линии или связи шкафа ввода со шкафом трансформатора собственных нужд, конструкции для разделения шкафов ввода от ВЛ. При необходимости (если это предусмотрено проектной документацией) над крышей КРУН устанавливают дополнительную крышу из асбестоцементных плит. В первую очередь в коридоре управления монтируют навесные шкафы вторичных цепей, блоки питания, вытяжные вентиляторы (на торцовых стенках) и автомат их пуска, а также выключатели освещения, затем выполняют монтаж освещения и вентиляции.

Силовые кабели монтируют через заднюю дверь (в шкафах К-VIу) или дверцу, имеющуюся в задней стенке шкафа (К-37). Поскольку в шкафах КРУН дно металлическое, для прохода кабелей в нем вырезают необходимое количество отверстий. Для защиты КРУН от попадания внутрь влаги, снега, пыли отверстия в дне уплотняют. Монтаж вторичных цепей между шкафами КРУН выполняют в соответствии с проектом. Затем соединяют оперативные шинки и шинки питания, присоединяют жилы контрольных кабелей внешних соединений.

Кроме выполнения перечисленных работ в шкафах КРУН с коридором управления тщательно проверяют отсутствие щелей, которые могли образоваться из-за деформации элементов при транспортировке, монтаже или других причин. Обнаруженные щели заделывают уплотнителями. Далее убирают помещение (коридор управления) и выполняют подливку основания бетоном по всему периметру.

Конспект №21 Монтаж КРУ и КТП

Комплектные распределительные устройства наружной установки (КРУН) служит для приема трехфазного электрического тока частотой в 50 Гц номинальным напряжением в 6(10) кВ.

КРУН представляет собой отдельные ячейки, которые собираются вместе и образуют комплектные распределительные устройства служащие для приема и распределения электрического тока.

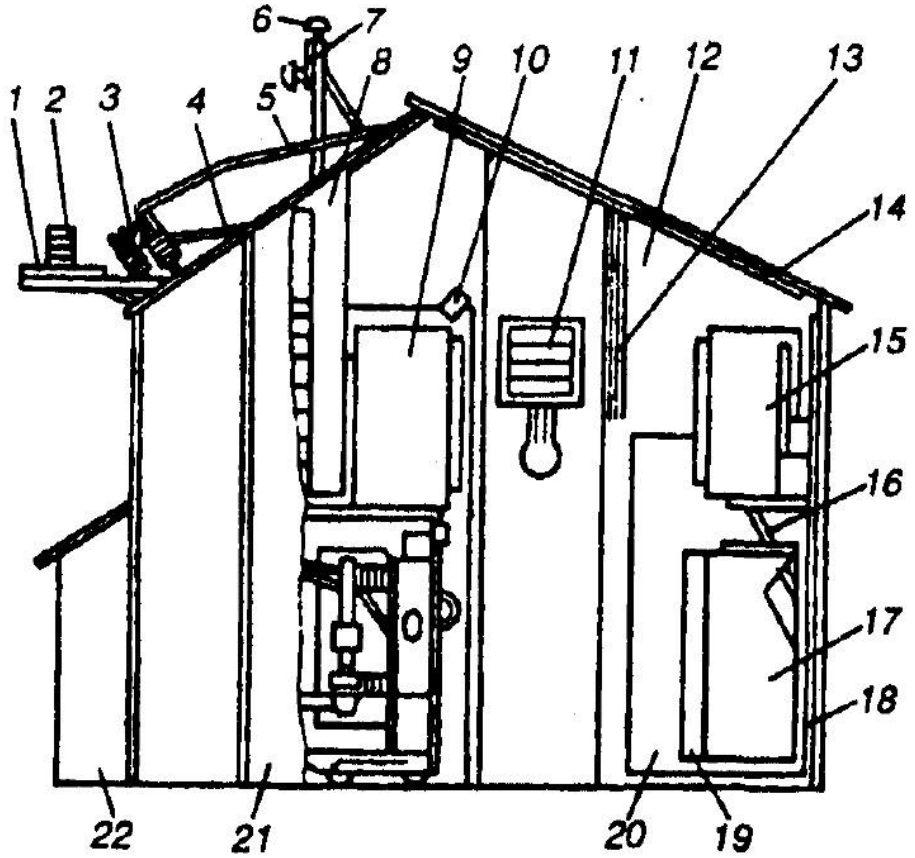


Рис. 1. Комплектное распределительное устройство серии К-37:
1, 4, 7, 10, 16 – кронштейны; 2, 3, 6 – изоляторы; 5 – барьер; 8 – шкаф КРУН; 9 – релейный шкаф КРУ; 11 – вытяжной вентилятор; 12 – коридор; 13 – провода освещения; 14 – крыша; 15 – релейный шкаф защиты трансформатора; 17, 19 – блоки питания; 18 – элемент передней стенки; 20 – дверь; 21 – торцовая стенка; 22 – кабельная приставка

КРУН применяют для распределительных устройств (РУ) подстанций энергосистем, а также в составе КТП 35/6-10 кВ и др. Они состоят из отдельных шкафов, которые по конструктивным особенностям разделяют на три группы:

- шкафы со встроенным оборудованием и коридором управления, у которых одна из стенок (задняя) и боковые одновременно являются стенками помещения РУ. Фасады шкафов оформлены аналогично фасадам шкафов КРУ внутренней установки;
- шкафы индивидуального исполнения с выдвижными элементами (выключатели, трансформаторы напряжения, разрядники), выкатываемыми при открытых фасадных дверях из шкафа;
- шкафы индивидуального исполнения со стационарно-установленными выключателями или другими аппаратами.

Комплектные устройства серии К-37 (рис. 1) изготовляют с выдвижными элементами (выключателем, трансформаторами напряжения, разрядниками, силовыми предохранителями) и без выдвижных элементов (табл. 1).

Для осуществления ввода и секционирования в РУ при нормальных токах выше 1600 А применяют комплектные РУ серии К-33М. Эти шкафы стыкуют непосредственно с К-37. Они устойчиво работают в различных климатических районах.

Комплектные РУ серии КРУН-6 / 10 / Л относят к категории индивидуальных шкафов КРУН (без коридора управления). Конструкция шкафов КРУН не предназначена для одиночной установки. Они стыкуются со шкафами серий К-VI, К-VII с помощью переходных шкафов шириной 660 мм, а с К-VIу и К-IX – с помощью шкафов шириной 1854 мм. Для стыковки шкафов К-37 и К-33 переходным шкафам не требуются.

Таблица 1 – Технические данные КРУ наружной установки (КРУН)

Параметры КРУ и комплектующее	К-37	К-VI; К-IX
Наибольшее напряжение (линей ное), кВ	6; 10	6; 10
Наибольшее напряжение, кВ	12	12
Номинальный ток, А: Шкафа сборных шин	630; 1000; 1600 1000; 1600; 2000; 3200	630; 1000; 1500; 630; 1000; 1500; 2000
Ток электродинамической стойкости главных цепей, кА	52	52
Номинальный ток отключения выключателя, кА	20	20
Ток термической стойкости 4-секундный, кА Выключатель	20 ВМПП-10; ВМПЭ-	20 ВМПП-10; ВМПЭ-10
Привод	Встроенный пру10 жинный и электро-	Встроенный электромагнитный
Трансформатор тока	магнитный ТЛМ-10-2	ТВЛМ-10; ТЛМ-10-1; ТПЛ-10
Трансформатор напряжения	ЗНОЛ-09; НОЛ-08 (НТМИ, НОМ)	НТМИ; НОМ
Максимальное число и сечение силовых кабелей, мм	6 (3 х 240)	3 (3 х 240)

Размеры шкафа, мм: ширина глубина высота	900; 1350 1600; 3500 2400; 3300	1000 1800. 2450
Масса шкафа, кг	776-1286	1200

Рисунок 2 – Комплектное распределительное устройство наружной установки

Конспект №22 Монтаж КРУН

Распределительные устройства (РУ) на напряжение 6…10 кВ собираются, как правило, из комплектных ячеек полной заводской готовности. Силовое оборудование ячеек может располагаться на выкатных тележках (ячейки КРУ) или стационарно в сборных камерах одностороннего обслуживания (камеры КСО).

Монтаж комплектных РУ выполняется в два этапа. *На первом этапе* в ходе выполнения общестроительных работ устраиваются предусмотренные строительными чертежами проемы, ниши, кабельные каналы, устанавливаются закладные детали и опорные конструкции под оборудование, выполняется монтаж заземляющего устройства и сети общего освещения.

Поверхности всех опорных металлических конструкций для установки оборудования должны быть выверены по горизонтали. Стыки этих конструкций свариваются с помощью накладок из полосовой стали для обеспечения непрерывности цепи заземления.

На втором этапе на опорные конструкции устанавливаются комплектные ячейки РУ, выполняются соединения сборных шин, проверяется совпадение разъединяющих контактов первичных и вторичных цепей и заземляющих контактов путем медленного вкатывания тележек в рабочее положение.

Прокладку силовых кабелей выполняют после установки ячеек на место. В каналах кабели раскладывают в соответствии с кабельным журналом. После разделки кабелей и монтажа концевых муфт на кабели у каждой муфты вешают маркировочную бирку с надписью в соответствии с кабельным журналом.

Монтажные работы по первичным цепям завершают проверкой уровня масла в маслонаполненном оборудовании (при необходимости доливают чистое, сухое, прошедшее испытания трансформаторное масло до уровня отметки на маслоуказателе) и проверкой работы выключателей, разъединителей, вспомогательных контактов и блокировочных устройств. Эту проверку производят в соответствии с требованиями инструкций предприятия-изготовителя.

Одновременно с работами по первичным цепям на втором этапе работ выполняют монтаж вторичных цепей. В релейных отсеках комплектных ячеек устанавливают приборы и аппараты защиты, управления, сигнализации, измерения и учета электроэнергии, демонтированные на время транспортировки.

В соответствии с проектом прокладывают, разделывают и подключают контрольные кабели, кабели питания оперативным током
и кабели освещения. В соответствии с кабельным журналом на концы кабелей вешают маркировочные бирки с надписями.

Перед сдачей РУ в эксплуатацию восстанавливают поврежденную отделку ячеек, окрашивают места сварки. На фасадах ячеек выполняют четкие надписи в соответствии с наименованием присоединений. У всех приводов выключателей и разъединителей делают надписи с указанием «Включено» и «Отключено».

На фазах каждой секции сборных шин РУ предусматривают места для наложения переносного заземления и наносят условный знак заземления. Шины в этих местах зачищают и смазывают тонким слоем технического вазелина.

На дверях, выходящих из помещения РУ наружу или в другое помещение, с внешней стороны делают надписи с наименованием РУ и закрепляют стандартные металлические предупредительные плакаты.

Испытания комплектных распределительных устройств Испытания выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов, разрядников и другого оборудования РУ производятся по нормам [2,14].

У выкатных тележек выполняется проверка механизма доводки и блокировки в рабочем и испытательном положениях. При попытке вывода тележки из закрепленного положения с включенным выключателем последний должен отключаться. Отключение выключателя должно происходить раньше перемещения тележки, вызывающего размыкание первичных разъединяющих контактов.

Проверяется действие защитных шторок, обеспечивающих безопасность при производстве ремонтных работ. Эта проверка производится выдвижением тележки в ремонтное положение. При этом шторки под действием собственной массы должны закрывать окна. При вкатывании тележки шторки должны автоматически подниматься, открывая окна для прохода подвижных контактов первичной цепи.

Проверка работы механических блокировок производится многократным (четыре-пять раз) вкатыванием тележки. При этом не должно быть перекосов и заеданий. Давление ламелей разъединяющих контактов первичных цепей должно быть в пределах 10…15 кг.

Измеряются переходные сопротивления первичных разъединяющих контактов, болтовых контактных соединений сборных шин, разъединяющих контактов вторичных цепей, связи заземления выкатной тележки с корпусом. Измерения проводятся двойным мостом, микроомметром или методом амперметра-вольтметра.

Переходное сопротивление первичных контактов $R_п$ не должно превышать значений, указанных в табл. 5.1.

Таблица 5.1

$I_{ном}$, А	400	600	1000	1600	2000
$R_п$, мкОм	75	60	50	40	33

Переходное сопротивление контактов сборных шин не должно превышать более чем в 1,2 раза сопротивления целого участка шины такой же длины. Переходное сопротивление разъединяющих контактов вторичных цепей должно быть не более 4000 мкОм. Переходное сопротивление связи заземления выкатной тележки с корпусом не должно превышать 100 мкОм.

Сопротивление изоляции первичных цепей, измеренное мегаомметром на напряжение 2500 В, должно быть не ниже 100 МОм. Сопротивления изоляции вторичных цепей, измеренное мегаомметром на напряжение 500–1000 В, должно быть не ниже 0,5 МОм.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции первичных цепей проводится до присоединения силовых кабелей. Все тележки должны быть установлены в рабочее положение, выключатели — включены. Тележки с трансформаторами напряжения должны быть выкачены. Продолжительность приложения испытательного напряжения составляет 1 мин. Величина испытательного напряжения для керамической изоляции РУ-10(6) кВ составляет 42 (32) кВ; для твердой органической изоляции — 37,8 (28,8) кВ. Испытания изоляции вторичных цепей производится напряжением промышленной частоты 1 кВ в течение 1 мин.

Упрощение монтажа РУ с выключателями нагрузки достигается в настоящее время применением моноблочных конструкций, выпускаемых, в частности, фирмой Schneider Electric (блок RM6) и ОАО «ПО Элтехника» (КРУ «Ладога»). В моноблочной конструкции в герметичный бак, заполненный элегазом с низким избыточным давлением, заключены все рабочие части устройства (выключатели нагрузки, заземляющие разъединители, сборные шины). Плавкие предохранители, используемые в комбинации с выключателями нагрузки, помещены в отдельные герметичные кожухи.

Расширение РУ осуществляется за счет простого присоединения дополнительного моноблока на уровне сборных шин без необходимости работы с элегазом.

Использование моноблочных конструкций позволяет не только сократить объем электромонтажных работ, но и существенно уменьшить габариты РУ. Кроме того, моноблочные конструкции РУ практически не требуют эксплуатационного обслуживания в течение всего срока службы.

Конспект №23 Технология монтажа вторичных цепей

Электроустановки состоят из совокупности машин, аппаратов, устройств, приборов, щитов и электрических цепей (шин, кабелей, проводов), которыми устройства соединены между собой.

В зависимости от назначения электрические цепи делят на первичные и вторичные. К первичным относят цепи, предназначенные для передачи и распределения электроэнергии электроприемникам (электродвигатели, электронагреватели и др.). К вторичным относят цепи, используемые для передачи токов управления, сигнализации, измерений.

Порядок соединения электрических устройств между собой определяется электрическими схемами. Наиболее часто используют схемы: принципиальные (полные), соединений (монтажные) и подключения.

Для обозначения токопроводящих участков цепи и электрических элементов, предназначенных для подключения, применяется термин - «обозначение зажимов».

Выбор способа обозначения зажимов зависит от вида устройства, расположения зажимов, а также сложности устройства или проводки. При построении буквенно-цифровых обозначений используют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры.

Зажимы электрических устройств, предназначенные для прямого или непрямого соединения с питающими проводами трехфазной системы, предпочтительно обозначать буквами U, V, W, если необходимо соблюдение последовательности фаз. Зажим, соединенный с корпусом, обозначают буквами MM, зажим эквипотенциальный - CC.

Этим обозначением пользуются только в том случае, когда соединение этого зажима с защитным проводом или землей не видно.

В соответствии с ГОСТ 2.709-89 обозначения зажимов электрических устройств, присоединенных к специальным проводам, приведены в таблице 1.2.

Кроме позиционных обозначений элементов и их зажимов, на электрических схемах обозначают номера участков электрических цепей. Обозначение участков цепей служит для их опознавания при

монтаже, наладке и ремонте электрооборудования, может отражать их функциональное назначение и создает связь между схемой и устройством.

Присоединительный зажим электрического устройства	Обозначение	
	буквенно-цифровое	графическое
Для переменного тока		
1 -я фаза	U	
2-я фаза	V	
3-я фаза	W	
нейтральный провод	N	
Защитный провод	PE	По ГОСТ 2.721
Заземляющий провод	E	»
Провод бесшумового заземления	TE	»
Провод соединения с корпусом	MM	»
Провод эквипотенциальный	CC	»

Таблица 1.2. **Обозначения зажимов**

При обозначении используют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры, выполненные одним размером шрифта. Участки цепи, разделенные контактами аппаратов, обмотками машин, резисторами и другими элементами, должны иметь разное обозначение. Соединения, проходящие через неразборные, разборные и разъемные контактные соединения, обозначают одинаково. Допускаются в обоснованных случаях разные обозначения. Участки цепи в схеме обозначают независимо от нумерации входных и выходных зажимов машин и устройств. Последовательность обозначения должна быть, как правило, от ввода (источника питания) к потребителю. Разветвляющиеся цепи обозначают сверху вниз в направлении слева направо.

При монтаже щитов, устройств, вторичных цепей необходимо выполнять следующие правила:

- до начала работ необходимо изучить рабочие чертежи, техническую документацию; - все аппараты, расположенные внутри ящика или шкафа, соединяют между собой неразъемными перемычками без вывода проводов на наборные зажимы. Цепи для подключения внешних устройств присоединяют на зажимы планок (реек). Провода до прокладки выправляют и протирают ветошью, пропитанной парафином;
- по панелям шкафов провода прокладывают только вертикально и горизонтально. Радиус изгиба проводов - не менее трех диаметров провода. К панели провода крепят скобами с изолирующими прокладками. Потоки проводов закрепляют бандажами через 200 мм;
- переход проводов с корпуса щита на подвижную дверцу или подвижные контакты устройства выполняют гибкими медными проводами в виде вертикально скручивающегося жгута без разрезания проводов. Жгут крепится к корпусу и дверце с помощью скобки. Неподвижный корпус ящика управления соединяется с дверцей с помощью многожильного голого провода. Кольца на концах жил располагают в зажиме по ходу винта, который затягивают плотно, не допуская «выдавливания» жилы или срыва резьбы. Если к зажиму присоединяют два провода, то между кольцами прокладывают шайбу. Соединение больше двух проводов под один винт запрещается. Не допускается изгибать жилы или делать на них кольца плоскогубцами или кусачками.

Проводники у наборных зажимов аппаратов должны иметь маркировку, которую записывают на окольцевателях из пластмассы составной надписью или из полимерной трубки длиной 20 мм или 15 мм. Надписи на трубках-оконцевателях наносят с двух сторон несмывающимися чернилами. Навешивать на провода бирки вместо окольцевателей запрещается.
Переключатели и ключи управления подключают в соответствии с диаграммой замыкания контактов, которую приводят на чертеже с принципиальной схемой. Применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами для внутреннего монтажа щитовых устройств не допускается.

Конспект №24 Исходные данные на разработку ППЭР

Исходные данные на разработку проекта производства электромонтажных работ берутся в соответствии с выполнением 1-го курсового проекта. Пример приведѐн ниже.

Для выполнения заданной темы: сварочно-механический участок ОАО «Кореновский ЗТМ». Монтаж электрооборудования, по специальности 08.02.09. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования предприятий и гражданских зданий, имеются следующие исходные данные: план задания с установленным технологическим оборудованием, его характеристикой и мощностью; характеристика производственного процесса; сведения об источниках питания и другие данные.

Данные я выбирал по последним двум цифрам моей зачѐтной книжки, мой номер: 7639, и по моему номеру в журнале учѐта учебных занятий, мой номер по списку 3. На основании этих данных. Разрабатываемый цех размещается в производственном корпусе, выполненном из кирпича и железобетона. Полы бетонные, потолок перекрыт стропильными фермами. Размер объекта - это план-схема №3, составляет: длина 12 м, ширина 24 м, высота 7 м. Тип грунта: глина, удельное сопротивление естественного заземлителя 20 Ом□м. Объект относится к разряду токарно-механических цехов и предназначен для изготовления различных металлических конструкций, выполнения различного вида ремонтных работ, изготовления запасных частей и других работ. Основными электроприемниками являются электродвигатели токарных станков и освещение. Исходные данные для выполнения проекта определяются темой проекта и выдаются учащемуся руководителем курсового проектирования. Сварочномеханический участок запитывается от существующей трансформаторной подстанции ГПП, с напряжением на сборных шинах 10,5 кВ. Электроснабжение проектируемого объекта производится от существующей трансформаторной подстанции с напряжением на сборных шинах 10,5кВ. Подвод питания производится высоковольтной кабельной линией длиной 0,3 км, так как мой номер по списку 3, то 100х3=300 м., которая прокладывается в земле.

Силовые ЭП запитываются от сети переменного тока, напряжением 380 В, частотой 50 Гц, а осветительное – напряжением 220 В.

Количество электроприѐмников, в соответствии двух последних цифр зачѐтной книжки 7639, взято с таблицы №3, вариант №9, значит количество: 8шт.

Конспект №25 Характеристика объекта

Характеристика — объекта-это краткое содержание, включающее в себя: название предприятия, размеры (длина-ширина-высота), местонахождение, основная деятельность предприятия, количество электроприѐмников и т.д. Пример характеристики объекта приведѐн ниже.

Сварочно-механический участок ОАО «Кореновский ЗТМ» является одним из основных звеньев производства, предназначенным в основном для изготовления и ремонта оборудования, вспомогательных инструментов и приспособлений.

Основными определяющими факторами при проектировании электроснабжения должны быть характеристики источников питания и потребителей электроэнергии, в первую очередь требование, к бесперебойности электроснабжения с учетом возможности обеспечения резервирования в технологической части проекта, требования электробезопасности.

Задачи обеспечения высокопроизводительной, надѐжной и безопасной работы ЭУ при их эксплуатации требуют комплексного, системного подхода к решению вопросов выбора, размещения и взаимодействия оборудования на стадии проектирования, организации и проведения монтажа, наладки, технического обслуживания и ремонта. Для решения этих вопросов имеется система взаимосвязанных правил, норм, положений – нормативная документация - общероссийская и отраслевая.

Электроэнергетика – отрасль промышленности, занимающая производством электроэнергии на электростанциях и передачей ее потребителям. Она является основой развития производственных сил в любом государстве. Энергетика обеспечивает бесперебойную работу промышленности, сельского хозяйства, транспорта, коммунальных хозяйств. Стабильное развитие экономики России невозможно без постоянно развивающейся энергетики. Энергетическая промышленность тесно связана с комплексом топливной промышленности.

Монтаж и обслуживание современного электрооборудования и электрических сетей требуют глубоких знаний физических основ электротехники, конструкций электрических машин, аппаратов, знания материалов. При решении вопросов технического совершенствования особое значение приобретает изучение научных основ энергетики как одной из ведущих отраслей науки и техники.

Конспект №26 Решения по индустриализации ЭМР

Одним из основных принципов внедрения индустриальных методов работ является организация монтажа в две стадии.

Первая стадия предусматривает производство всех подготовительных и заготовительных работ. На этой стадии внутри сооружений и зданий выполняют опорных конструкций для установки электрооборудования, прокладки кабелей, проводов, шинопроводов, троллеев, монтаж стальных и пластмассовых труб для электропроводок,

прокладку проводов скрытой проводки до штукатурных и отделочных работ, а вне зданий и сооружений – монтаж кабельных сетей и сетей заземления.

На второй стадии монтируют электрооборудование (укрупнѐнные узлы и блоки), прокладывают кабели и провода (узлы и пакеты), шинопроводы и подключают кабели и провода к выводам электрооборудования. В электротехнических помещениях (ЗРУ, машинных залах, помещениях распределительных щитов, постов и станций управления, камерах трансформаторов, кабельных полуэтажах, туннелях и каналах) работы второй стадии выполняют после завершения комплекса общестроительных, отделочных работ и монтажа санитарно-технических устройств.

Индустриализация обеспечивает ускорение темпов производства монтажных работ и снижение их стоимости. Кроме того, массовое заводское производство комплектных крупноблочных устройств и узлов улучшает качество электроустановок по сравнению с монтажом оборудования и устройством проводок на месте монтажа из оборудования и материалов, поставляемых россыпью в монтажную зону.

В своем проекте я принимаю решения по индустриализации, механизации технологии. Применяю комплектную трансформаторную подстанцию КТП-25- 10/0,4кВ; подаю ведомость изделий и работ в МЭЗ (по изготовлению труб; полосовой стали для заземления; проверки светильников; прокладки проводов) и т.д.

Оборудование, изделия, материалы и техническая документация должны передаваться в монтаж в соответствии с Правилами о договорах подряда на капитальное строительство и Положением о взаимоотношениях организаций.

При приѐмке оборудования в монтаж производится его осмотр, проверка комплектности (без разборки), проверка наличия и срока действия гарантий предприятий-изготовителей.

Устранение дефектов и повреждений, обнаруженных при передаче электрооборудования, осуществляется в соответствии с Правилами о договорах подряда на капитальное строительство.

Результаты проведѐнных работ должны быть занесены в формуляры, паспорта и другую сопроводительную документацию или должен быть составлен акт о проведении указанных работ.

Электрооборудование, изделия и материалы, принятые в монтаж, следует хранить в соответствии с требованиями государственных стандартов или технических условий.

Электрооборудование, на которое истѐк срок хранения, указанный в государственных стандартах или технических условиях, принимается в монтаж только после проведения предмонтажной ревизии, исправления дефектов и последующих испытаний.

Конспект №27 Ведомость ЭМР

Ведомость объѐмов ЭМР составляется на основе материалов, полученных в процессе проектирования электроустановки, или на основе спецификации, включѐнных в состав рабочих чертежей электротехнической части проекта. Ведомость объѐмов ЭМР составляется в таблицу, либо на объект в целом, либо по монтажно-технологическим зонам (МТЗ).

Пример составления ведомости ЭМР в табличной форме.

Таблица 1

Наименование	Ед. изм.	Кол-во шт.
1	2	3
Комплектная трансформаторная подстанция КТП-25-10/0,4	компл.	1
в том числе:		
Трансформатор масляный ТСЗ 25-10/0,4	шт	1
Шкаф низкого напряжения КРН-5	шт	1
Устройство компенсации реактивной мощности УКРМ-0,38-10-2,5У3	шт	1
Щит силовой ПР 8501-152 на 8 отходящих линий с автоматами ВА 51-31 на 100 А	шт	1
Высоковольтный разъединитель типа РВЗ-10/400-У3	шт	1
Высоковольтный предохранитель типа ПКТ101-10-50-31,5У3 с кварцевым наполнителем	шт	1
Кабель трехжильный со свинцовой оболочкой, бронированный стальной лентой, с алюминиевыми жилами АСБ (3х16)	м	300
Кабель с медными жилами, с изоляцией из двухслойного поливинилхлорида, нераспространяющий горение, с пониженным выделением дыма при горении ВВГнг-LS (5х10)	м	38
То же ВВГнг-LS (4х10)	м	40
То же ВВГнг-LS (5х6)	м	4
То же ВВГнг-LS (3х6)	м	55
Труба стальная Т 20	м	36
Труба стальная Т 40	м	28
Ввод гибкий К 1082	шт	8
Ввод гибкий К 1086	шт	1
Муфта соединительная 3СТп-10-16…25	шт	3
Муфта концевая КВтп-10-25/50	шт	1
Сталь полосовая 5х40	м	80
Сталь полосовая 4х25	м	10
Сталь круглая диаметром 16 мм	м	6
Полоска пряжка К396УХЛ2	м	2
Полоса К 202 длинной 2000 мм	шт	35
Электроприѐмники	шт	8

Конспект №28 Технология выполнения ЭМР

Планирование является одной из главных функций управления процессом производства строительных работ, в том числе и электромонтажных работ. Одной из задач планирования является нахождение вариантов рациональной взаимосвязи этапов производства электромонтажных работ. Важным моментом планирования является взаимная увязка работ во времени при условии непрерывности их выполнения, особенно при производстве работ в действующих электроустановках.

Наиболее простой формой планирования работ является составление календарного планграфика работ, представляющего собой документ, регламентирующий поставку во времени оборудования и комплектующих изделий, потребность в механизмах, машинах, трудовых и энергетических ресурсах, распределение капитальных вложений и объемов электромонтажных работ.

Линейные календарные графики работ являются консервативными в своем исполнении и отражают только одну возможную ситуацию хода работ. При возникающих отклонениях во времени и во взаимосвязи по факторам производства эта модель должна быть скорректирована или построена заново.

При планировании электромонтажных работ используются сетевые модели, основными элементами которых являются *сетевые графики*. Разработка такого графика начинается с установления перечня работ, которые необходимо выполнить, определения их продолжительности, рациональной технологической последовательности и взаимосвязей между ними.

Основные составляющие сетевого графика — события и работы. Каждая работа, отраженная в графике, имеет свою продолжительность: детерминированную, устанавливаемую нормативами времени, или вероятностную, устанавливаемую, например, на основе статистических данных. Работа может быть фиктивной, не требующей временных затрат, но указывающей на возможность начала данной работы только после завершения другой (установка трансформатора возможна только после затвердевания железобетонного фундамента).

Событие представляет собой завершение одной или нескольких работ, создающих возможность для начала других работ. На сетевом графике (рис. 1.2) события изображаются кружком, разделенным на секторы. В верхнем секторе указывается номер события, в левом — ранний из возможных сроков совершения события, в правом — поздний из допустимых сроков совершения события.

На сетевом графике работа *i-j* изображается стрелкой, соединяющей два события — предшествующее *i* и последующее *j* (сплошная стрелка — действительная работа; пунктирная — фиктивная работа). Направление стрелки показывает порядок выполнения работы; продолжительность работы *t* указывается цифрой у стрелки.

Цепь последовательных работ, соединяющая исходное (1) и завершающее (11) события, называется полным путем сетевого графика. Полный путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим путем. В соответствии с рис. 1.2 критический путь составляет 30 дней. По отношению к критическому все остальные пути сетевого графика имеют резерв времени.

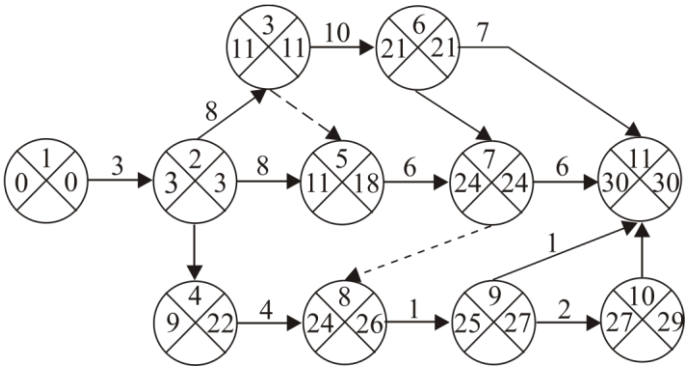


Рис. 1.2. Сетевой график монтажа подстанции 10/0,4 кВ:

1–2 — монтаж освещения подстанции, t = 3 дня; 2–3 — монтаж панелей щитов (распределительных, управления, учета), 8 дней; 2–4 — ревизия, монтаж и наладка силовых трансформаторов, 6 дней; 2–5 — монтаж РУ 10 кВ, 8дней; 3–5 — фиктивная работа; 3–6 — прокладка контрольных кабелей и силовых кабелей 0,4 кВ, 10 дней; 4–8 — ввод кабелей 10 кВ к трансформаторам, 4 дня; 5–7 — ввод и разделка кабелей в камерах РУ 10 кВ, 6 дней; 6–7 — разделка и подключение кабелей к щитам 0,4 кВ, 3 дня; 6–11 — проверка схемы, регулировка аппаратуры, наладка панелей щитов 0,4 кВ, 7 дней; 7–8 — фиктивная работа; 7–11 — наладка схем РУ 10 кВ, 6 дней; 8–9 — фазировка кабелей 10 кВ в камерах трансформаторов, 1 день; 9–10 — разделка и присоединение кабелей 10 кВ к трансформаторам, 2 дня; 9–11 — привязка наружных трасс кабелей, выполнение надписей на стенах и дверях подстанции, 1 день; 10–11 — высоковольтные испытания кабелей и трансформаторов, 1 день.

Обычно разработку и анализ сетевых моделей выполняют в два этапа. На первом этапе строят сетевой график и рассчитывают все его параметры, на втором — осуществляют анализ, корректировку и оптимизацию сетевого графика.

Процесс оптимизации сетевого графика по времени заключается, прежде всего, в сокращении продолжительности критического пути. Здесь можно выделить три способа оптимизации. Первый способ заключается в такой корректировке сетевого графика, которая позволяет сократить продолжительности работ критического пути за счет ресурсов (трудовых и материальных), отведенных для работ, не лежащих на критическом пути. Эти работы могут быть отодвинуты на какое-то время, поскольку сроки их выполнения не влияют на конечный срок.

Второй способ оптимизации состоит в изменении топологии сети графика. Это осуществляется введением в сетевую модель многовариантной технологии выполнения работ, установлением новых путей и взаимосвязей работ и сокращением в конечном итоге критического пути.

Третий способ оптимизации связан с расчленением продолжительных работ на отдельные параллельно выполняемые работы (части).

В целом система сетевого планирования позволяет наглядно представить и оценить объем электромонтажных работ, осуществить более обоснованное планирование и оперативное управление этими работами.

Рекомендации по технологии производства ЭМР должны включать краткие сведения об основных принятых технологических решениях по всем видам работ. Пример приведѐн ниже в таблице 1.

Технологическая карта на монтаж кабельной линии напряжением 10 кВ в земле Таблица 1.

Операции	Содержание работ	Приспособление
1	2	3

Доставка	Барабаны с кабелем доставляют к месту прокладки на грузовом автомобиле, оборудованном погрузочной лебедкой и механизмом для раскатки кабеля	КАМАЗ-65103
Рытье траншеи и ее осмотр	Расчистка трассы для удобного рытья траншеи. Роют траншею на глубину 0,7 м. Очистка траншеи от веществ, способствующих разрушению оболочки кабеля	Траншейный экскаватор
Укладка КЛ	Засыпка дна траншеи мягкой землей на глубину 0,7 м. Раскладка кабеля (непосредственно с автомобиля). Укладка кабеля	Лопаты, приспособления
Засыпка и трамбовка	Присыпка кабеля первым слоем земли. Закладка сигнальной ленты. Составления акта на скрытые работы. Установка по всей длине трассы опознавательных табличек	Shantui SD23, трамбовочное устройство
Контроль качества	Необходимо следить, чтобы траншея засыпалась равномерно, землей без крупных камней и мусора	

Техника безопасности

К рытью траншеи для прокладки кабелей разрешается приступать только после получения руководителем работ письменного разрешения от организации, эксплуатирующей подземные коммуникации. Не разрешается при раскопке кабеля на поворотах трассы поддерживать кабель вручную и находиться внутри углов поворота трассы. На поворотах трассы устанавливают угловые рамки.