



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

**Кафедра
электрических
станций, сетей и
систем**

**МОНТАЖ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

Конспект лекций
для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика

Алматы 2014

СОСТАВИТЕЛЬ: В.Н. Сажин. Монтаж и ремонт электрооборудования электрических сетей. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800 -Электроэнергетика. - Алматы: АУЭС, 2014. – 63 с.

Рассмотрены вопросы организации и проведения строительных работ при сооружении воздушных линий электропередачи, а также технологии проведения монтажных работ. Описаны методы проведения монтажных работ кабельных линий. Рассмотрены вопросы ремонта основных элементов воздушных и кабельных линий.

Ил. 26, табл. 1, библиогр.- 10 назв.

Рецензент: канд. техн. наук, проф. кафедры ЭАПУ Ю.А. Цыба

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2014г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2014 г

Введение

Дисциплина «Монтаж и ремонт электрооборудования электрических сетей» знакомит студентов с технологией проведения электромонтажных работ при сооружении воздушных и кабельных линий электропередачи, повреждениями и ремонтом основных их элементов. Современные методы монтажа электрооборудования и качественный ремонт позволяют обеспечить бесперебойную работу электрооборудования, уменьшить расходы на их эксплуатацию и продлить срок службы. Изучение этой дисциплины может оказать помощь студентам в их дальнейшей практической деятельности.

Конспект лекций состоит из 15 лекций, снабженных многочисленными иллюстрациями.

В лекциях 1,2,3 рассматриваются общие вопросы монтажа электрооборудования, а также строительные работы при сооружении воздушных линий электропередачи.

В лекциях с 4 по 8 рассмотрены вопросы монтажа основных элементов воздушных линий электропередачи.

В лекции 9 рассмотрен монтаж заземляющих устройств ВЛ.

В лекциях с 10 по 12 рассматриваются конструкции кабельных подземных сооружений, способы прокладки кабельных линий, соединение и оконцевание кабелей.

В лекциях с 13 по 15 рассмотрены вопросы повреждения основных элементов воздушных и кабельных линий и их ремонта.

1 лекция. Общие вопросы монтажа электрооборудования

Содержание лекции: общие вопросы монтажа электрооборудования.

Цель лекции: изучение основных нормативных документов, проектной документации, организации электромонтажных работ.

1.1 Система нормативных документов

Нормативные документы устанавливают комплекс требований, обязательных при проектировании, инженерных изысканиях, выполнении строительных и монтажных работ, строительстве новых и реконструкции действующих предприятий, а также при производстве строительных конструкций и материалов.

Соблюдение требований правил и норм обеспечивает технический уровень, качество, экономичность, надежность, долговечность и удобство в эксплуатации сооружений, а также позволяет осуществлять их строительство в минимально короткие сроки.

Основными нормативными документами, требования которых подлежат безусловному выполнению при производстве электромонтажных работ, являются действующие Правила устройств электроустановок (ПУЭ) и Строительные нормы и правила (СНиП).

Основными задачами СНиП являются: установление на основе достижений науки и техники единых требований к проектированию и строительству объектов; снижение сметной стоимости объектов строительства; повышение качества и сокращение сроков ввода объектов в эксплуатацию; применение наиболее рациональных решений при строительстве предприятий, зданий и сооружений; экономное использование материальных ресурсов; улучшение условий труда и быта, охраны окружающей среды и т.д.

СНиП состоят из четырех частей: общих положений (система нормативных документов, строительная терминология и т.д.); нормы проектирования; правил производства и приемки работ и сметных норм и правил. Каждая часть подразделяется на отдельные главы.

При проектировании и монтаже электроустановок руководствуются Правилами устройства электроустановок.

ПУЭ выполнены с учетом требований действующих государственных стандартов, строительных норм и правил, рекомендаций совещаний научно-технических обществ энергетики и электротехнической промышленности, а также замечаний и предложений энергосистем, проектных и монтажных организаций, предприятий и др.

На основе нормативных документов в монтажных организациях создают *монтажные инструкции* и *технологические карты*, а изготовители электрооборудования и материалов разрабатывают заводские инструкции, которыми исполнители электромонтажных работ руководствуются в своей практической деятельности.

Монтажные инструкции являются нормативными документами, в которых регламентирована технология выполнения работ, отражены нормы и правила,

приведены характеристики применяемых материалов, приспособлений, механизмов и др. Инструкции отражают требования, предъявляемые к исполнению определенного технологического комплекса, но не содержат подробного анализа приемов, необходимых для достижения этих требований.

Поэтому разрабатываются *технологические карты* трудовых процессов. В них определяются технологическая последовательность рабочего процесса; передовые приемы и методы труда; перечень применяемых механизмов, приспособлений и инструментов; рекомендации по укрупнению оборудования и изделий в монтажные узлы; калькуляция затрат труда; схема организации рабочих мест; количественный состав бригады, звена, их квалификация и др. Наличие технологических карт позволяет монтажным бригадам выполнять работы на достигнутом к данному времени уровне и обеспечивать более высокую степень текущего контроля.

1.2. Проектная документация

Производство электромонтажных работ регламентируется технической и директивной документацией.

Основным техническим документом служит проект электроустановки, в строгом соответствии с которым и должны производиться электромонтажные работы. Изменять принятые проектом технические решения, если они носят принципиальный характер, допускается только по согласованию с проектной организацией - автором проекта. Изменения не принципиального характера производят по согласованию с заказчиком.

На каждый объект строительства разрабатывают проектно-сметную документацию, в соответствии с которой выполняют строительные работы по возведению зданий и сооружений, монтажу технологического, санитарно-технического, электротехнического оборудования, автоматики, связи и др. Рабочие чертежи при строительстве промышленных предприятий состоят из комплектов архитектурно-строительных, санитарно-технических, электротехнических и технологических чертежей.

Комплект электротехнических рабочих чертежей содержит документацию, необходимую для монтажа внешних и внутренних электрических сетей, подстанций «других устройств электроснабжения, силового и осветительного электрооборудования.

Воздушные линии электропередачи (ВЛ) выполняются по проектам, которые выпускают специализированные проектные организации. В Республике Казахстан такими являются институт АО КазНИПИИТЭС «Энергия», проектирующий важнейшие линии электропередачи и выпускающий типовые проекты, а также институт «Казсельэнергопроект».

Строительные конструкции железобетонных, стальных и деревянных опор проектируются согласно «Строительным нормам и правилам» (СНиП). Общие вопросы проектирования и строительства ВЛ 35-500 кВ, включая электрические расчеты, решаются согласно ПУЭ.

Основными исходными данными для проектирования линии являются пе-

редаваемая мощность, дальность передачи, топографические, геологические и климатические условия в районе прохождения линии.

С увеличением передаваемой мощности и дальности передачи увеличивается необходимое напряжение ВЛ, однако оптимальное напряжение для конкретной ВЛ определяется технико-экономическими расчетами, учитывающими затраты на строительство, потери электроэнергии и ряд других факторов. Например, при оценке вариантов строительства двух параллельных ВЛ или одной линии более высокого напряжения и повышенной пропускной способности на выбор лучшего варианта влияет также площадь занимаемой земли, которая при сооружении одной линии будет меньше, что даст экономический эффект. Влияют также требования охраны окружающей среды, а в городах – и архитектурные требования.

При проектировании учитываются требования ПУЭ к конструктивным элементам ВЛ для каждого режима работы, а также требования к линиям в зависимости от местностей с различной плотностью населения:

- *населённая местность* – земли городов в пределах городской черты, в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов в пределах черты этих пунктов;

- *ненаселённая местность* – земли единого государственного земельного фонда, за исключением населенной и труднодоступной местности. К ненаселенной местности ПУЭ относит также незастроенные местности, хотя и часто посещаемые людьми, доступные для транспорта и сельскохозяйственных машин, сельскохозяйственные угодья, огороды, сады, местности, с отдельными редко стоящими строениями и временными сооружениями;

- *труднодоступная местность* – местность, недоступная для транспорта и сельскохозяйственных машин;

- *застроенная местность* – территория городов, поселков и сельских населенных пунктов в границах фактической застройки, защищающей ВЛ с обеих сторон от поперечных ветров.

Особые требования предъявляются к *большим переходам* - пересечениям судоходных рек, судоходных проливов или каналов, на которых устанавливаются опоры высотой 50 м и более, а также пересечениям любых водных пространств с пролётом пересечения более 700 м независимо от высоты опор ВЛ.

1.3 Организация и производство электромонтажных работ

Электромонтажные работы выполняют в две стадии. На *первой стадии* осуществляют подготовительные работы в МЭЗ и подготовительные — непосредственно на монтажных объектах. В мастерских (вне зоны монтажа) изготавливают и собирают из элементов укрупнённые блоки — шинные, трубные, заземления, электропроводки, кабельных линий и т.д.

Непосредственно на монтажной площадке при определённой готовности строительных работ осуществляют: разметку и подготовку трасс электрических сетей и заземляющих устройств; закладку труб в фундаменты и другие строитель-

ные основания при переходе из одного помещения в другое и при выходе наружу; контроль за выполнением установки закладных элементов и деталей для последующего крепления к ним электрооборудования и конструкций; контроль за образованием в процессе строительства проёмов, ниш, гнезд, борозд, необходимых для установки электрооборудования и монтажа электропроводок.

На *второй стадии* выполняют электромонтажные работы непосредственно на монтажном объекте. В такие работы входят установка на подготовленные места электрооборудования и электроконструкций, прокладка по подготовленным трассам готовых элементов электропроводок, подключение электрических сетей к установленным электрооборудованию, аппаратам и приборам.

Состояние строительных работ в помещениях, принимаемых под монтаж электрооборудования, должно обеспечивать нормальное и безопасное ведение электромонтажных работ.

До начала работ второй стадии должны быть закончены строительные и отделочные работы в электротехнических помещениях — в камерах трансформаторов, машинных залах и их подвалах (сборных распределительных устройств, щитов, станций управления) и др.

Основным источником повышения качества работ, производительности труда, снижения себестоимости монтажа и сокращения сроков его выполнения является индустриализация работ.

Под *индустриализацией электромонтажных работ* понимают совокупность организационных и технических мероприятий, обеспечивающих выполнение по возможности максимального объема работ вне строительной площадки на предприятиях и в монтажных организациях, а также в мастерских монтажно-заготовительных участков. Необходимый уровень и правильное использование средств механизации труда электромонтажного производства определяются планом механизации работ, входящим в состав ППР.

При производстве работ наряду с крупными машинами и механизмами широко применяются средства малой механизации, особенно для мелких ручных работ, осуществляемых непосредственно на строительной площадке и в мастерских, а также различные приспособления, в том числе и разработанные рационализаторами.

В настоящее время комплексную механизацию электромонтажных работ осуществляют в мастерских на технологических линиях по обработке сортовой стали, шин, стальных труб, на стендах заготовки электропроводок и кабельных линий, пластмассовых трубных разводов, а также на строительстве воздушных линий электропередачи путем организации высокомеханизированных колонн.

2 лекция. Строительные работы при сооружении воздушных линий электропередачи

Содержание лекции: проведение строительных работ при сооружении воздушных линий электропередачи.

Цель лекции: ознакомление с транспортными и такелажными работами, проводимыми при сооружении ВЛ.

2.1 Транспортные и такелажные работы

2.1.1 Транспортные работы.

К транспортным и такелажным работам относится значительная часть работ по сооружению ВЛ. Они начинаются на базах снабжения, где такелажники грузят все необходимое на транспортные средства, и продолжают в пути следования до складов объектов или полигонов укрупнительной сборки опор. При сборке также нужны такелаж и подъёмные приспособления. Собранные опоры или узлы опор грузятся на транспортные средства, а транспортные рабочие, водители и машинисты доставляют к пикетам, где такелажники разгружают опоры и участвуют в их подъеме. При монтаже проводов важное значение имеют погрузка барабанов, транспортировка их на трассу, такелажные работы по подъему проводов и гирлянд изоляторов на опоры.

Иногда транспортные и такелажные работы совмещаются с монтажными. Например, фундаменты и опоры можно «с колес» разгружать сразу к месту установки, а барабаны с проводами перевозить и раскатывать на раскаточной тележке. Вертолётами опоры доставляются и устанавливаются за одну рабочую операцию. Вертолёт же барабан с проводом перемещают вдоль трассы и одновременно раскатывают.

Железобетонные, металлические и деревянные конструкции и детали опор, фундаментов, барабаны с проводом, другие грузы перевозят от железнодорожных станций или водных пристаней (а иногда и непосредственно от заводоизготовителей) на трассу строительства ВЛ преимущественно автомобильным транспортом.

Помимо автомобилей, тракторов и прицепов общего назначения, на строительстве ВЛ используется ряд транспортных машин специального назначения.

Для перевозки стоек железобетонных опор используются опоровозы, представляющие собой прицепы, на которые погружаются одна или несколько железобетонных стоек, транспортируемых либо автомобилем - тягачом, либо (по бездорожью) трактором.

Вывозка к пикетам опор, целиком собранных и подготовленных к установке (включая окраску и маркировку), значительно повышает производительность труда сборщиков опор, если они работают на специально оборудованных полигонах или площадках, где возможности правильной организации работ и механизации сборки намного выше, чем при сборке опор из деталей и узлов на пикетах. Особенно это важно при монтаже металлических опор, собираемых из отдельных элементов (болтовые опоры).

При сборке на пикетах увеличивается состав бригады электролинейщиков, возрастают расходы на перевозку людей с места базирования (ночлега) до пикета, на переезды иногда теряются многие часы, и рабочие приезжают утомлёнными, ухудшаются условия быта и отдыха. Значительная часть работ выполняется на пикетах вручную, либо к каждому пикету подвозят механизмы, которые часть времени в течение процесса сборки опор и подготовки их к установке простаивают. Работы ведутся лишь в одну смену, а в зимнее время – даже в неполную смену ввиду краткости светового дня и трудностей в организации освещения сборочной площадки в темное время суток. Работе на пикете часто мешают снег, дождь, метель, сильные морозы и ветры.

Способ транспортирования барабанов с проводом выбирают в зависимости от массы барабанов, состояния дорог, наличия транспортных средств. На дальние расстояния перевозку осуществляют железнодорожным или водным транспортом, а с прирельсовых складов или портов – автомашинами, которые загружают грузоподъёмными кранами, имеющимися на станциях или базах или временно прикреплёнными к ним.

При разгрузке барабанов должны быть обеспечены полная безопасность и сохранность барабанов, проводов и тросов от повреждений. Недопустимы перевозка и хранение барабанов плашмя и сбрасывание барабанов с автомашин, что приводит к их порче. Поэтому для разгрузки (а иногда и для погрузки) барабанов часто используют простые приспособления в виде наклонных балок или лафетных досок (покатов), по которым барабаны плавно спускают с автомашин на землю с помощью блоков или ручных лебедок.

Барабаны с проводом имеют разные размеры, определяемые их номерами. Самый маленький барабан имеет номер 5, что соответствует диаметру щеки барабана 500 мм, а самый большой – номер 30, что соответствует диаметру щеки 3000 мм. Масса барабана без провода составляет от 18 кг для номера 5 до 2700 кг для номера 30. Для проводов ВЛ обычно применяют барабаны больших и средних размеров, а для грозозащитных тросов – несколько меньших.

На наружной стороне щеки барабана, через отверстие в которой выведен нижний конец провода, нанесены номер барабана и стрелка, показывающая направление вращения барабана с проводом при перекачивании. На другой щеке указаны товарный знак завода - изготовителя, марка, сечение и длина провода на барабане, масса в килограммах брутто (вместе с барабаном) и нетто (чистый вес провода).

Небольшие партии изоляторов упаковывают и перевозят в ящиках, при этом необходимо соблюдать крайнюю осторожность во избежание возникающих при транспортировании дефектов, в частности: царапин на глазури и сколов фарфора; внутренних трещин, возникающих от ударов металлических пестиков о фарфор вследствие тряски; полного разрушения стеклянных изоляторов; изгибов стержней; ржавления металлических частей и потёков ржавчины по глазури фарфора, что шунтирует изолирующую поверхность и снижает пробивную прочность изолятора.

В кузовах автомашин ящики с изоляторами надо раскреплять. По бездорожью автомобиль ведет медленно и осторожно, не допуская подпрыгивания

ящиков на ухабах и толчков с борта кузова. Это вызывает появление волосных трещин в теле фарфора, которые незаметны при осмотре, но приводят к разрушению изоляторов в дальнейшем. При перевозке железнодорожным транспортом на вагонах наносят предупредительные надписи во избежание сильных толчков при сортировке вагонов.

2.1.2 Такелажные работы и применяемые приспособления.

При сооружении ВЛ к такелажным работам можно отнести подъем с земли фундаментов и опускание их в котлованы, перемещение и подъем деталей опор для их сборки, подъем собранных опор в проектное положение, подъем гирлянд изоляторов на опоры, натягивание проводов с помощью такелажных приспособлений, устройство оттяжек и др.

К грузоподъемным машинам и механизмам относятся:

а) краны общего назначения – автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, тракторные;

б) специальные краны и навесные стрелы;

в) домкраты, тали, лебедки и пр.

Основные параметры грузоподъемных кранов следующие:

- *грузоподъемность* – масса наибольшего груза, который может быть поднят краном при сохранении нужного запаса прочности и устойчивости;

- *длина стрелы* – расстояние между осями пяты стрелы и головных блоков;

- *вылет крюка* – дальность подачи груза по горизонтали, определяемая расстоянием по вертикали, одна из которых проходит через ось вращения, а другая – через крюк;

- *высота подъема крюка* – высота подъема груза, определяемая при данном вылете наибольшим расстоянием от уровня стоянки крана до крюка в его верхнем положении.

На строительстве ВЛ применяются краны различных типов как общего назначения, так и специальные краны – установщики опор.

Среди применяемых на строительстве ВЛ такелажных приспособлений наиболее распространены следующие: канаты и тросы, блоки, полиспасты, монтажные стрелы и шарниры для установки опор, якоря.

Канаты и тросы. Для монтажных работ применяются пеньковые, капроновые и стальные канаты. Правильный подбор и уход за канатами обеспечивают успешное выполнение такелажных и монтажных работ, снижение их трудоемкости и безопасность строительства линии. Правильно подобранный такелаж способствует повышению производительности труда и ускорению строительства. Следует стремиться к унификации канатов и такелажных приспособлений, имеющей большое значение для более эффективного и рационального их использования.

Пеньковые канаты применяются при погрузочно–разгрузочных работах, подъеме на опору блоков и инструмента, наведении опор на котлован или на анкерные болты фундаментов и т.п.

Стальные канаты изготавливаются из стальной проволоки диаметром 0,22 – 2 мм. Стальные проволочные канаты, применяемые для такелажных работ, имеют предел прочности проволоки 1300 – 1800 Мпа.

Тросы бывают крестовой свивки, когда направление свивания проволоки в прядях и прядей в тросе противоположно друг другу, и односторонней свивки, когда свивка в прядях совпадает по направлению со свивкой прядей между собой. Тросы с крестовой свивкой более устойчивы против раскручивания, чем тросы с односторонней свивкой.

Канаты, применяемые для такелажных работ, должны обладать большой гибкостью, чтобы легко было вязать монтажные узлы, и малой чувствительностью к перегибам, а также должны быть устойчивыми против раскручивания.

Блоки. Блоки для стальных канатов разделяются на отводные и полиспастные. Отводные блоки применяются для изменения направления каната, полиспастные – вертикального и горизонтального перемещений груза. Наиболее удобными при такелажных работах являются неподвижные блоки с опорами скользящего трения и откидной щекой и подвижные блоки с крюком или петлей и опорами скользящего трения. Полиспастные блоки изготавливаются грузоподъемностью 0,5 – 80 т с числом роликов 1 – 8. Блок выбирается по грузоподъемности и количеству роликов. При одинаковой грузоподъемности следует применять блок меньшей массы. Желоба роликов блока должны быть больше диаметра каната на 1 – 3 мм, отношение диаметров ролика и каната должно быть не менее 16. Крюки блоков должны быть коваными или штампованными и иметь правильную форму.

Полиспасты. Полиспаст представляет собой устройство из неподвижного и подвижного блоков, соединенных канатом. Канат одним концом прикрепляется к ушку одного из блоков, огибает последовательно ролики обоих блоков и другим концом, сбегаящим с блока, наматывается на барабан тяговой лебёдки или прикрепляется к движущемуся тяговому механизму.

Монтажные стрелы. Стрелы бывают падающие и неподвижные. Падающие стрелы устанавливаются шарнирно. Верх стрелы по мере подъема опоры перемещается вместе с опорой, и в конце подъема стрела полностью выходит из работы. Неподвижные стрелы устанавливаются на оттяжках на все время подъема и до окончания подъема несут полную нагрузку.

При установке опор широко применяются А-образные падающие стрелы и только в особых случаях – неподвижные. Стрелы могут быть изготовлены из дерева или из стали. Деревянные стрелы применяются редко.

В зависимости от массы и высоты устанавливаемых опор применяются металлические стрелы высотой 17 м, грузоподъемностью 20 т и высотой 22 м, грузоподъемностью 35 т. Для установки специальных переходных опор применяются более высокие стрелы.

Шарниры. Подъем металлических опор при помощи падающей стрелы происходит при условии создания шарнирного соединения низа опор с фундаментами, на которые они должны быть установлены, т.е. необходимо в каждом случае создать ось, вокруг которой опора могла бы вращаться при ее подъеме. В зависимости от конструкций опор создание такой оси вращения при подъеме их

с помощью падающей стрелы может быть осуществлено разными путями. Когда опора устанавливается на металлические подножки, вращение опоры может быть осуществлено при помощи изогнутых болтов, продетых в отверстия верхней пластины подножника и пяты опоры. В тех случаях, когда опора устанавливается на анкерные болты бетонных фундаментов или железобетонных подножников и имеет съемные башмаки, башмаки (пяты) опоры наглухо присоединяются к анкерным болтам фундамента. После подъема опоры шарнирные болты заменяются постоянными монтажными.

Якоря. Анкеры для закрепления неподвижных блоков полиспастов, отводных блоков, лебедок и оттяжек называются якорями. При небольших усилиях применяются якоря из одного или большого количества анкеров, представляющих собой металлические уголки, забитые в землю заостренными концами. При больших усилиях в качестве якорей применяются бревна или железобетонные балки, вкопанные в землю.

В зависимости от схемы подъема и типа устанавливаемой опоры применяются якоря грузоподъемностью от 3 до 30 т и более.

3 лекция. Сооружение фундаментов под опоры

Содержание лекции: сооружение фундаментов под опоры.

Цель лекции: изучение конструкций фундаментов под опоры ВЛ и способы их установки.

3.1 Конструкции фундаментов

Фундаментом опоры называется конструкция, установленная в грунт и воспринимающая нагрузки от опоры, изоляторов, проводов и внешних воздействий (гололеда, ветра). Конструкция фундамента выбирается в соответствии с типом опоры, действующей на фундамент нагрузкой, а также характеристикой грунта, в который будет установлен фундамент.

Для железобетонных опор, у которых нижний конец стойки заделывается в грунт, фундаментом служит низ стойки, иногда усиленный ригелями. Все типы деревянных опор также устанавливаются без фундаментов. Металлические опоры и отдельные типы железобетонных опор (например, на оттяжках) устанавливаются на фундаменты.

Для закрепления опор в грунте применяются монолитные бетонные или железобетонные фундаменты, изготавливаемые как на месте установки, так и в заводских условиях. Изготовленные на заводе фундаменты поступают на трассу линии в виде готовых к установке конструкций (сваи, подножки) или в виде отдельных деталей (плита, стойка), соединяемых болтами (сваркой) на месте установки. Фундаменты поставляются на трассу сооружаемой линии в виде отдельных элементов только в том случае, если их перевозку в собранном виде осуществить невозможно. Иногда, как исключение, сооружаются металлические фундаменты в виде отдельных подножников под каждую ногу опоры. В настоящее время монолитные бетонные и железобетонные фундаменты при-

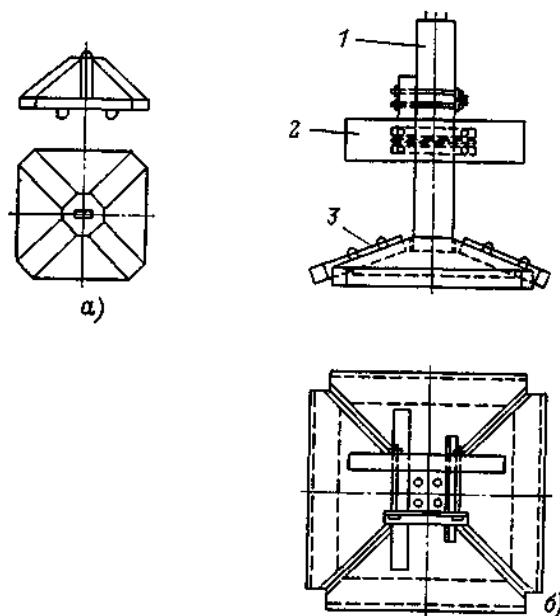
меняются редко – только в очень слабых обводненных грунтах или под высокие опоры специальных переходов.

Широко применяются свайные фундаменты, выполняемые в виде как одиночных свай под каждую ногу опоры, так и кустов из нескольких свай, соединенных ростверком (железобетонным или металлическим переходным элементом от оголовка сваи к пяте опоры). Ростверки могут быть металлическими или железобетонными. При применении свайных фундаментов практически исключаются земляные работы.

В линейном строительстве используются железобетонные подножки заводского изготовления, которые позволяют сооружать фундаменты под опоры ВЛ в любое время года. Подножки под опоры можно применять во всех грунтах – это освобождает строителей от изготовления фундаментов в полевых условиях и резко снижает расход бетона.

В качестве основного конструктивного элемента фундаментов для унифицированных промежуточных и анкерно-угловых стальных опор принят подножник грибовидной формы с равномерным шагом увеличения площадей основания, а следовательно, и несущей способности. Для анкерно-угловых опор и стоек с оттяжками применяются подножки с наклонными стойками, ось которых является продолжением пояса или стойки опоры. Это резко снижает горизонтальные нагрузки на фундамент.

Для закрепления тяжело нагруженных анкерно-угловых опор разработаны фундаменты с навесными плитами (см. рисунок 3.1).



1 — подножник; 2 — ригель; 3 — пригрузочная плита.

Рисунок 3.1 - Анкерная плита для крепления оттяжек (а) и фундаментный блок в сборе (б)

3.2 Установка фундаментов

Способы монтажа грибовидных подножников определяются конструкцией и массой фундаментов, а также наличием в строительной-монтажных организациях тех или иных машин и механизмов.

Погрузка и разгрузка выполняется только с помощью кранов. Разгрузка путем опрокидывания кузова запрещается, так как это приводит к повреждению фундаментов. При разгрузке на пикетах необходимо располагать детали так, чтобы они не мешали разбивке и рытью котлована, а также проезду и установке фундаментов в котлован. Основными видами грузоподъемных машин, применяемых на работах по монтажу фундаментов, являются автомобильные и тракторные краны.

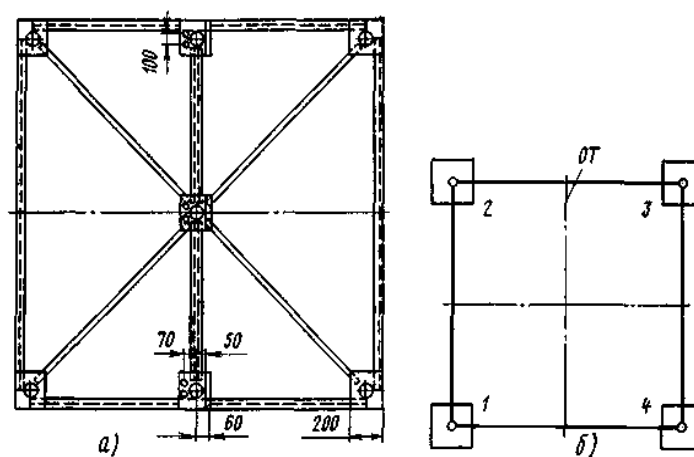
Основания котлованов перед опусканием в них фундаментов зачищают и выверяют по нивелиру относительно центра опоры. При наличии двух или нескольких котлованов основания их выверяют по отношению к центру опоры. Расхождение отметок оснований котлованов не должно превышать ± 10 мм. При установке фундаментов в слабых грунтах на дне котлована необходимо выполнить бетонную или гравийную подушку. При наличии в грунте агрессивных по отношению к бетону вод выполняется битумная гидроизоляция поверхностей фундамента, соприкасающихся с грунтом.

Котлованы, заполненные водой, перед установкой фундаментов осушаются, вода откачивается. Основание котлована после откачки воды зачищается до плотного грунта. Если при подчистке оно окажется ниже проектной отметки, необходимо сделать песчано-гравийную подсыпку до проектной отметки с тщательным трамбованием отсыпанного слоя.

Фундаменты устанавливаются с помощью разборных металлических шаблонов или способами, при которых фиксируется правильное расположение фундаментов в горизонтальной плоскости. Шаблоны снимаются с анкерных болтов фундамента после засыпки котлована не менее чем на половину его глубины. Непосредственно после установки и выверки фундаментов производится засыпка котлованов горизонтальными слоями, толщиной не более 25 – 30 см. Грунт при засыпке необходимо тщательно трамбовать.

Засыпка фундаментов мерзлым грунтом и грунтом, перемешанным со снегом, не допускается. Высота засыпки должна приниматься с учетом осадки грунта на 20-30 см. Для защиты от размыва насыпей на болотистых и пойменных участках используются дерновка, каменная отмостка или другие покрытия.

Сооружение свайных фундаментов состоит из разбивки на местности точек размещения свай, погружения свай в грунт в этих точках и в устройстве свайных ростверков, если они предусмотрены проектом. Разбивка осей для погружения железобетонных свай производится при помощи специальных шаблонов, сделанных по рабочим чертежам фундамента (см. рисунок 3.2).



а — металлический шаблон для разбивки центров; б — разбивка центров.

Рисунок 3.2 - Разбивка центров свай

Для погружения железобетонных свай в основном применяются вибровдавляющие агрегаты. Если позволяют грунтовые условия, сваи погружаются в предварительно пробуренные лидерные скважины. При бурении лидерных скважин берется проба грунта и проверяется его соответствие проектным данным. Если фактические грунтовые условия отличаются от принятых в проекте, вопрос о типе фундамента решается проектной организацией.

Погружение свай в грунт способом вибровдавливания основано на принципе получения частицами грунта под воздействием вибрации положения неустойчивого равновесия. Грунт как бы разжижается, приобретая свойство тяжелой жидкости, и в него под воздействием собственного веса и усилия вдавливания погружается свая. Погружение сваи состоит из следующих операций: приближение агрегата к месту установки сваи, подъем сваи в направляющие агрегата и закрепление ее, установка острия сваи над скважиной и собственно погружение.

Для погружения необходимо жестко соединить сваю с агрегатом. Свая с прикрепленным к ней колпаком соединяется с наголовником при помощи шкворня. Зазор в гнезде шкворня устраняется прижимным винтом.

Лидерные (направляющие) скважины должны быть пробурены строго по вертикали. Для сохранения расчетной несущей способности свай диаметры направляющих скважин не должны превышать 0,3 бокового размера свай.

Глубина лидерных скважин во всех случаях должна быть меньше глубины погружения свай на 700 мм. Для уменьшения усилий при погружении свай лидерные скважины разрешается заполнять водой (бурение дополнительной скважины для этой же цели запрещено).

4 лекция. Сборка и установка опор

Содержание лекции: сборка и установка опор.

Цель лекции: изучение способов сборки и методов установки опор.

4.1 Сборка железобетонных опор

Одностоечные свободстоящие опоры. Перед сборкой проверяются детали опоры, качество сварки тяг, комплектность и соответствие проекту, состояние антикоррозийного покрытия всех деталей. Подготавливаются приспособления, инструменты и выкладывается стойка опоры на подкладки высотой 15-18 см, если это не было сделано при разгрузке. Монтируются на стойке траверсы и тяги с помощью крана, который подает детали и поддерживает их во время крепления. Закрепляется тросодержатель или тросостойка, если она предусмотрена проектом, проверяется ее соосность со стойкой.

Сборка опоры заканчивается креплением деталей заземления. Наносится предупредительный рисунок–плакат, если он не выполнен заводом-изготовителем. В необходимых случаях выполняется гидроизоляционное покрытие стойки или его ремонт.

Одностоечные опоры на оттяжках собирать значительно сложнее, чем свободстоящие опоры, так как заготовка и монтаж оттяжек требуют особого внимания и точности исполнения. На ВЛ 110 кВ опоры на оттяжках, применяемые как угловые, могут устанавливаться либо непосредственно в пробуренные котлованы, либо на подножник, повышающий общую высоту опоры до 4 м.

При сборке опор учитывают, каким образом ее будут устанавливать. Например, если анкерную опору намечено устанавливать непосредственно одним мощным краном, то ее выкладывают так, чтобы место строповки для подъема было около фундамента, а низ опоры располагался в 14 м от центра фундамента. Если же имеется менее мощный кран, то низ опоры надо выкладывать вплотную к фундаменту и при сборке соединять с монтажным шарниром. Тогда опору можно будет поднять методом поворота вокруг шарнира, для чего кран приподнимет опору от земли, а затем подъем продолжат тяговым усилием тракторных лебедок или движением тракторов.

4.2 Сборка металлических опор

На ВЛ применяются металлические опоры следующих конструкций:

- а) болтовые опоры, полностью собираемые на болтах из отдельных элементов;
- б) болтовые опоры со сварными тросостойками;
- в) опоры, собираемые частично, обычно до нижних траверс, из отдельных элементов и частично, от траверс и выше, из сварных секций;
- г) опоры, собираемые из заранее сваренных крупных секций.

Сборка болтовых опор. Болтовые опоры широко распространены, так как при перевозке пакетов элементов опор полностью загружается транспорт, а на

заводах-изготовителях опор лучше используются производственные площадки и оборудование. Однако вследствие громадного количества болтовых соединений элементов опор повышается трудоемкость сборочных работ. Если болтовые опоры собирают на пикетах и затем устанавливают из собранного горизонтального положения в вертикальное поворотом с помощью шарниров, то наиболее целесообразным можно считать способ сборки на земле по отдельным плоскостям секций опор. Собранные плоскости секции поворачивают в вертикальное положение, после чего заканчивают сборку секции установкой обрешетки, т. е. элементов верхней и нижней плоскостей.

При сборке широко используются механизированные инструменты – электрические или пневматические гайковерты, кернеры и другие, а также и ручные приспособления и инструменты. При наличии электроэнергии чаще применяются электроинструменты и реже пневмоинструменты, для которых нужны компрессоры; однако пневмоинструменты легче и безопасней. В болтовых соединениях опор, не нуждающихся в частой разборке, ставить контргайки или стопорные шайбы нерационально, достаточно лишь забить, раскернить выступающую из гайки резьбу болта, смяв ее в трех точках.

Сборка металлических опор из крупных секций. При применении для сборки металлических опор готовых металлоконструкций, сваренных и окрашенных на заводе-изготовителе, работы на трассе значительно сокращаются и сводятся к выкладке и соединению нескольких крупных секций.

Рекомендуется следующая последовательность работ при сборке свободностоящей анкерно-угловой опоры:

- сборка нижних деталей нижней секции;
- соединение верхней секции с собранными деталями нижней секции;
- окончательная сборка нижней секции;
- установка траверс.

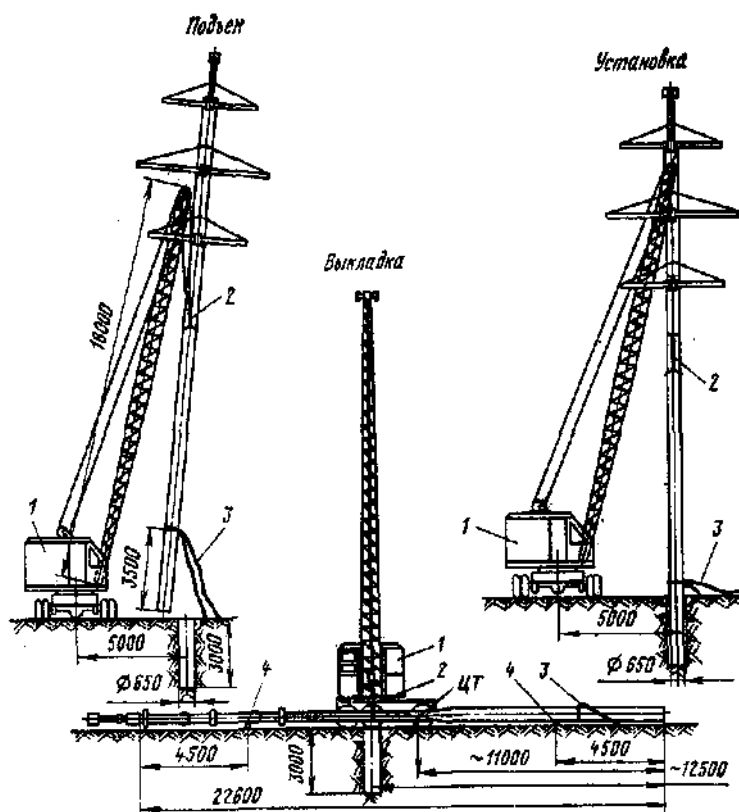
Опору следует собирать непосредственно у фундамента и сразу же закреплять ее основание шарнирами к подножникам. Если этого не сделать при сборке, то придется перемещать и ставить на шарниры целиком собранную опору, что займет больше времени и может привести к перекосу стойки и прогибам обрешетки.

4.3 Установка опор

Установка опор состоит из следующих, последовательно выполняемых операций: собственно подъем опоры – приведение ее в вертикальное положение; выверка опоры – приведение поднятой опоры в рабочее положение, которое она должна занимать согласно проекту; закрепление опоры – обеспечение устойчивости опоры при расчетных нагрузках; демонтаж всего такелажа и переезд на следующую опору.

Установка опор краном. Метод установки опор краном наиболее экономичен и рационален, так как требует минимум подготовительных работ и такелажа и обеспечивает высокую производительность труда и большую скорость строительства (см. рисунок 4.1). Этим методом устанавливаются опоры массой

до 10 т. Масса поднимаемой опоры должна соответствовать грузоподъемности крана по паспорту при соответствующем вылете стрелы крана. Установка одним краном опор, масса которых превышает грузоподъемность крана по паспорту, не допускается, так как это может привести к поломке стрелы крана или его опрокидыванию, к поломке опоры, а также к несчастным случаям.

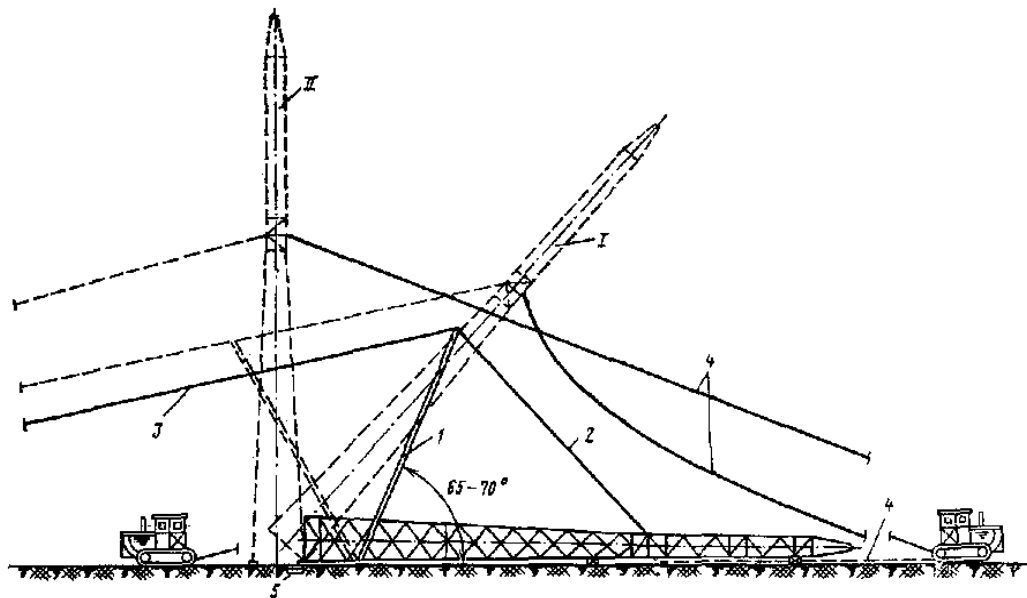


1- кран; 2 -строп; 3 -веревочная оттяжка для наводки опоры на котлован; 4-подкладки.

Рисунок 4.1 - Установка железобетонной опоры краном

Установка опор краном и трактором. Установка опор краном и трактором применяется, если установить опору одним краном невозможно. Масса опоры, приходящаяся на подъемный крюк крана, не должна превышать грузоподъемности крана по паспорту при соответствующем вылете стрелы. Метод применяется для установки в вырытые котлованы одностоечных железобетонных опор, а металлических опор массой до 10 т и высотой до 40 м.

Установка опор падающей стрелой. Этот метод является универсальным (см. рисунок 4.2). По сравнению с двумя приведенными выше он более трудоемок, менее экономичен и требует большого количества механизмов и такелажных приспособлений. Метод применяется, если ни один из двух приведенных выше методов не может быть использован.



1- А-образная стрела; 2- подъемный трос; 3 -тяговый трос; 4 - тормозной трос; 5 -упор подножника; I - положение опоры при выходе стрелы из работы; II- конечное положение опоры.

Рисунок 4.2-Установка металлической опоры трактором и падающей стрелой

Установка опор методом наращивания. Этот метод представляет собой совмещение сборки и установки опор в одновременный процесс (см. рисунок 4.3). Это значит, что опора устанавливается по частям, которые соединяются между собой в вертикальном положении. Как правило, этот метод применяется для монтажа переходных опор массой более 130 т и высотой более 100 м. Он применяется и для подъема опор, если осуществить сборку опор в горизонтальном положении невозможно из-за отсутствия необходимых площадок. Устанавливать опоры путем наращивания целесообразно на пикетах горных ВЛ, где сооружение площадок для горизонтальной сборки опоры и размещения механизмов требует больших объемов земляных работ в тяжелых скальных грунтах.

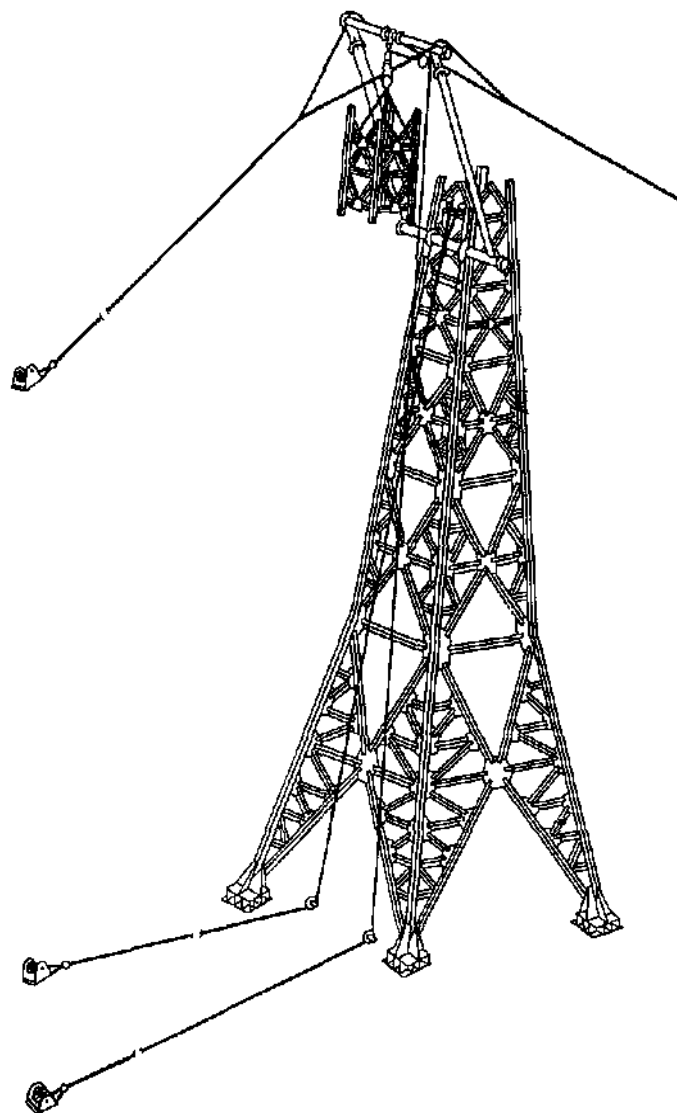


Рисунок 4.4 - Монтаж металлической опоры методом наращивания

Выверка и закрепление опор. Поднятая опора должна быть выверена, т.е. приведена в положение, при котором ее ось вертикальна поверхности земли, а траверсы находятся под углом 90° к оси ВЛ. Все опоры должны быть расположены в створе линии. Траверсы угловых опор должны быть направлены по биссектрисе угла поворота ВЛ.

Свободностоящие опоры выверяют теми же кранами и тяговыми механизмами, которые применялись при их установке, опоры с оттяжками, - натягивая оттяжки. Контролируют выверку теодолитом, отвесом, биноклем. Одностоечные опоры разворачивают в проектное положение различными приспособлениями.

После выверки опоры окончательно закрепляют в грунте или на фундаментах. Опоры, устанавливаемые непосредственно в грунт, закрепляют, засыпая котлован грунтом, песком, песчано-гравийными или щебеночными смесями (в соответствии с проектом). При засыпке слои грунта тщательно трамбуют.

Металлические свободно стоящие опоры закрепляют гайками на анкерных болтах фундаментов. На промежуточных опорах устанавливают на болт одну гайку, а на анкерных и угловых – две. Опоры с оттяжками закрепляют, натягивая оттяжки до создания в них расчетных усилий, контролируемых специальным прибором.

На смонтированных опорах закрепляют тонкую стальную пластину с порядковым номером и годом установки опоры, также плакаты, предупреждающие об опасности. Железобетонные опоры часто маркируют трафаретными штампами.

После выверки опор соединяют проложенные при их сборке заземляющие спуски или заземляющие болты, расположенные у основания, с заземлителями. На железобетонных и металлических опорах такое соединение выполняют сваркой или болтовыми зажимами, а на деревянных – болтовыми зажимами. В любом случае соединение заземляющих спусков или болтов с заземлителями должно быть доступно.

Установка опор оформляется в журнале, в который заносят отклонение опор и их элементов от проектного положения и другие данные.

5 лекция. Монтаж проводов и грозозащитных тросов

Содержание лекции: монтаж проводов и грозозащитных тросов.

Цель лекции: изучение способов монтажа проводов и грозозащитных тросов.

5.1 Последовательность монтажных работ

За время сооружения опор необходимо подготовиться к монтажу проводов, с тем чтобы приступить к этой работе сразу же после приемки опор и завершить монтажные работы в кратчайшие сроки при высоком качестве и без недоделок. Эти работы являются завершающими, и с их выполнением достигается конечная цель – ввод ВЛ в эксплуатацию.

Необходимо проверить, укомплектовано ли все необходимое для монтажа, в частности, материалы и изделия, предусмотренные проектом, а также механизмы и приспособления, указываемые в технологических картах или в проекте производства работ. Бригады электролинейщиков должны быть укомплектованы, ознакомлены с проектом производства работ, обучены правилам безопасности.

Процесс монтажа проводов и тросов состоит из следующих основных монтажных операций:

- раскатка проводов и тросов;
- устройство якорей для временного и промежуточного крепления проводов и тросов;
- натяжка, визирование и закрепление проводов;
- сборка и подъем гирлянд изоляторов на опоры;

- перекладка проводов и тросов из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы.

К началу работ по монтажу проводов и тросов руководитель монтажной бригады должен иметь следующую техническую документацию: профиль монтируемого участка трассы ВЛ с указанием мест установки опор, монтажную ведомость (ведомости гирлянд изоляторов, гасителей вибрации и другой арматуры) и монтажные таблицы стрел провеса проводов и тросов, схему транспозиции проводов, чертежи гирлянд изоляторов и креплений тросов, график монтажа, бланки исполнительной документации монтажных работ.

Перед началом работ следует получить арматуру и изоляторы в полном комплекте для гирлянд изоляторов и тросовых креплений. Должны быть вывезены на трассу барабаны с проводами и тросами, при этом партии барабанов, вывозимые на пикет, по возможности должны иметь одинаковую строительную длину проводов.

На участке монтажа организуется радиосвязь или надежная система сигнализации. Провода ВЛ, линий связи и радиолиний, пересекающих трассу монтируемой линии, должны быть демонтированы по согласованию с их владельцами, перемонтированы с устройством кабельных вставок или защищены специальными ограждениями.

5.2 Раскатка проводов и тросов

В зависимости от условий трассы и наличия механизмов выбирают один из следующих способов раскатки:

- с помощью передвижных наземных механизмов;
- волочением по земле и раскаточным роликам;
- под тяжением;
- с помощью летательных аппаратов.

При раскатке с помощью передвижных наземных механизмов барабаны размещаются на прицепных или навесных устройствах и механизм вместе с барабанами движется по трассе. Во время движения барабаны свободно вращаются, а провода опускаются на землю. Имеется много конструкций раскаточных тележек на пневмоколесном и гусеничном ходу. Для прицепных тележек используются как стандартные автомобильные и тракторные прицепы, так и специально изготавливаемые металлические рамы с ходовой частью и устройством для установки раскатываемых барабанов и для их торможения при вращении.

Применяют прицепные тележки, на которые можно установить несколько одновременно раскатываемых барабанов. Иногда барабаны размещают на грузовой платформе базового механизма, работающего без прицепа, например в кузове автомобиля или на трелевочном щите трактора.

Для всех линий, не имеющих на трассе препятствий для прохождения раскаточных механизмов, этот способ рекомендуется как наиболее производительный. Кроме того, при раскатке с тележек провод хорошо сохраняется, так как его не волочат по земле, а укладывают на землю.

Однако этот способ не применим для случаев, когда на трассе много препятствий, затрудняющих передвижение раскаточных механизмов.

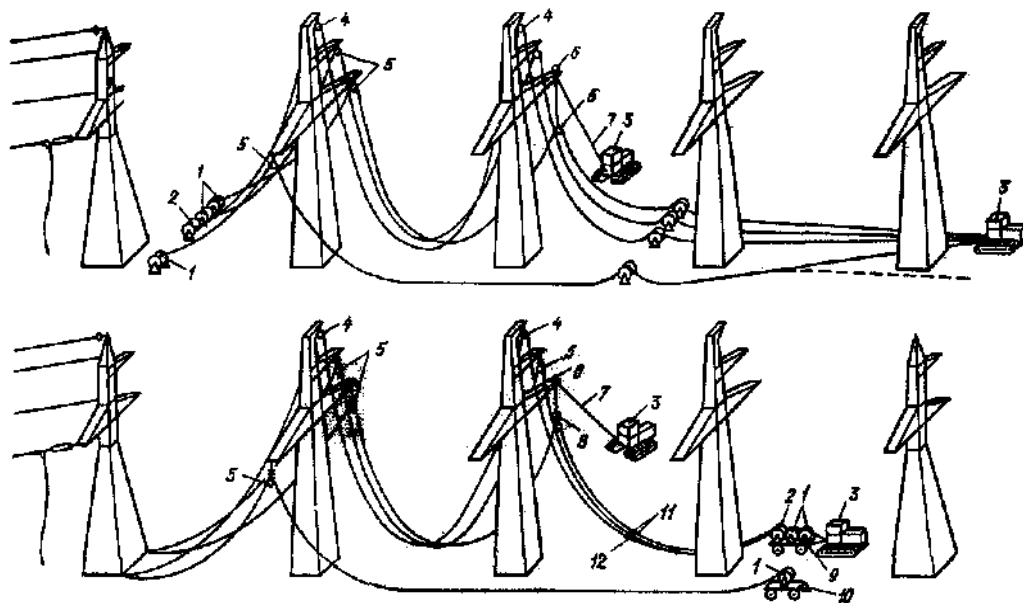
В этом случае применяют универсальный способ раскатки через раскаточные ролики, который применяется на строительстве ВЛ с любым количеством проводов в фазе и при опорах любой конструкции.

При раскатке проводов методом волочения работы начинаются с установки на расстоянии 15-20 м от анкерной опоры в направлении раскатки проводов барабанов с проводами и тросом на неподвижных раскаточных устройствах, обеспечивающих свободное вращение барабанов при вытягивании проводов и тросов.

Следующая группа барабанов с проводом вывозится на следующий пикет. Место установки этой группы барабанов зависит от длины проводов на барабанах предыдущей группы. Раскатку новой партии барабанов с проводом следует начинать с такого места, чтобы концы раскатанных проводов для удобства их соединения заходили на 2-3 м друг за друга.

Раскатку проводов волочением по земле целесообразно вести на ровной местности, по небольшому снегу или траве. При наличии на трассе каменных обнажений, щебня в почве, валунов и других предметов этот метод раскатки проводов применять нельзя из-за большого риска их повреждения.

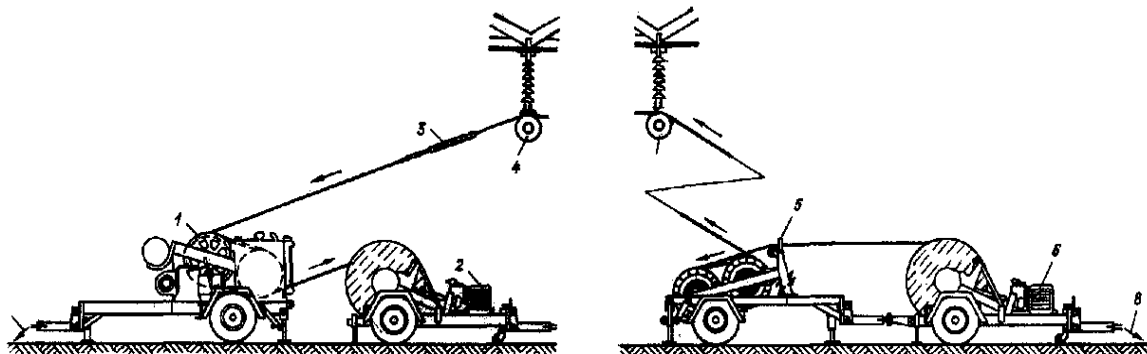
Схемы раскатки проводов приведены на рисунке 5.1.



а - методом волочения; б- с помощью раскаточных тележек: 1-барабаны с проводом; 2 - барабаны с грозозащитным тросом; 3 - трактор; 4 и 5-раскаточные ролики для троса и проводов; 6 -такелажный блок; 7 - такелажный трос диаметром 13,5 мм, длиной 90 м; 8-устройство для захвата изолятора при подъеме гирлянды с проводами на промежуточной опоре; 9 и 10 - раскаточные тележки; 11 - соединительные зажимы на проводах; 13 - соединительный зажим на грозозащитном тросе.

Рисунок 5.1 - Схемы раскатки проводов и грозозащитных тросов на ВЛ 110 кВ с одностоечными опорами

Раскатка под тяжением обеспечивает наилучшую сохранность проводов, которые в процессе раскатки не опускаются на землю. На раскаточные ролики поднимают вспомогательный такелажный канат, с помощью которого провод с притормаживаемого барабана раскатывают в натянутом состоянии, не опуская на землю (см. рисунок 5.2).



1- тяговая установка (универсальное устройство) ; 2- раскаточная тележка для тягового троса с приводом; 3- натяжной зажим типа ; 4- раскаточные ролики на опорах в пролете; 5- тормозное устройство(может быть заменено устройством 1); 6- раскаточная тележка с приводом на тележке установлен выдающий барабан с проводом; 7 и 8- анкеры для крепления натяжного и тормозного устройства в рабочем положении.

Рисунок 5.2 - Схема раскатки проводов под тяжением

6 лекция. Соединение проводов

Содержание лекции: соединение и ремонт проводов.

Цель лекции: ознакомление со способами соединения и ремонта проводов и применяемыми приспособлениями.

6.1 Общие положения

Одновременно с раскаткой начинают работы по соединению проводов и тросов и ремонту обнаруженных повреждений. Соединение и ремонт проводов являются наиболее ответственными операциями в комплексе монтажных работ, так как от качества их выполнения зависят эксплуатационные показатели сооружаемой ВЛ.

Перед соединением провода соединительная арматура и приспособления должны быть тщательно проверены. Материал и размеры овальных соединителей должны соответствовать чертежам, а соединители и термитные патроны иметь маркировку, соответствующую марке и сечению проводов.

Для надежного электрического и механического соединения необходимо тщательно очищать алюминиевые проволоки проводов и внутреннюю поверхность алюминиевой части соединителей от пленки оксида алюминия, которая имеет большое электрическое сопротивление. Учитывая способность алюминия

быстро окисляться, подготавливают провода и соединители, а также соединяют провода под слоем технического вазелина или смазки ЗЭС.

Способы соединения проводов. Провода соединяют следующими способами:

а) в петлях (шлейфах) анкерных и угловых опор:

1) сталеалюминиевые провода сечением до 240 мм^2 и алюминиевые провода сечением до 95 мм^2 – термитной сваркой;

2) сталеалюминиевые провода сечением 300 мм^2 и более – прессуемыми соединителями;

3) провода разных марок (например, алюминиевый со сталеалюминиевым или провод большего сечения с проводом меньшего сечения), а также в местах, где требуется разъемное соединение, – болтовыми зажимами.

б) в пролётах между опорами ВЛ:

1) алюминиевые провода сечением до 95 мм^2 , сталеалюминиевые провода сечением до 185 мм^2 и стальные провода сечением до 50 мм^2 – овальными соединителями, монтируемыми скручиванием;

2) алюминиевые провода сечением $120 - 185 \text{ мм}^2$ и стальные провода сечением $70 - 95 \text{ мм}^2$ – овальными соединителями, монтируемыми обжатием или опрессованием с дополнительной сваркой концов;

3) алюминиевые и сталеалюминиевые провода сечением 240 мм^2 и более – соединительными зажимами, монтируемыми сплошным опрессованием.

Требования к соединениям. Прочность заделки проводов и тросов в соединительных и натяжных зажимах должна быть не менее 90% предела прочности провода и троса, а геометрические размеры зажимов должны соответствовать требованиям инструкции по монтажу данного вида зажимов. На поверхности соединителя или зажима не должно быть трещин, следов значительной коррозии и механических повреждений. Кривизна опрессованного зажима должна быть не более 3% его длины. Зажимы, не удовлетворяющие указанным требованиям, отбраковываются.

Электрическое сопротивление соединения не должно более чем на 20% превышать сопротивление целого провода такой же длины.

Соединение проводов в пролётах ВЛ. Соединение проводов ВЛ в пролётах выполняют либо овальными соединителями (скруткой, обжатием или опрессованием), либо опрессованием фасонных соединителей.

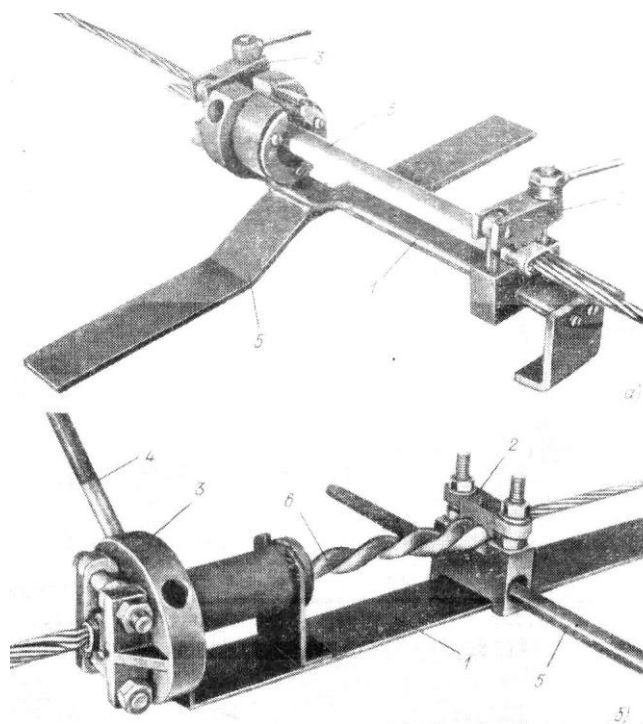
Овальнный соединитель представляет собой трубку овального сечения, имеющую развальцовку на концах для облегчения надевания на провода. На поверхности соединителя нанесены риски, обозначающие места вжимов, и марка соединителя, определяющая его назначение: СОАС – соединитель овальный для сталеалюминиевых и алюминиевых проводов; СОС – соединитель овальный для стальных проводов (грозозащитных тросов).

Сначала провода подготавливают к соединению. Для этого их концы выпрямляют, зачищают от грязи ветошью или кардощеткой, ровно отрезают (перпендикулярно оси, между временными бандажами), промывают бензином или растворителем и затем под слоем вазелина вновь зачищают кардощеткой. Овальные соединители также очищают от грязи, их внутреннюю поверхность

очищают ветошью, смоченной в бензине, и затем прочищают стальным ершом под слоем технического вазелина. Концы проводов заводят в соединитель внахлестку. Соединитель в процессе монтажа деформируется и при этом удлиняется, поэтому необходимо, чтобы концы проводов выходили с обеих сторон соединителя на 20 – 25 мм.

Зачистка как проводов, так и соединителей под слоем вазелина необходима потому, что без вазелина на поверхности алюминия под воздействием кислорода воздуха сразу же образуется новая оксидная пленка. Она незаметна для глаза, но имеет очень большое электрическое сопротивление. Попав в контактное соединение, пленка может сделать его дефектным, не обеспечивающим должной проводимости. Вазелин предохраняет очищенный алюминий от контакта с воздухом и этим предотвращает появление оксидной пленки. Поэтому снимать слой вазелина после зачистки алюминия нельзя. При наличии специальной смазки ЗЭС (защитная электросетевая) следует применять ее вместо вазелина.

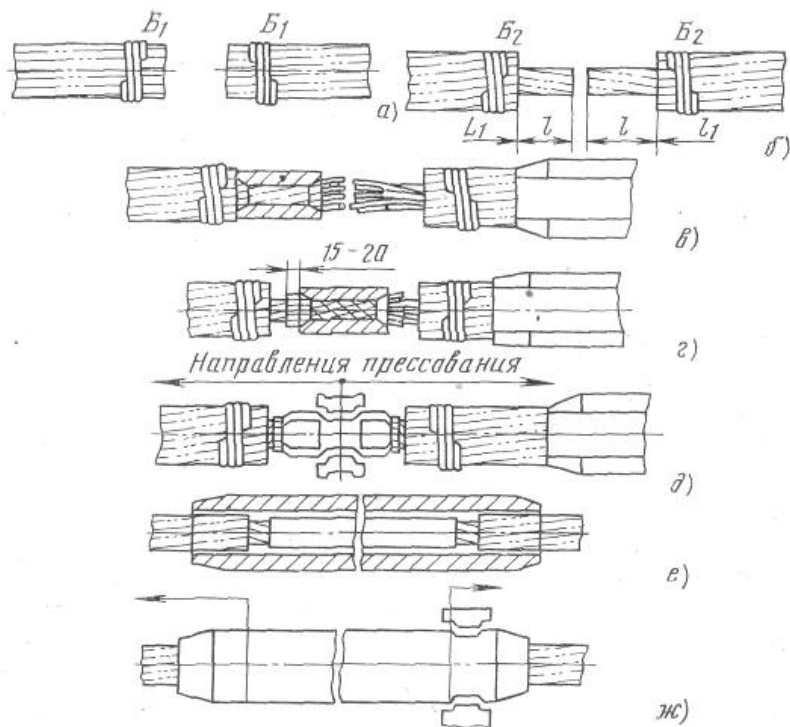
Соединение проводов скручиванием выполняют с помощью специальных приспособлений МИ-189А и МИ-230А (см. рисунок 6.1).



а – типа МИ-189 для монтажа алюминиевых и сталеалюминиевых проводов сечением от 10 до 35 мм²; б – типа МИ-230А для сталеалюминиевых проводов сечением от 50 до 185 мм² включительно; 1 – корпус; 2 – задняя скользящая бабка с зажимным устройством; 3 – передняя вращающаяся бабка с зажимным устройством и отверстиями для рычага; 4 – рычаг в передней бабке; 5 – рычаг для фиксации корпуса при монтаже; 6 – овальный соединительный зажим, установленный в зажимах передней и задней бабок приспособления.

Рисунок 6.1 - Приспособления для монтажа овальных соединителей

Соединение прессуемыми соединителями применяют в пролетах сталеалюминиевых проводов сечением 240мм^2 и более (в шлейфах – 300мм^2 и более) с помощью соединительных зажимов, состоящих из стальной трубки – гильзы и алюминиевой трубы – корпуса. Последовательность операций при соединении этими зажимами показана на рисунке 6.2.



а - установка бандажей; б - удаление на длине l проволок алюминиевых повивов, очистка ветошью, смоченной в бензине, стального сердечника и алюминиевых проволок верхнего повива на длине l_b , смазка наружной поверхности смазкой ЗЭС и зачистка металлической щеткой без удаления смазки; в - надвигание стальной гильзы на стальной сердечник одного провода и алюминиевого корпуса соединителя на другой провод; г - ввод расплетенных стальных проволок, стальных сердечников в гильзу до выхода из гильзы на $15-20'$ мм в обе стороны; д - опрессовка гильзы от середины к торцам и разметка места установки алюминиевого корпуса; е - установка корпуса; ж - опрессовка корпуса от меток, совпадающих с концами алюминиевых повивов, к концам корпуса.

Рисунок 6.2 - Соединение сталеалюминиевых проводов прессуемыми зажимами САС-Р1У с укороченной стальной гильзой

Соединение проводов сваркой позволяет упростить и удешевить монтаж ВЛ, отказаться от соединителей при сварке проводов в шлейфах, повысить надежность работы ВЛ, удешевить эксплуатацию ВЛ, отказаться от эксплуатационных замеров электрического сопротивления контактов, частых наблюдений и ремонтных работ, поскольку с течением времени электрические характеристики сварного соединения не изменяются.

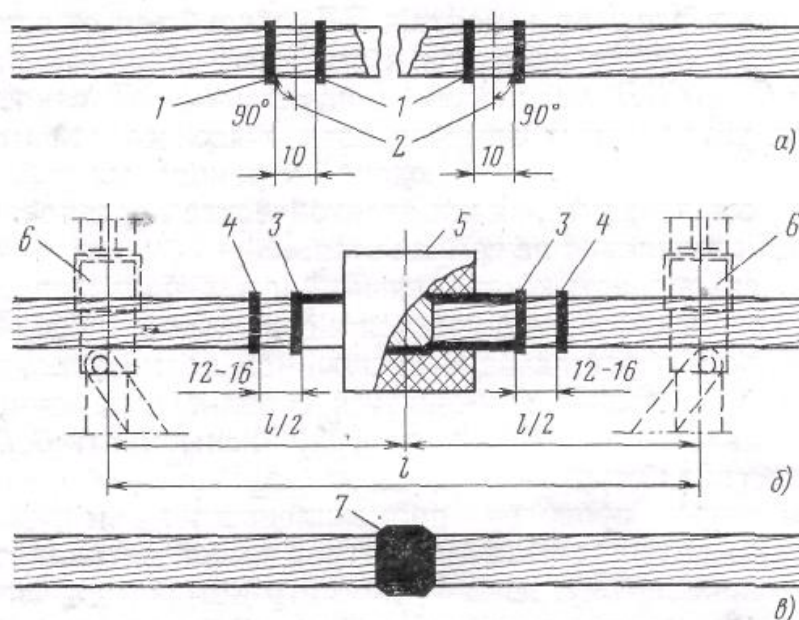
При сварке встык сталеалюминиевых проводов стальной их сердечник не сваривается и сварное соединение имеет прочность почти вдвое меньшую, чем

целый провод. Поэтому сварка может применяться с полной надежностью лишь там, где места сварки не будут испытывать больших механических нагрузок.

Для сварки проводов применяются термитные патроны. Каждый патрон имеет металлическую трубу – кокиль, внутренний диаметр которого равен наружному диаметру провода. Кокиль при сварке не расплавляется и предохраняет сварное соединение от попадания термитной массы.

Температура воспламенения патрона около 1000°C . Такую температуру дают специальные зажигательные спички, поставляемые вместе с патронами. Каждая партия патронов комплектуется удвоенным количеством спичек. Отступления от рекомендованной технологии термитной сварки проводов могут повлечь обрывы проводов шлейфов в местах сварки и другие аварии при эксплуатации.

Провода сваривают в патроне при помощи приспособлений в виде сварочных клещей или других аналогичных инструментов (см. рисунок 6.3).



а - подготовка проводов для сварки; б - установка проводов с термопатроном в сварочном приспособлении; в - сваренные провода; 1 - бандаж; 2 - линии отреза проводов; 3 - асбестовая подмотка; 4 - ограничители; 5 - термопатрон; 6 - зажимы сварочного приспособления (l - расстояние между зажимами); 7 - сваренный стык.

Рисунок 6.3 - Соединение сталеалюминиевых проводов термитной сваркой

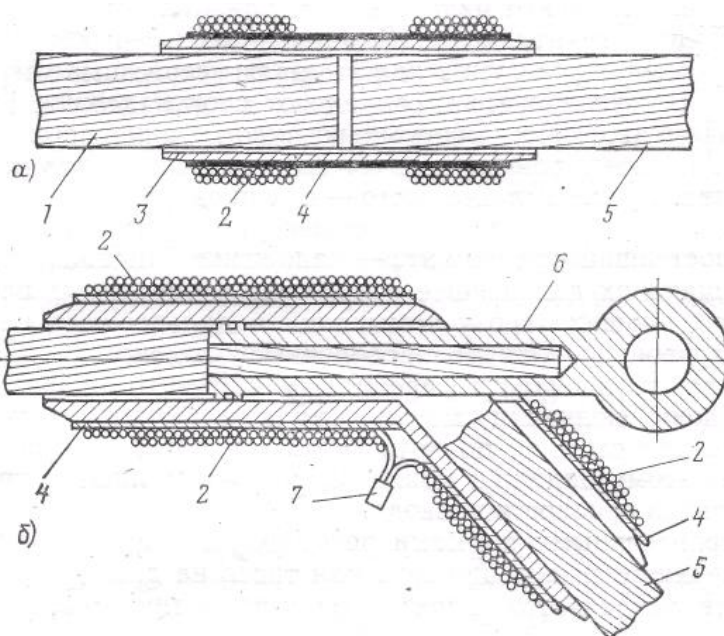
Опрессование зажимов с использованием энергии взрыва. По сравнению с обжатием и даже со сваркой способ опрессования обеспечивает наибольшую надежность соединения проводов. Однако этот способ связан с большими трудозатратами и требует применения специального прессового оборудования. Работа упрощается, и затраты труда снижаются в несколько раз при опрессовании с применением энергии взрыва.

Для соединения используется обычный соединительный зажим, но половинной длины. Для предохранения поверхности соединителя от воздействия

продуктов детонации между зажимом и зарядом размещается защитный слой из полиэтиленовой пленки, намотанной в 2-3 слоя, или резины.

По защитному слою (см. рисунок 6.4) на соединитель наматывают два слоя детонирующего шнура, соединитель устанавливается на соединяемые провода и закрепляется так, чтобы стык проводов находился в середине.

Работы выполняет специалист-взрывник или обученный линейщик. Удалившись на безопасное расстояние, он убеждается в отсутствии людей и механизмов в опасной зоне, подает первый предупредительный сигнал, устанавливает детонатор, отходит от него на установленное расстояние, подает второй сигнал и осуществляет подрыв.



а — соединительный зажим; б — натяжной зажим; 1,5 — соединяемые сталеалюминиевые провода; 2 — заряд взрывчатки (детонирующий шнур); 3 - алюминиевый корпус соединительного зажима; 4 — защитный слой (лента ПХВ или резина); 6 — стальной анкер; 7 — электрический детонатор.

Рисунок 6.4 - Опрессование зажима с использованием энергии взрыва

7 лекция. Натяжка проводов и визирование стрел провеса

Содержание лекции: натяжка проводов и визирование стрел провеса.

Цель лекции: знакомство с работами по натяжению проводов и визированию стрел провеса в пролетах ВЛ.

Последовательность работ. Натяжку раскатанных и поднятых на промежуточные опоры проводов и тросов производят в следующей последовательности.

В коротких (до 7 км) анкерных пролетах осуществляют:

а) крепление натяжных гирлянд с проводами в начале анкерного пролета (в начале раскатки) к первой анкерной опоре;

б) натяжку проводов и тросов на вторую анкерную опору (в конце расклатки) и визирование стрелы провеса;

в) монтаж натяжных зажимов и закрепление натяжных гирлянд с натянутыми проводами ко второй анкерной опоре.

В длинных анкерных пролетах осуществляют:

а) в первом от анкерной опоры участке: крепление натяжных гирлянд с проводом к анкерной опоре, натяжку и визирование проводов и тросов, закрепление отвизированных проводов в конце участка к якорям (либо удержание тяговым механизмом до перекладки в поддерживающие зажимы);

б) в следующих участках, ограниченных промежуточными опорами: соединение проводов с проводами предыдущего участка, натяжку, визирование и закрепление к якорям либо удержание проводов тяговым механизмом до перекладки в постоянные поддерживающие зажимы, освобождение якорей предыдущего участка.

Натяжка проводов. После закрепления натяжных гирлянд с проводом на первой анкерной опоре бригадир электролинейщиков вместе с монтерами обходит подготовленный к натяжке проводов и тросов участок трассы ВЛ и повторно тщательно осматривает провода и тросы.

При коротких анкерных пролетах провода (тросы) натягивают на анкерную опору. К ней подвешивают блоки, грузоподъемность которых выбирают в зависимости от тягового усилия. Через эти блоки пропускают концы проводов и тросов. Выборку слабины производят по каждому проводу и тросу отдельно при помощи трактора или другого тягового механизма, начинающего работу в исходном положении на расстоянии не менее 50 м за анкерной опорой, через которую выбирают слабину.

Натяжка для визирования может быть произведена либо отдельно по каждому проводу или тросу, либо одновременно двух проводов или тросов через блок, либо трех или более проводов через уравнивательные блоки.

До натягивания проводов бригадир определяет, в каких пролетах будет проводиться визирование, и находит стрелы провеса. Для этого он руководствуется чертежом профиля трассы, монтажными таблицами и замером температуры воздуха. Электролинейщики отмеряют на опорах указанных пролетов нужную стрелу провеса и укрепляют по уровню инвентарные визирные рейки. На железобетонной опоре рейку укрепляют хомутом, а на металлической опоре – струбциной.

Визирование проводов и тросов. Визирование по заданной проектом стреле провеса выполняют:

- при длине монтируемого анкерного пролета (участка) менее 3 км – в двух пролетах, сначала в дальнем, потом в ближнем от тягового механизма;

- при длине анкерного пролета свыше 3 км – в трех пролетах, расположенных в каждой трети длины пролета.

Провода подгоняются к линии визирования не снизу, а сверху, для чего их вначале немного (на 0,3 – 0,5 м) перетягивают, и опускают до линии визирования.

После окончания визирования на проводе или тросе делается отметка. Для нахождения места, где нужно нанести отметку, к натянутому проводу опускают отвес с места, где к траверсе крепится сцепная деталь натяжной гирлянды.

После опускания отмеченного провода на землю от отметки в сторону пролета отмеряют строительную длину натяжной гирлянды и делают новую отметку, обозначающую место монтажа натяжного зажима.

Далее отмеряют по проводу расстояние от натяжного зажима, равное уточняемой по месту длине гирлянды с арматурой, замеряемое в натянутом состоянии гирлянды, за вычетом расстояния А (рисунок 7.1). Последнее измерить на опоре может верхолаз, однако проще его измерить на земле до установки опоры, на которой в удобном положении следует заранее установить узел крепления и такелажный блок.

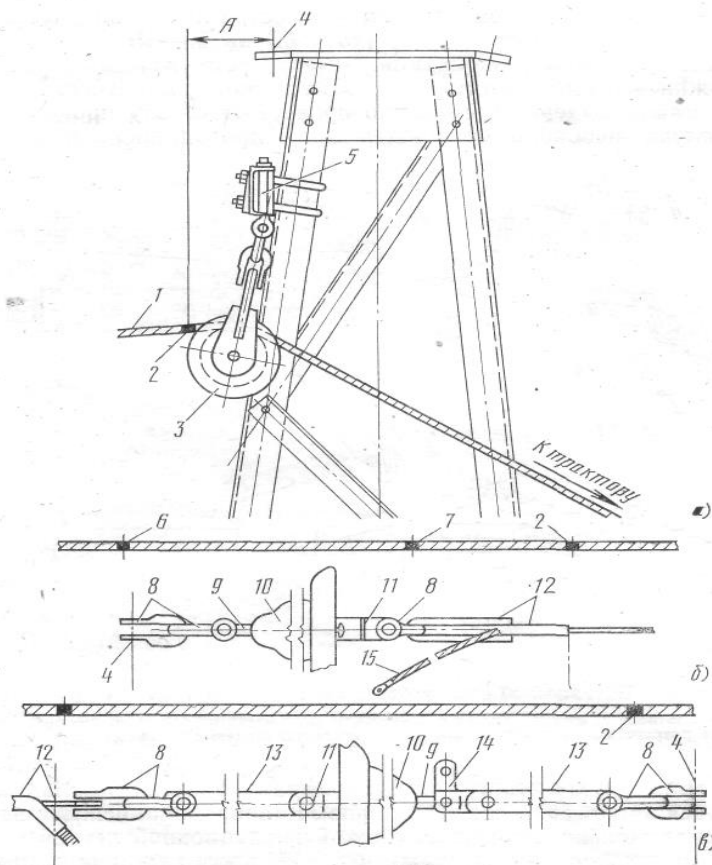
На провод в найденной точке ставят вторую отметку, показывающую место установки конца натяжного зажима. При монтаже грозозащитного троса бывает нужна и третья отметка, показывающая место установки концевого зажима на заземляющем спуске, если трос имеет изолирующее крепление, как показано на рисунке 7.1,б.

Монтаж натяжных зажимов. На проводах небольших сечений монтируются натяжные зажимы, клиновые или болтовые.

Клиновые зажимы типа клина-коуша монтируют, вкладывая стальной провод (трос) в зажим петлей. Петлю плотно обжимают вокруг двустороннего клина и закрепляют, надвигая корпус зажима.

Сталеалюминиевые провода всех марок сечением 240 мм^2 и более крепятся к анкерным опорам с помощью натяжных прессуемых зажимов типа НАС, монтируемые опрессованием в заданной последовательности (см. рисунок 7.2). Концы провода выравниваются, опиливаются заусенцы на концах проволок, на заданной длине удаляются алюминиевые повивы на концах проводов. Сначала опрессовывается провод, предназначенный для образования токоведущей петли (шлейфа) анкерно-угловой опоры в хвостовике натяжного зажима от риски I в сторону шлейфа. Длина провода токоведущего шлейфа может быть рассчитана заранее, и эта опрессовочная операция может быть выполнена как заготовительная на монтажной площадке. Корпус зажима, опрессованный на конце провода шлейфа, надевается на конец провода, идущего в пролёт, и на конец стальной части этого провода, подготовленного к монтажу, надевается анкер зажима.

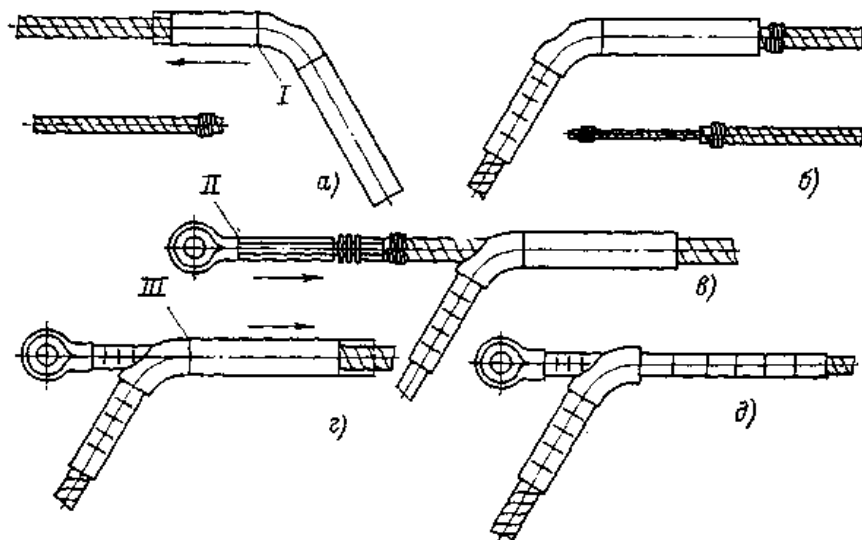
Опрессование анкера производится последовательно обжатием матрицами от риски II со стороны проушины в направлении монтируемого пролета. После завершения опрессования анкера корпус надвигается на конец анкера с проточками и опрессование конца корпуса, направленного в пролёт, начинается от риски III в сторону пролёта. Во всех случаях при опрессовании частей зажима происходит удлинение прессуемых участков, способствующее увеличению механической прочности соединений и увеличению площади электрического контакта корпуса зажима с токоведущими повивами провода.



а - нанесение первой отметки на натянутом и отвизированном проводе или тросе; б - нанесение второй и третьей отметок на опущенном на землю тросе; в - нанесение второй отметки на проводе; 1 - визируемый провод или трос; 2- первая отметка; 3- монтажный блок; 4- место крепления натяжной гирлянды к опоре; 5 - узел крепления монтажного блока к опоре; 6 - вторая отметка; 7- третья отметка (только на тросе); 8 - скоба; 9 - серьга; 10 - изоляторы; 11 - ушко; 12 - натяжной зажим; 13 - регулирующее звено; 14 - промежуточное монтажное звено; 15 - заземляющий спуск.

Рисунок 7.1 - Нанесение отметок при визировании провода или грозозащитного троса

Операция опрессования зажима начинается с монтажа провода, идущего в шлейф, потому, что при опрессованном анкере и корпусе на проводе, идущем в пролёт, становится невозможным ввести хвостовик зажима с проводом шлейфа в рабочее пространство гидравлического пресса. При опрессовании зажима НАС обеспечивается надежный захват конца сталеалюминиевого провода и выполняется два неразъёмных токоведущих соединения.

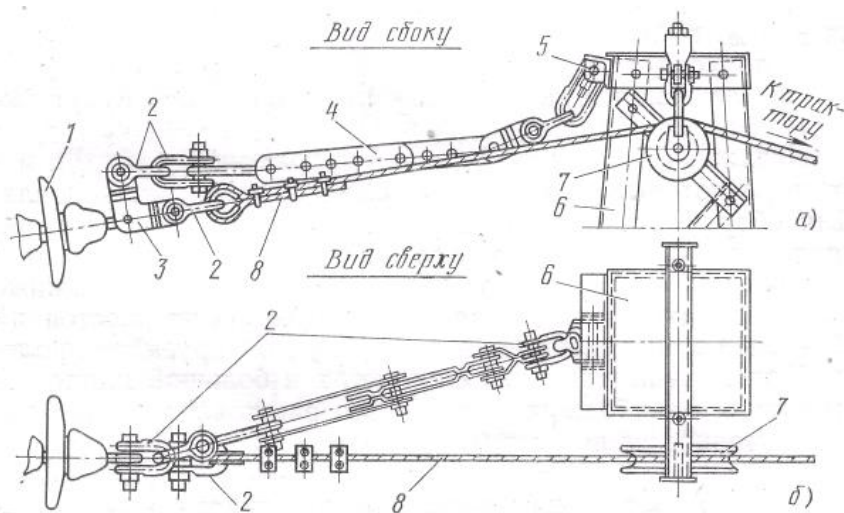


а - опрессование хвостовика корпуса натяжного зажима с проводом, предназначенным для образования петли (шлейфа) анкерно-угловой опоры; б - в корпус зажима вводится конец провода (показан внизу) со снятыми на конце провода алюминиевыми повивами и бандажами, установленными на стальной и алюминиевой частях в конце провода; в - корпус зажима надвинут на провод, в гильзу анкера натяжного зажима введена стальная часть провода, направление опрессования последовательным обжатием матриц показано стрелкой; г - на конец анкера с проточками надвинут алюминиевый корпус, опрессование которого начинается от риски, нанесенной на корпусе, с перемещением матриц при последовательном ступенчатом обжатии в сторону пролета; д - смонтированный зажим.

Рисунок 7.2 - Монтаж натяжного прессуемого зажима типа НАС для сталеалюминиевых проводов

Подъем и закрепление натяжной гирлянды с проводом. В конце отвизированного участка электролинейщики-верхолазы закрепляют к траверсе анкерной опоры блоки, через которые пропускают тяговые тросы. Один конец тягового троса закрепляют за монтажное звено (см. рисунок 7.3), а другой конец – за трактор, расположенный за опорой. Блоки закрепляют согласно проекту производства работ или технологическим картам. Собранный гирлянду с натяжным зажимом и с проводом поднимают (ходом трактора) от земли на 0,5 м.

Бригадир (или звеньевой) тщательно проверяет качество монтажа и соответствие гирлянды и зажима проекту, а затем дает сигнал для продолжения подъема. Электролинейщик-верхолаз закрепляет гирлянду к траверсе и затем проверяет положение замков. Поворотом изоляторов нужно установить замки входными концами вниз. Затем верхолаз отцепляет тяговый трос. После закрепления натяжных гирлянд производится повторное визирование для определения фактической стрелы провеса. Эта величина может отличаться от проектной не более чем на $\pm 5\%$, причем увеличенную стрелу провеса в пределах этого допуска можно разрешить лишь при условии, что габариты до земли и до пересекаемых сооружений будут выдержаны.



а — вид сбоку; б — вид сверху; 1 — изоляторы; 2 — скобы; 3 — промежуточное звено монтажное; 4 — промежуточное звено регулирующее; 5 — место крепления гирлянды к опоре; 6 — опора; 7 — такелажный блок; 8 — такелажный трос.

Рисунок 7.3 - Подъем натяжной гирлянды на анкерную опору

8 лекция. Монтажные работы на отвизированных проводах

Содержание лекции: монтажные работы на отвизированных проводах.

Цель лекции: знакомство с работами на отвизированных проводах.

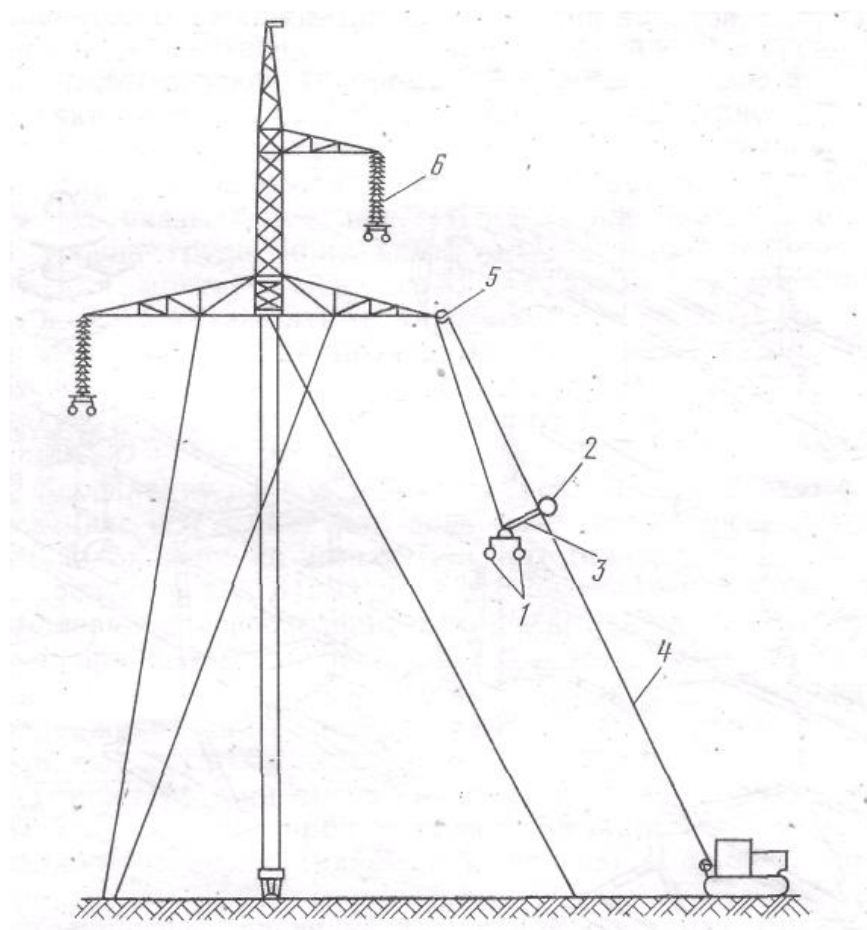
Работы по перекладке проводов из раскаточных роликов в поддерживающие зажимы с установкой дистанционных распорок на проводах расщепленных фаз и гасителей вибрации выполняются после натяжки, визирования и закрепления проводов. При перекладке с опусканием на землю верхолазы поднимаются на опору, взяв с собой веревку, с помощью которой поднимают на опору монтажный блок и такелажный трос. Монтажный блок закрепляют к траверсе опоры, через блок пропускают такелажный трос и опускают его на землю. Конец троса закрепляют за крюк трактора, и провод одной из фаз опускают на землю. На земле с провода снимают раскаточное устройство и на провод монтируют постоянный поддерживающий зажим. Этот зажим с проводом сцепляют с гирляндой изоляторов. Затем гирлянду изоляторов вместе с проводом поднимают (ходом трактора, тросом через блоки) на опору и прикрепляют к траверсе.

В некоторых типах опор опусканию раскаточных роликов с проводами мешают оттяжки. Поэтому провода должны при опускании оттягиваться в сторону. Для этого либо используют дополнительный механизм (обычно трактор), либо применяют оттяжной строп, скользящий при помощи дополнительного ролика по оттяжке (см. рисунок 8.1).

Способ перекладки проводов с опусканием на землю наиболее безопасен и удобен для рабочих, находящихся на земле и работающих в удобном положении, с помощью простых приспособлений.

Перекладку проводов без их опускания производят с телескопической вышки или подвесной (к траверсе) лестницы. Поднявшись на вышке (или опустившись по лестнице) на уровень раскаточных роликов, электролинейщики устанавливают приспособления для перекладки проводов, которыми приподнимают провод, освобождают раскаточный ролик и снимают его с гирлянды. К гирлянде подвешивают поддерживающий зажим, укладывают в него провод и закрепляют.

При отсутствии приспособлений к траверсе опоры крепят блок и провод приподнимают тяжением с земли за такелажный трос, укрепляемый к проводу и пропускаемый через блок.



1 - провода в раскаточных роликах, опускаемые на землю после визирования для перекладки в зажимы; 2 - дополнительный ролик; 3 - дополнительный оттяжной строп; 4 - тяговый такелажный трос; 5 - такелажный блок, укрепленный к траверсе опоры; 6 - поднятая гирлянда с проводами расщепленной фазы, закрепленными в постоянных зажимах

Рисунок 8.1 - Схема оттягивания проводов при монтаже на опорах с оттяжками

Соединение проводов в шлейфах (петлях) анкерных опор. Монтаж проводов на ВЛ 35-110 кВ производят без разрывов проводов в петлях, поэтому соединения в шлейфах на таких линиях встречаются редко – только при монтаже проводов на переходах или при наличии других препятствий. Натяжные зажимы на неразрезанных петлях монтируют одновременно с обеих сторон шлейфа, длину которого вымеряют по месту.

При монтаже ВЛ 220 кВ и выше с тяжелыми проводами осуществить монтаж неразрезанных шлейфов труднее, поэтому допускаются разрезные шлейфы, т.е. провод отрезается около каждой анкерной опоры и после натяжки соединяется в шлейфе термитной сваркой. В отдельных случаях, где для эксплуатации необходимо иметь разъемное соединение, выполняется (согласно проекту) соединение на болтах.

Монтаж распорок. Установку распорок производят на натянутых проводах с передвижной тележки-люльки или с телескопической вышки либо на земле, перекладка проводов выполняется с опусканием проводов на землю. Ставить их нужно перпендикулярно проводам, тщательно проверяя крепление.

Расстояние между распорками может отклоняться от проекта не более $\pm 10\%$ указанного в проекте допуска.

Монтаж защитной арматуры и другие работы. Гасители вибрации и защитные кольца ставят одновременно с перекладкой проводов. Разрегулировку проводов расщепленных фаз, замеряемую специальным прибором, в процессе перекладки проводов сгоняют в последний пролет, где и доводят до предела нормы. Одновременно проверяют разрегулировку проводов различных фаз между собой. Затем вновь осматривают линию перед предъявлением ее к сдаче в эксплуатацию. Проверяют соответствие всех выполненных работ нормам и допускам, описанным выше, а также следующим:

- отклонение поддерживающих гирлянд вдоль ВЛ от вертикали не должно превышать 50 мм для ВЛ 35 кВ, 100 мм для ВЛ 110 кВ и 200 мм для ВЛ 220 кВ и выше;

- расстояние от гасителей вибрации до поддерживающих зажимов не должно отличаться от проектного более чем на 25 мм.

Проверяют также соответствие допускам, указанным в проекте, угол наклона поддерживающих зажимов в плоскости опоры, наименьшее допустимое расстояние от соединительных до поддерживающих и натяжных зажимов, искровые промежутки в разрядниках и др.

9 лекция. Монтаж заземляющих устройств

Содержание лекции: монтаж заземляющих устройств.

Цель лекции: изучение конструкций и способов монтажа заземляющих устройств.

9.1 Общие сведения

Для того чтобы предохранить воздушную линию и присоединенное к ней оборудование от ударов молний и от влияния атмосферного электричества, по верхушкам опор над проводами прокладывают заземленные проводники. Эти проводники называются грозозащитными тросами.

Грозозащитные тросы должны принимать на себя прямые удары молний и быстро отводить атмосферные заряды в землю. Для этого они должны быть металлически соединены с заземлителем (непосредственно либо через пробивной промежуток). Грозозащитный трос в некоторых случаях, определяемых проектом, крепят непосредственно к опоре, а в других случаях подвешивают его к опоре через изолятор. При этом изолированное крепление троса в ряде случаев совмещается с заземлением троса – глухим или через воздушный промежуток.

Изолированное крепление (монтаж троса на изоляторах) может оказаться необходимо, например, в случае, когда трос используется для передачи сигналов связи, автоматики и телемеханики, либо его включают под нагрузку для плавки гололеда путем нагрева электрическим током. Кроме того, изолированное крепление создает удобство легкого отсоединения троса от заземлителя, что облегчает измерение сопротивления заземления опор. Иногда отсоединенный трос используется для антенного отбора мощности потребителям.

При постоянном глухом заземлении троса неизбежны потери мощности, так как индуктированные в тросе от проводов ВЛ токи отводятся в землю. При заземлении троса через искровой промежуток уменьшаются потери в линии. При ударе молнии в трос искровой промежуток легко пробивается и условия прохождения тока молнии в землю оказываются такими же, как и при глухом заземлении, а при нормальном режиме работы линии трос остается изолированным от опоры.

Заземление необходимо для защиты не только линий, но и людей и животных от опасных напряжений, которые могли бы появиться на опорах и на поверхности земли при стекании в землю через опоры атмосферных зарядов или при повреждении на работающей линии. Чем лучше заземление, т.е. чем меньше его сопротивление, тем меньше напряжение на опорах или поверхности земли при пробое изоляции. Но при этом растут затраты труда и материалов, необходимых для монтажа заземляющего устройства.

На ВЛ подлежат заземлению:

- опоры, имеющие грозозащитные тросы или другие устройства грозозащиты;
- железобетонные или металлические опоры ВЛ 3 - 35 кВ;

- опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители и другие аппараты;

- металлические и железобетонные опоры ВЛ 110 – 500 кВ без тросов и других устройств грозозащиты, это необходимо по условиям обеспечения надежной работы релейной защиты и автоматики.

Сопротивление заземляющих устройств ВЛ не должно превосходить значения, указанного в таблице 9.1

Т а б л и ц а 9.1 – Наибольшие сопротивления заземляющих устройств опор ВЛ

Удельное эквивалентное сопротивление земли ρ , Ом м	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом
До 100	10
От 100 до 500	15
От 500 до 1000	20
От 1000 до 5000	30
Более 5000	6 $10 - 3 \rho$

9.2 Конструкции заземлителей

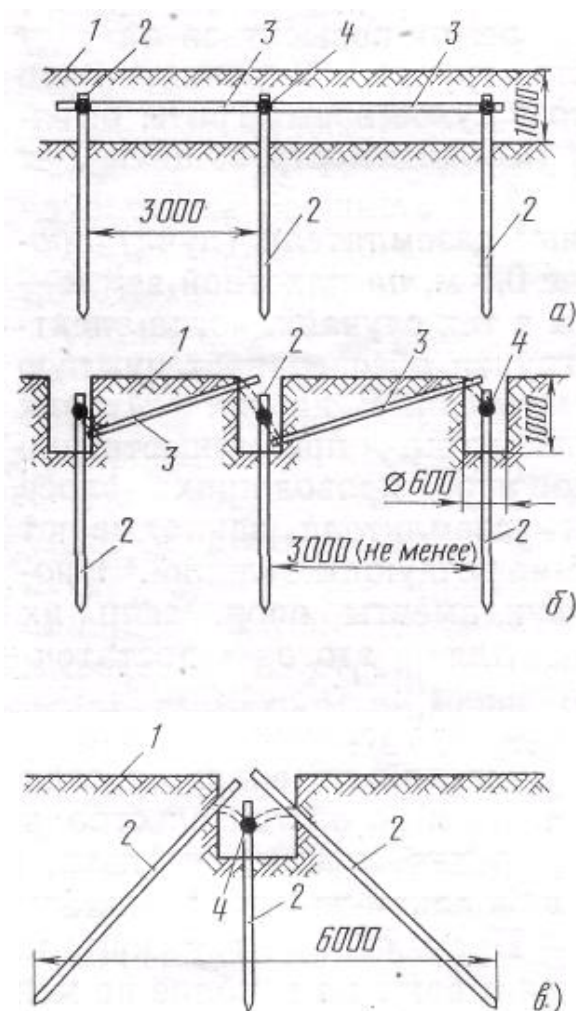
Заземляющее устройство представляет собой совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Заземлители – это металлические проводники, имеющие непосредственный контакт с землей. Заземляющие проводники соединяют заземлители с заземляемыми частями электроустановок, например с опорами ВЛ, грозозащитными тросами и др. Заземлители бывают искусственные и естественные; первые – такие заземлители, которые закладывают в землю специально для заземления; вторые – это находящиеся в земле сооружения (например, фундаменты опор), которые используются для заземления.

Искусственными заземлителями обычно являются стальной проводник, заложенный в грунт горизонтально или вертикально (иногда наклонно), или группа таких проводников-электродов, соединенных между собой. В последнем случае заземлитель называют сложным, а если электроды образуют контур, то сложный заземлитель называют заземляющим контуром (см. рисунок 9.1).

Контакт заземлителя с грунтом должен иметь достаточную поверхность и протяженность и быть весьма плотным. Отсюда ясно, почему заземляющие контуры часто имеют большие размеры. Сопротивление заземляющего устройства (оно складывается из сопротивлений заземлителя и заземляющего проводника) должно быть очень малым, во много раз меньше сопротивления человеческого тела и не превышать установленной предельной нормы.

Протяжённые горизонтальные заземлители (лучи) прокладывают на глубине не менее 0,5 м, на пахотной земле – не менее 1 м. Они рациональны в тех случаях, когда электропроводность верхнего слоя грунта обеспечивает нужную проводимость лучевого заземлителя. В других случаях монтируют вертикаль-

ные электроды, преимущественно глубинные, достигающие хорошо проводящих слоев грунта. В отдельных случаях заземлители закладывают в котлованы вместе с опорами воздушных линий. Иногда заземлителями служат фундаменты опор, если их проводимость оказывается для этого достаточной.



а - вертикальные электроды с горизонтальными перемычками, проложенными в траншее; б- вертикальные электроды с ввернутыми в грунт перемычками; в- наклонные электроды, погруженные из одного котлована и соединенные концами; 1- поверхность земли; 2 - электроды заземления, погружаемые вертикально или наклонно; 3 - соединительные горизонтальные или наклонные перемычки; 4 – место сварки.

Рисунок 9.1 - Схемы соединения электродов-заземлителей

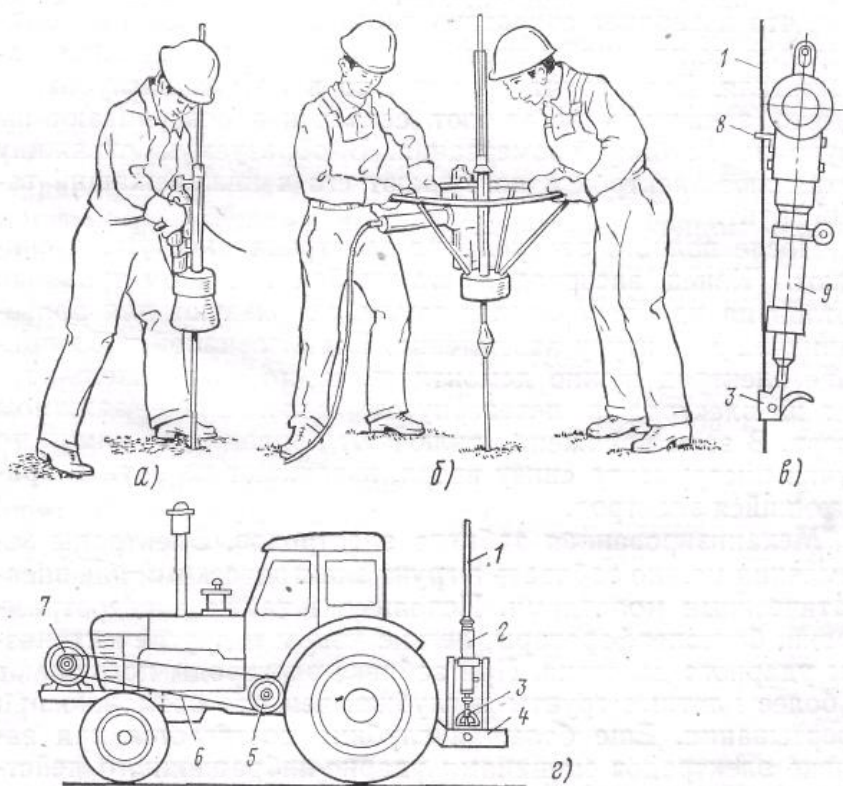
9.3 Монтаж вертикальных электродов заземления

Стальные электроды круглого сечения (стержневые) можно ввертывать, забивать молотками или вибраторами, вдавливать, а также закладывать в готовые скважины. Электроды из угловой стали или других профилей можно погружать любым из этих способов, ввертывания. Электроды из оцинкованной стали закладывают только в готовые скважины во избежание повреждения слоя оцинковки.

Ввертывание электродов. Промышленностью выпускаются серийно механизированные инструменты для ввертывания электродов. Чаще пользуются электрозаглубителями, выполненными на базе электросверлилки (см. рисунок 9.2). Заглубители, имеющие привод от двигателя внутреннего сгорания, используются в местах, где отсутствует электроэнергия. Все заглубители имеют зажим, передающий усилие на электрод. Конструкция зажима позволяет освободить электрод и переставлять инструмент.

Диаметр ввертываемого электрода выбирают в зависимости от плотности грунта, необходимой глубины погружения и мощности заглубителя.

После полного заглубления электрода инструмент снимают. Конец электрода, остающийся над дном траншеи, котлована или поверхности земли, используют для присоединения к контуру заземления.



1 - погружаемый электрод; 2 - гидроцилиндр; 3 - зажим; 4 - рама; 5 - боковой вал отбора мощности трактора; 6 - клиноременная передача; 7 - сварочный генератор; 8 - направляющий уголок; 9 - электромолоток.

Рисунок 9.2 - Погружение вертикальных электродов заземления

10 лекция. Кабельные подземные сооружения

Содержание лекции: кабельные подземные сооружения.

Цель лекции: знакомство с кабельными подземными сооружениями и способами прокладки в них кабелей.

10.1 Общие сведения

Применение подземных сооружений позволяет упорядочить подземное хозяйство за счет компактного и рационального размещения сооружений, сокращает количество разрытий улиц и проездов, вызываемых прокладкой и ремонтом подземных сетей, нарушающих к тому же нормальный режим и благоустройство города.

Преимуществом такого способа прокладки подземных сооружений является также наибольшая долговечность сетей в связи с возможностью контроля и защиты металлических оболочек кабеля и трубопроводов в отношении коррозии, а также создание необходимого для этого температурного режима. Кроме того, такой способ прокладки дает возможность комплексного проектирования строительства и развития подземных коммуникаций с учетом планировки и застройки города.

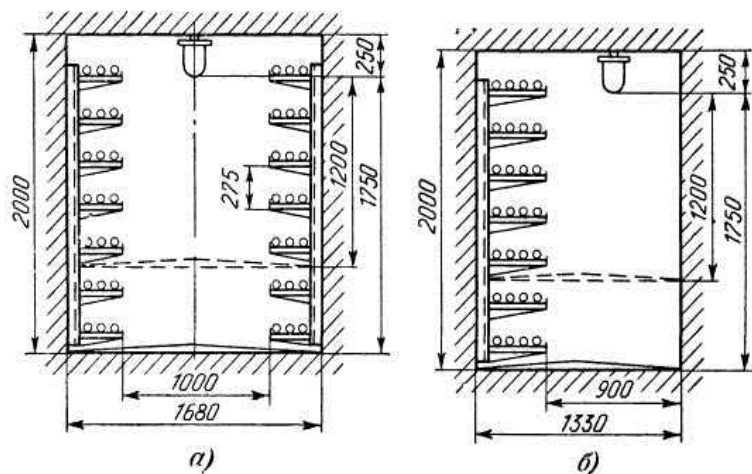
Основным требованием к конструктивным решениям, вытекающим из основного направления технического прогресса в строительстве, при сооружении подземных коллекторов является сборность, индустриализация строительства,

Подземное проходное замкнутое сооружение, специально предназначенное для размещения только кабельных линий, контрольных кабелей и кабелей связи, называется кабельным туннелем (см. рисунок 10.1).

Подземное проходное замкнутое сооружение, предназначенное для общего размещения кабельных линий и кабелей связи, водо-тепло-и воздухопроводов, называется коллектором (см. рисунок 10.2).

Подземное непроходное замкнутое сооружение, предназначенное для прокладки небольшого количества кабелей (до 20), называется кабельным каналом (см. рисунок 10.3).

Подземное кабельное сооружение, выполненное из труб или бетонного массива с каналами в нем для кабелей с относящимися к нему колодцами, называется кабельной блочной канализацией.



а - с двусторонним расположением полок на 42-30 кабелей;
 б - с односторонним расположением полок на 28 – 20 кабелей.

Рисунок 10.1 – Конструкции кабельных туннелей прямоугольного сечения проходного и полупроходного типа

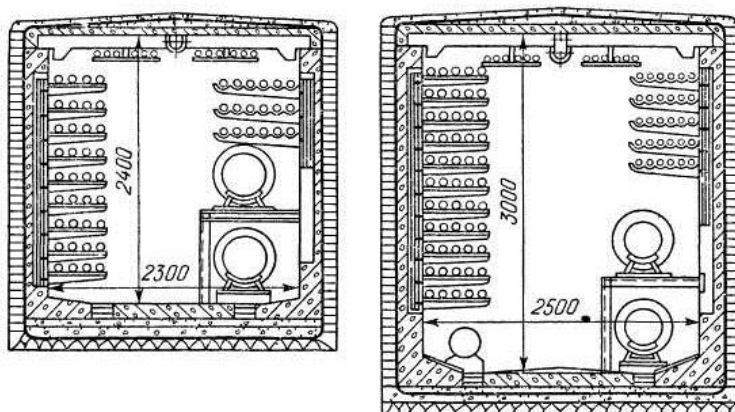
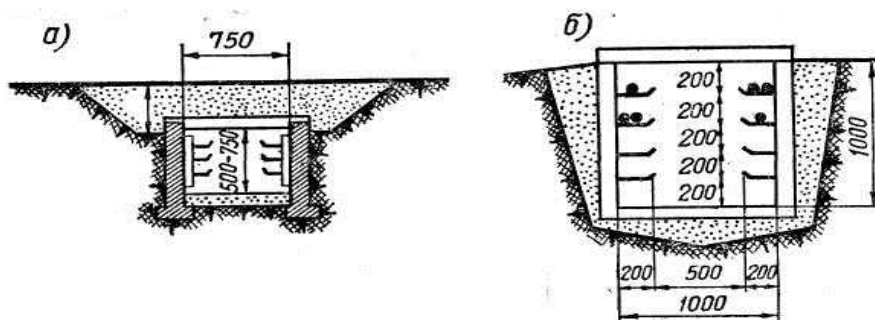


Рисунок 10.2 – Размещение в коллекторе кабелей и трубопроводов



а – закрытый землей; б – выходящий на уровень земли.

Рисунок 10.3 – Кабельные каналы

Наиболее дешевым и распространенным способом прокладки кабелей является прокладка их непосредственно в земле в специально отрытых траншеях (см. рисунок 10.4).

Работы по прокладке кабеля в траншее состоят из следующих операций: транспортировки барабана с кабелем к траншее; доставки и раскладки вдоль траншеи кирпича или железобетонных плит; установки барабана на винтовые кабельные домкраты, снятия обшивки барабана и тщательного осмотра кабеля; устройства постели из мелкой земли; раскатки кабеля и укладки его в траншею; составления исполнительного чертежа; засыпки слоя мягкой земли или песка, укладки кирпича или плит и засыпки траншеи грунтом; установки указателей.

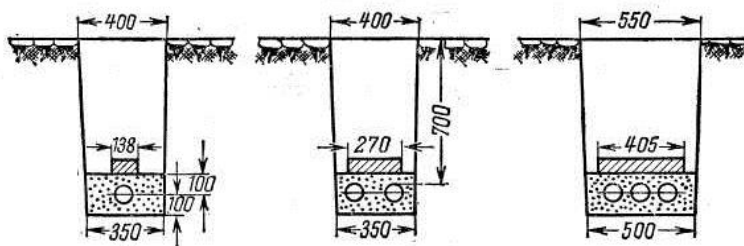


Рисунок 10.4 – Прокладка кабелей в земляных траншеях

Для погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки кабельных барабанов используют краны и автомобили, а также специальные транспортные средства – кабельные транспортеры. В исключительных случаях барабаны с кабелем разгружают вручную по наклонным брускам. Сбрасывать барабаны с автомашины категорически запрещается. Развозят барабаны по трассе и устанавливают на кабельные домкраты так, чтобы конец кабеля одного барабана заходил за начало другого не менее чем на 3 – 4 м. Затем вдоль бровки подготовленной траншеи раскладывают кирпичи или плиты, устраивают постель для кабеля из мелкой земли или песка толщиной 10 см и начинают подготовку к раскатке кабеля.

Способ раскатки зависит от сложности трассы. Если на трассе нет пересечений с коммуникациями, кабель укладывают непосредственно на дно траншеи с кабельного транспортера, перемещаемого вдоль нее автомашиной или трактором.

При наличии пересечений барабан с кабелем устанавливают на кабельные домкраты и раскатывают с помощью лебедки. Для этого трос лебедки разматывают по дну траншеи, протаскивают под пересекаемыми коммуникациями и сцепляют с концом кабеля. Устанавливают на дно траншеи опорные, а на углах поворота трассы – угловые ролики. Трос лебедки сцепляют с концом кабеля с помощью проволочного «чулка» или непосредственно за токопроводящие жилы. Надевают «чулок» на конец кабеля и прочно закрепляют проволочным бандажом на длине не менее 0,5 м.

При протягивании кабеля через трубы устанавливают разъемные монтажные воронки, а сами трубы предварительно прочищают и смазывают густой смазкой.

При раскатке необходимо следить за радиусом изгиба кабеля и скоростью перемещения, для чего ставят у барабана наблюдающего и устраивают тормоз, которым регулируют скорость вращения барабана.

Закончив раскатку, снимают кабель с роликов и укладывают в траншею с так называемой нормальной слабиной («змейкой»), которая компенсирует растяжение при нагреве кабеля. В местах монтажа соединительных муфт оставляют запас в виде полупетель.

После этого составляют исполнительный чертеж трассы с привязкой к постоянным ориентирам, присыпают кабель слоем мягкой земли толщиной 10 см и защищают от механических повреждений. Кабели 6 – 10 и 35 кВ закрывают по всей длине трассы соответственно красным кирпичом марки 100- 150 и железобетонными плитами, а до 1 кВ – кирпичом только в местах частых раскопок.

Поверх кирпича или плит траншею с кабелем засыпают выкопанным грунтом, который укладывают слоями, толщиной не более 20 см, тщательно уплотняя и утрамбовывая каждый слой. Если выкопанная земля содержит строительный мусор, шлак, камни, используют привозной грунт или песок. В зимнее время траншею необходимо засыпать талым грунтом.

Окончательно выравнивают траншею и подчищают трассу бульдозером.

11. лекция. Прокладка кабелей в блоках, трубах и по конструкциям

Содержание лекции: прокладка кабелей в блоках, трубах и по конструкциям.

Цель: знакомство со способами прокладки кабелей в блоках.

11.1 Прокладка кабелей в блоках и трубах

Прокладку кабелей в блоках и трубах начинают с проверки глубины заложения, прямолинейности, чистоты и соосности каналов и труб. Глубина заложения блоков должна соответствовать проекту, диаметр отверстий в железобетонных блоках должен быть не менее 90, а труб – не менее 50 мм при длине трубной канализации до 5 м и не менее 100 мм – при большей длине. Как правило, диаметр труб должен быть в пределах 1,5 – 2 наружных диаметров кабеля.

Стандартизованы также минимальные размеры люков кабельных колодцев и уклон кабельных блоков для обеспечения стока воды.

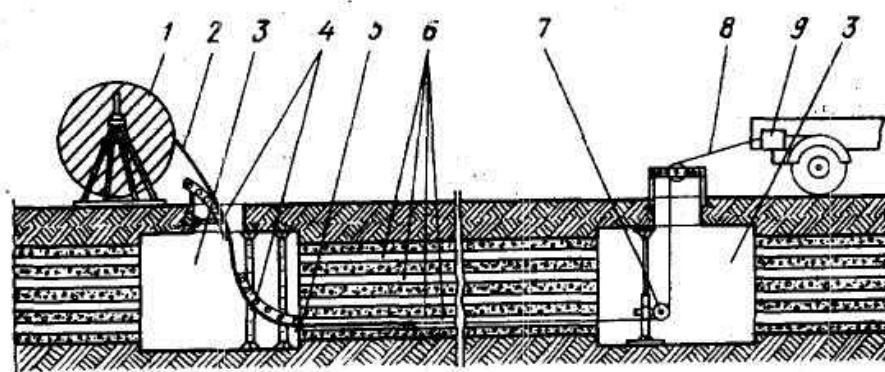
Особое внимание уделяют осмотрам колодцев и проверке отсутствия в них взрывоопасных и отравляющих газов. Осмотры производит звено из двух электромонтеров под наблюдением руководителя работ по нарядам - допускам эксплуатационной организации. При этом один из рабочих обвязывается веревкой и спускается в колодец, а второй подстраховывает его снаружи у открытого люка. Во избежание взрыва в колодцах не разрешается курить, зажигать спички и пользоваться открытым огнем.

Прямолинейность прокладки блоков и труб проверяют с помощью электрической лампы или другого источника света, а чистоту и соосность – контрольным цилиндром со стальными ершами, диаметр которых должен соответствовать внутреннему диаметру отверстий блоков и труб. Предварительно в каналы затягивают проволоку и с ее помощью протягивают через трубы вспомогательный канат, к концу которого крепят контрольный цилиндр и тяговый канат для прокладки кабеля. Иногда проволоку затягивают в каналы при сооружении кабельной канализации. При длине труб до 50 м проволоку пропускают через каналы вручную, а при большей – специальным пневматическим приспособлением.

Прокладку кабелей в блоках производят главным образом механизированным способом, поочередно затягивая их в отверстия блоков и на участке между двумя соседними колодцами (см. рисунок 11.1). Возможна также сквозная прокладка кабеля через несколько колодцев без разреза. Однако усилия тяжения при этом не должны превышать предельно допустимые. После окончания протяжки должен быть создан запас (слабина) кабеля для укладки его на опорные конструкции в промежуточных колодцах.

Во время затягивания кабеля непрерывно наблюдают за проходом его по роликам в колодцах и сходом с барабана. Прокладку ведут со скоростью 0,6 – 1 км/ч по возможности без остановок.

Соединительные муфты, размещаемые в колодцах, после окончания монтажа закрывают разъёмными защитными противопожарными кожухами. Концы труб и отверстия блоков на вводах в здания и сооружения заделывают негорючим легко разрушаемым материалом.



1 - кабельный барабан; 2 - кабель, 3- колодец, 4- угловые ролики, 5 - разъёмная воронка, 6 - каналы кабельного блока, 7 - ролик для каната, 8 - канат, 9 - устройство для контроля усилия тяжения.

Рисунок 11.1 - Прокладка кабеля в блоках

Прокладку кабелей в трубах производят главным образом при пересечении каких либо препятствий, например автомобильных дорог. Так как длина кабельного перехода при этом обычно невелика и кабельные колодцы отсут-

ствуют, кабель можно прокладывать как механизированным способом, так и вручную. Соединительные муфты размещаются за пределами труб.

11.2 Прокладка кабелей по конструкциям

При прокладке кабелей по опорным конструкциям снаружи и внутри зданий и сооружений кабельные полки или кронштейны на прямых горизонтальных участках располагают с интервалом 0,8 – 1 м. В местах поворота это расстояние зависит от массы кабеля и допустимого радиуса его изгиба. На вертикальных трассах расстояние между кронштейнами определяется расчётом и указывается в проектах, а при отсутствии таких указаний принимается равным 1 – 2 м. Для прохода через перегородки, стены и междуэтажные перекрытия устанавливают патрубки из асбоцементных и других несгораемых труб. Металлические опорные конструкции и защитные покрытия, также стальные трубы заземляют.

Прокладку кабелей по конструкциям ведут как механизированно, так и вручную. Тяжелые кабели большой длины прокладывают с помощью лебёдки. Барабан с кабелем устанавливают на домкратах и раскатывают лебёдкой по линейным и угловым роликам, закреплённым на конструкциях. Легкие короткие кабели разматывают вручную, а затем переносят и укладывают на конструкции.

После прокладки кабели жестко закрепляют: на горизонтальных участках – в конечных пунктах, на углах поворота, с обеих сторон компенсаторов и у соединительных и концевых муфт, а на вертикальных – в местах, определённых расчётом. Между металлическими опорными конструкциями и небронированными кабелями в свинцовой или алюминиевой оболочке укладывают эластичные прокладки из негорючего материала (например, асбеста, поливинилхлорида) толщиной не менее 2 мм, а на металлическую броню кабелей наносят антикоррозийное покрытие.

Патрубки и проемы для прохода кабелей через стены заделываются несгораемым легко разрушаемым материалом. При этом кабели предварительно обматывают лентой из несгораемого материала. Соединительные муфты защищают кожухами и дополнительно отделяют от верхних и нижних рядов кабелей асбоцементными перегородками.

Внутри производственных помещений допускается прокладка бронированных (без горючего наружного покрова) и небронированных (с негорючей оболочкой) кабелей. В местах, доступных не только эксплуатационному персоналу, но и посторонним лицам, кабель защищают от механических повреждений стальными уголками, кожухами или трубками на высоту до 2 м.

При прокладке кабелей напряжением до 1 кВ по неоштукатуренным деревянным стенам и другим поверхностям из горючих материалов выносные кронштейны устанавливают так, чтобы просвет между кабелем и стеной был не менее 50 мм.

На мостах с интенсивным движением транспорта укладывают кабели в алюминиевой оболочке, обладающей повышенной стойкостью к вибрациям. На металлических и железобетонных мостах кабели прокладывают в асбоцементных

трубах, а на деревянных – в металлических; при этом расстояние между металлической трубой и конструкциями моста должно быть 50 мм. Прокладка кабелей на мостах аналогична их прокладке в трубах, только в местах перехода через температурные швы мостов необходимо устраивать компенсаторы в виде полупетли кабеля.

11.3 Прокладка кабелей при особых условиях

Прокладка кабелей при низких температурах требует разработки траншей в мерзлых грунтах, для чего применяются специальные траншеекопатели. Рыхлят мерзлые грунты пневматическими отбойными молотками. Кроме того, различными способами прогревают грунт.

Зимой прокладку обычно выполняют, предварительно подогревая кабель. В зависимости от типа изоляции и защитного покрова кабелей установлены предельные отрицательные температуры, при которых возможна их размотка без подогрева. Так, кабели до 35 кВ с бумажной изоляцией можно прокладывать без подогрева, если температура воздуха в течение суток до прокладки была не ниже 0°C . Для кабелей с резиновой изоляцией и защитным покровом эта температура должна быть не ниже -7°C , с пластмассовой изоляцией и оболочкой – не ниже -20°C . Кратковременные понижения температуры в течение 2 – 3 час. (ночные заморозки) не учитываются.

Прогревают кабели несколькими способами. При прогреве током используются специальные понижающие трансформаторы или обычные сварочные. Предварительно барабан утепляют войлочно-брезентовым капотом, разделявают концы кабеля и жилы на одном из них соединяют между собой (закорачивают), а на другом присоединяют к выходным зажимам трансформатора.

Температуру наружных витков кабеля контролируют по термометру, а ток – токоизмерительными клещами. Максимально допустимый ток определяют по таблицам и регулируют перестановкой пластин на выводах вторичной обмотки трансформатора. Время прогрева зависит от температуры воздуха, сечения кабеля и тока и составляет от 1 до 3 ч. При этом напряжение на первичной обмотке трансформатора должно быть не более 250 В по отношению к земле. Металлические оболочки и броню кабеля, корпуса трансформаторов и сварочных аппаратов надежно заземляют.

При отсутствии источников электроснабжения кабели на барабанах прогревают тепловоздуховками с двигателями внутреннего сгорания. После прогрева кабель должен быть раскатан и уложен в траншею в возможно короткий срок (не более 1 ч, 40 и 30 мин соответственно при температуре от 0 до -10°C , от -10 до -20°C и -20°C и ниже).

При прокладке кабеля под водой (при пересечении рек, каналов и других водных преград) их заглубляют не менее чем на 1 м в дно. На выходе из воды кабели прокладывают в трубах. На каждом берегу создают запас кабеля длиной не менее 10 м (полупетлю). При параллельной прокладке нескольких кабелей расстояние между ними должно быть не менее 0,25 м. Пересечение кабельных линий под водой не допускается.

Для подводной прокладки без труб применяются кабели в свинцовой оболочке с проволочной броней и внешним защитным антикоррозийным покровом. При пересечении небольших, несудоходных и несплавных рек допускается применять кабели с ленточной броней.

Механизированную прокладку кабелей через водоёмы можно выполнять двумя лебёдками, устанавливаемыми на противоположных берегах, с баржи, буксируемой лебёдкой, или самоходной, с самоходного судна, а также со льда, толщина которого должна быть не менее 25 – 30 см. Скорость прокладки во всех случаях должна быть не более 12 м/мин. При низких температурах кабели перед прокладкой прогревают.

12 лекция. Соединение и оконцевание кабелей

Содержание лекции: соединение и оконцевание кабельных линий.

Цель: изучение способов разделки и соединения кабелей.

12.1 Разделка кабелей

Соединение и оконцевание кабелей в муфтах любых конструкций начинают с разделки их концов, заключающейся в последовательном удалении ступенями заводских покровов. Длина всей разделки и отдельных ступеней определяется конструкцией муфты, сечением и напряжением кабелей.

Предварительно концы соединяемых кабелей тщательно распрямляют и укладывают внахлест, а при монтаже концевых муфт и заделок прокладывают до места их установки, соблюдая допустимые радиусы изгиба. Концы кабеля тщательно осматривают, проверяют целостность герметичной оболочки, а затем отрезают кусок кабеля длиной не менее 150 мм и проверяют бумажную изоляцию на влажность.

Для этого снимают наполнитель и бумажные ленты, прилегающие к жиле и к оболочке, и погружают их в нагретый до 150° С парафин. Наличие влаги определяют по легкому потрескиванию и образованию пены на лентах. При влажной изоляции от проверяемого конца кабеля отрезают кусок длиной 1 м и повторяют испытания. Операцию повторяют до тех пор, пока проверка не покажет полное отсутствие влаги. Влажные концы кабелей соединять и оконцовывать запрещается.

Разделку кабеля начинают с удаления наружного покрова (см. рисунок 12.1), для чего у места среза его на расстоянии *A* накладывают проволочный бандаж. Затем разматывают наружный покров от конца кабеля до бандажа, отгибают и используют в дальнейшем для защиты от коррозии брони и алюминиевой оболочки. Второй проволочный бандаж накладывают на броню на расстоянии *B* от первого, надрезают броню по кромке бандажа так, чтобы не повредить свинцовую (алюминиевую) оболочку кабеля, и удаляют ее. Далее срезают внутреннюю подушку и снимают с металлической оболочки слой защитной бумаги,

предварительно слегка подогреть их паяльной лампой, и очищают поверхность алюминиевой (свинцовой) оболочки кабеля тряпкой, смоченной бензином.

Свинцовую (алюминиевую) оболочку удаляют после предварительной разметки и нанесения двух кольцевых и двух продольных надрезов. Первый кольцевой надрез делают на расстоянии O от среза брони, второй – на расстоянии $П$ от первого. Продольные разрезы выполняют от второго кольцевого надреза до конца кабеля на расстоянии 10 мм один от другого. Полоску оболочки между продольными разрезами захватывают плоскогубцами и удаляют, после чего снимают остальную часть оболочки. Кольцевой (предохранительный) пояс на свинцовой (алюминиевой) оболочке удаляют непосредственно перед самой разделкой конца в муфту.

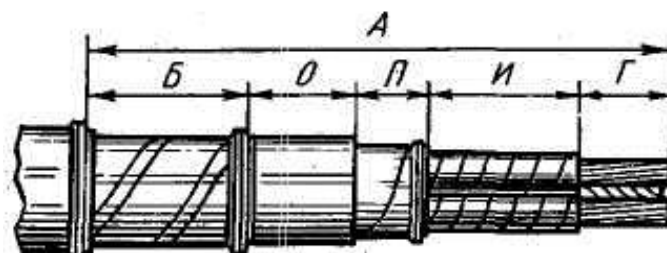


Рисунок 12.1 - Разделка конца трёхжильного кабеля с бумажной изоляцией

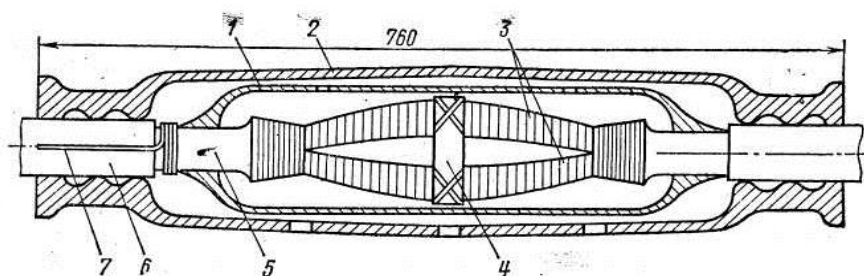
После удаления оболочки снимают поясную изоляцию, а также наполнитель. Изоляцию разматывают отдельными лентами, обрывая у оставленного кольцевого пояса на свинцовой (алюминиевой) оболочке. Затем разводят жилы кабеля в стороны и плавно выгибают с помощью специального шаблона. При отсутствии шаблона жилы выгибают вручную, не допуская переломов и повреждения бумажной изоляции. Заканчивая разделку, отмеряют расстояние $И$, накладывают бандаж из суровых ниток и снимают бумажные ленты фазной изоляции на участке $Г$, длина которого зависит от способа соединения и оконцевания жил.

Порядок разделки кабелей с пластмассовой изоляцией такой же, как и с бумажной. Последовательно удаляют с кабеля внешний джутовый покров или поливинилхлоридный шланг, алюминиевую оболочку (или броню и подушку под броней – у кабелей, имеющих защитные покровы), шланг, экран, полупроводящие покрытия и изоляцию жил, разводят и выгибают жилы с помощью шаблонов или вручную. Дальнейшие операции состоят в соединении или оконцевании жил, восстановлении изоляции и герметизации места соединения (оконцевания).

12.2 Соединение кабелей

Соединяют кабели с помощью свинцовых и эпоксидных соединительных муфт, а также муфт с самосклеивающейся лентой и термоусаживающимися трубками.

Свинцовые муфты СС (см. рисунок 12.2) используют для соединения кабелей 6 – 10 кВ с бумажной изоляцией. Эти муфты обладают более высокой герметичностью и электрической прочностью, чем чугунные, достаточно надежны в работе и широко применяются в кабельных сетях.



1 – свинцовая труба; 2 – защитный кожух; 3 – изолированные жилы кабеля; 4 – бандаж из бумажной ленты; 5 – свинцовая (или алюминиевая) оболочка; 6 – броня; 7 – провод заземления.

Рисунок 12.2 – Свинцовая соединительная муфта для кабелей 6 – 10 кВ

Эпоксидные муфты применяют для соединения и ответвления кабелей до 10 кВ с бумажной и пластмассовой изоляцией, проложенных в земле, туннелях, каналах и др. Муфты изготовляют и поставляют комплектами со всеми необходимыми материалами.

Эпоксидная муфта представляет собой изготовленный в заводских условиях эпоксидный корпус, внутрь которого при монтаже укладывают разделанные и соединенные жилы и заливают эпоксидным компаундом. После отверждения компаунда жилы на определенном расстоянии раздвигают и изолируют друг от друга и от корпуса муфты.

Технология монтажа соединительных эпоксидных муфт всех типов примерно одинакова. Разделку концов и соединения жил кабелей в них производят так же, как в чугунных и в свинцовых. Корпуса муфт с поперечным разъемом предварительно надевают на концы кабелей. Заземляющий проводник с поливинилхлоридной изоляцией припаивают к броне и оболочке соединяемых кабелей.

Ступени брони и оболочки кабелей при разделке зачищают и обматывают двумя слоями стеклотенты, промазывая их эпоксидным компаундом. Такую же подмотку выполняют на оголенных частях жил. Бумажную изоляцию жил предварительно обезжиривают ацетоном или бензином. На изолированных участках жил устанавливают распорки, полумуфты корпуса сдвигают, уплотняют места ввода кабелей смоляной лентой и заливают муфту эпоксидным компаундом.

Удаляют съемные пластмассовые или металлические формы после отверждения компаунда (примерно через 12 часов при температуре окружающей среды около 20 °С).

В настоящее время ряд производителей предлагают кабельную арматуру на основе термоусаживаемых материалов. Все виды муфт технологичные, экологически чистые, не требуют дополнительных затрат на варку массы и пропитку рулонов. На монтаж одной муфты из термоусаживаемых материалов бригадой из двух электромонтеров затрачивается времени более чем в 2 раза меньше, чем на монтаж муфты типа СС. Более чем в 2 раза сокращается расход газа при монтаже.

12.3 Соединение термоусаживаемыми муфтами

Муфты фирмы «Райхем». Основой термоусаживаемой соединительной и концевой арматуры фирмы «Райхем» являются вулканизируемые полимеры, обладающие рядом уникальных свойств. Наряду с высокими изоляционными параметрами и герметичностью муфты фирмы «Райхем» обладают особой механической прочностью, стойкостью к воздействию окружающей среды и т.д.

Широкий диапазон термоусаживаемости отдельных частей позволяет использовать один типоразмер муфт для нескольких видов кабелей с пропитанной бумажной изоляцией (сечением жил 70—120 и 150—240 мм²), что значительно сокращает количество запасного материала.

Муфты при хранении практически не подвергаются старению. На рисунке 12.3 представлена концевая муфта наружной установки для трехжильных кабелей с пропитанной бумажной изоляцией и общей оболочкой на напряжение 6—10 кВ (размер муфты L зависит от номинального напряжения и сечения жил кабеля).

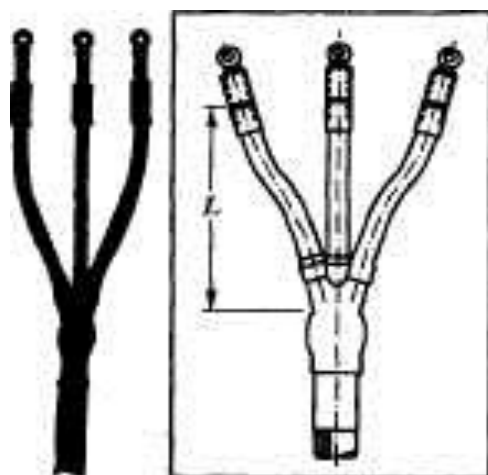


Рисунок 12.3- Концевая муфта

Монтаж концевых и соединительных муфт представляет собой сборку отдельных термоусаживаемых частей, поставляемых в растянутом состоянии, что позволяет легко надевать их на разделанные концы кабеля. При нагревании с помощью пропан-бутановой газовой горелки происходит усадка этих частей с

плотным водонепроницаемым охватом кабеля, причем термоусаживаемый клей заполняет все пустоты. В месте соединения кабельная муфта создает новую изоляцию, полностью соответствующую установленным требованиям.

13 лекция. Повреждение опор воздушных линий и их ремонт

Содержание лекции: повреждение опор ВЛ и их ремонт.

Цель лекции: изучение методов проведения ремонтов опор ВЛ.

Металлические опоры. Механические повреждения металлических опор часто происходят в результате некачественной сварки стержней в узлах, прогиба стержней, непрочных болтовых соединений отдельных секций.

Большой вред металлическим опорам наносит коррозия, приводящая к снижению несущей способности опор. Наиболее распространённым способом защиты металлических поверхностей от коррозии является нанесение защитных покрытий. Различают покрытия металлические и лакокрасочные. К металлическим покрытиям относится оцинковка деталей опор горячим или гальваническим способом, а также методом распыления расплавленного металла по обрабатываемой поверхности.

Металлические опоры перед окраской должны быть тщательно очищены от ржавчины, остатков старой краски и грязи. Особое внимание при очистке следует обратить на узлы соединения отдельных деталей опор и подножников, а также места крепления опор к фундаментам. Перед окраской опоры очищаются от грязи и ржавчины металлическими щетками и специальными металлическими скребками. Подготовка поверхности металлических опор под краску может производиться и без очистки ржавчины путем обработки ее химическими реактивами (преобразователями ржавчины).

Для окраски металлических опор следует применять атмосферостойкие красители (на натуральных маслах, на эпоксидной основе). При отсутствии указанных красок допускается применение лаков на битумной основе, которые наносятся на опору не менее чем в два слоя; второй слой наносится после высыхания первого (не менее чем через 15-16 ч). Для продления срока службы такого покрытия необходимо в верхний слой битумного лака добавлять 15% алюминиевой пудры (по массе).

Смешивание битумного лака с алюминиевой пудрой должно производиться непосредственно перед окраской в количестве, не превышающем потребность для работы одной смены (при более продолжительном хранении пудра теряет способность всплывать на поверхности лака). Во избежание взрыва при открывании и пересыпке алюминиевой пудры запрещается применять металлический инструмент.

Окраска металлических опор каменноугольным лаком запрещается.

Чистка и окраска опор производится, как правило, сверху вниз, т.е. сначала работы производятся на тросостояках и траверсах, а затем на стойках или стволе опоры.

При окраске верхних частей опор на ВЛ, находящихся под напряжением, следует соблюдать особую осторожность при работе на угловых опорах, на средней и нижней траверсах двухцепных опор, на опорах типа «рюмка».

Ведро с краской не должны подвешиваться на опоре над проводами и изоляторами. Подвешивать ведро с краской на траверсах разрешается не ближе 1 м от места крепления изолирующих поддерживающих подвесок. При окраске концов траверс промежуточных опор для предотвращения попадания краски на изоляторы.

Распространена окраска металлических опор с применением компрессорных установок, краскораспылителей, а также вручную кистями.

Ремонт металлических опор, которым нанесены механические повреждения, производится с помощью специальных приспособлений (домкратов, струбцин, скоб). При необходимости замены или усиления отдельных уголков сварные швы накладываются вдоль уголка, а не поперек, так как поперечные сварные швы снижают прочность. Усиление элементов производится с помощью накладок на болтах.

Элементы опор, получившие в процессе эксплуатации прогибы свыше допустимых, должны быть либо заменены, либо выправлены с помощью домкратов или стяжных болтов. Заменяемые поврежденные участки пояса или решетки опоры вырезаются, на их место накладываются равнопрочные отрезки из металла необходимого профиля и длины, которые соединяются с поясами или решеткой сваркой или на болтах.

При сварке соединений запрещается накладывать поперечные сварные швы. Длина швов, размеры и количество болтов должны быть определены расчетом. Обнаруженные в сварных швах трещины должны быть заварены.

Ослабленные заклёпочные соединения должны быть усилены расклёпкой или заменой заклёпок, а ослабленные болтовые соединения – подтягиванием гаек. Заваренные места, накладки и другие вновь установленные детали должны быть тщательно очищены от коррозии и окрашены. Металлические опоры, имеющие недопустимые наклоны, - прокладками под опорные «башмаки» опоры. Прокладки применяются также для устранения неплотного прилегания пят опор к фундаментам. Суммарная высота прокладок не должна превышать 40 мм. Если при выправке опор необходимо одновременно освободить анкерные болты более чем на одной «ноге» опоры, опору следует предварительно укрепить расчалками.

Железобетонные опоры. Распространенным видом повреждений железобетонных опор являются трещины в стволах. При этом волосяные трещины не вызывают особых опасений, но раскрытие их и углубление до арматуры приводит к тому, что нагрузка начинает восприниматься лишь арматурой и несущая способность опоры резко снижается.

Проверка наличия и ширины трещин в бетоне опор производится 1 раз в 6 лет. Размер трещин измеряется специальным оптическим прибором – микроскопом Бринеля. Если ширина раскрытия и количество трещин в бетоне более установленных нормами, применяются следующие виды ремонта: покрытие поверхности бетона в зоне образования трещин краской; заделка трещин, рако-

вин и сколов полимерцементным раствором; усиление опор устройством железобетонных или металлических бандажей.

Отклонение железобетонной опоры от вертикальной оси снижает механическую прочность опоры. Установлено, что при наклоне только на 2° несущая способность опоры уменьшается на 8-10%. Выправка опор производится при помощи механизмов, обеспечивающих плавное увеличение тяжения. Выправка промежуточных одностоечных свободностоящих одноцепных и двухцепных опор, имеющих наклон поперек ВЛ, производится созданием тяжения в сторону, противоположную наклону опоры. Тяжение создается с помощью тягового механизма, обеспечивающего плавное увеличение усилия, прилагаемого к тяговому тросу. Механизм должен быть удален от опоры, подлежащей выправке, на расстояние не менее 1,2 ее высоты. Тяговый трос крепится на опоре на высоте около 4 м от уровня земли. По окончании выправки вершина опоры должна перейти на 20-30 см за вертикальное положение.

До начала работ по выправке опор со стороны, противоположной наклону опоры, откапывается узкий котлован по диаметру стойки глубиной 1,2-1,5 м. При откапывании грунта экскаватором котлован должен быть ориентирован вдоль линии, возможно ближе к стволу опоры, чтобы избежать чрезмерного нарушения грунта в плоскости действия тягового усилия.

Выправке подлежат опоры при угле наклона стойки более 1° (т.е. при отклонении вершины опоры от вертикального положения более чем на 25-40 см при длине стоек от 16-26 м). При наклоне стойки опоры на угол более 3° от вертикали выправка должна производиться немедленно.

В скальных и мерзлых грунтах выправка опор запрещается.

Выправленные опоры и их детали не должны иметь отклонения, превышающие допустимые. Все виды оттяжек опор (в том числе, оттяжки внутренних связей опор, шпренгельные оттяжки траверс и др.) независимо от их конструктивного выполнения (из тросов, круглой стали) должны быть натянуты без видимой слабину.

Тросы оттяжек и элементы крепления их к опоре и анкерным болтам должны периодически смазываться, оттяжки из круглой стали должны окрашиваться. В качестве антикоррозионных покрытий могут быть использованы смазки типа ЗЭС.

Применение опор с оттяжками особенно целесообразно в тех случаях, когда закрепление основания опоры затруднено (например, в болотистых грунтах). Устойчивость достигается предварительной натяжкой оттяжек. Оттяжкам задается тяжение 20-25% расчётного. В процессе эксплуатации тяжение проверяется.

Подъем на железобетонные опоры производится при помощи телескопических вышек или с применением специальных приспособлений (лестниц, лазов, когтей).

14 лекция. Ремонт проводов, грозозащитных тросов и контактных соединений

Содержание лекции: ремонт проводов, грозотросов и контактных соединений.

Цель лекции: изучение проведения ремонтов проводов и проведения аварийно-восстановительных работ на ВЛ.

14.1 Ремонт проводов

Для соединения проводов и грозозащитных тросов должны применяться соединительные зажимы заводского изготовления. Запрещается применять соединительные зажимы из материала, отличающегося от того, из которого изготовлены провода (тросы).

Для соединения проводов из разных материалов (меди и алюминия и т.п.) следует применять прессуемые переходные соединительные зажимы или сварку. Болтовые переходные контактные зажимы разрешается устанавливать лишь временно с последующей их заменой.

При обрыве двух-трёх проволок провода или грозозащитного троса в поддерживающем зажиме концы этих проволок следует вырезать на длине 1 м (по 0,5 м в обе стороны от зажима). В освободившиеся от проволок места необходимо вложить отрезки проволок длиной 1 м и затем закрепить их по концам двумя проволочными бандажами.

При массовых повреждениях провода или грозозащитного троса в местах крепления их в поддерживающих зажимах от вибрации или коррозии рекомендуется производить перемонтаж (сдвиг) провода или троса во всем анкерном пролёте так, чтобы повреждённые места вышли из поддерживающих зажимов.

Если стрелы провеса проводов или грозозащитных тросов отличаются от допустимых, должна быть произведена перетяжка проводов (тросов).

В случае необходимости перемонтажа проводов или грозозащитных тросов в анкерном пролёте (для увеличения или уменьшения стрел провеса), следует произвести соответственно вставку или вырезку отрезка провода (троса), длина которого определяется по формуле:

$$a = \frac{8n}{3l} (f_{\text{тр}}^2 - f)^2, \quad (14.1)$$

где a – длина вставки или вырезки, м;

n – количество промежуточных пролётов в данном анкерном пролёте;

l – длина приведенного пролёта, м;

$f_{\text{тр}}$ – требуемая стрела провеса, м;

f – фактическая стрела провеса, м.

Если длина вставки или вырезки оказывается незначительной, то регулирование стрел провеса следует производить, не нарушая целости провода, изменением длины натяжных подвесок.

Перемонтаж проводов сечением 120 мм² и более необходимо производить с перекладкой проводов на промежуточных опорах в монтажные ролики.

Для продления срока службы и во избежание ржавления грозозащитных стальных тросов рекомендуется производить периодически их смазку с помощью специальных устройств. В качестве антикоррозийных покрытий могут быть использованы смазки ЗЭС. Смазку следует производить до появления коррозии тросов.

14.2 Ремонт изолирующих подвесок, арматуры, чистка (обмыв) изоляции

Неисправные элементы изолирующих подвесок, арматуры или установленные с отклонением от проекта (например, изоляторы и арматура не соответствует проекту, гасители вибрации и дистанционные распорки смещены от своего проектного положения, изолирующие подвески отклонены от проектного положения на расстояния, превышающие допустимые) должны быть заменены новыми, соответствующими проекту, и установлены согласно ему.

В тех случаях, когда на проводах и грозозащитных тросах ВЛ с подвесными изоляторами отсутствуют гасители вибрации, предусмотренные ПУЭ, они должны быть установлены в соответствии с этими Правилами до появления видимых следов вибрации.

При интенсивном загрязнении изоляторов изолирующих подвесок (солевыми отложениями, уносами промышленных предприятий) рекомендуется производить их периодическую чистку.

Чистка изоляторов может производиться: вручную при снятом напряжении или путем обмыва изоляторов непрерывной струей воды под напряжением, или при снятии напряжения с ВЛ. Чистку изоляторов вручную следует производить сухой ветошью, а затвердевшие загрязнения чистят тряпками, смоченными в зависимости от состава загрязнителя водой или растворителем (бензином, бензолом и пр.). В последнем случае требуется повторная протирка изоляторов сухой чистой ветошью.

Обмыв изоляторов может производиться непрерывной струей воды высокого - более 1 МПа (10 кгс/см²) и низкого – менее 1 МПа давления при скорости ветра не более 10 м/с, отсутствии грозы и признаков ее приближения.

При наличии на поверхности изоляторов особо стойких загрязнений (например, цементных отложений), очистка которых представляет значительные трудности и требует длительных отключений ВЛ, следует заменить загрязнённые изоляторы новыми.

14.3 Аварийно- восстановительные работы на ВЛ

Аварийно-восстановительные работы на ВЛ должны производиться в неплановом порядке. Объём работ по ликвидации аварийных повреждений следует определять на основе данных о характере и объёме повреждений, местах повреждений. На предприятиях электрических сетей должны быть разработаны организационно-технические мероприятия по сокращению продолжительности аварийных простоев ВЛ и быстрейшему вводу их в работу, в частности, должно быть проведено обучение персонала методам и технологии производства восстановительных работ (противоаварийные тренировки), подготовлены материалы и оборудование, транспортные средства, намечены маршруты скорейшей доставки бригад к месту работ, отлажена четкая связь между диспетчером и руководителями работ, производителями работ и бригадами.

Для сокращения продолжительности обесточения ВЛ и аварийного недоотпуска электроэнергии потребителям рекомендуется:

- переходить на работу ВЛ 110-220 кВ двумя фазами с отключением поврежденной фазы (неполнофазный режим работы ВЛ);
- производить пофазный ремонт ВЛ 35-220 кВ, т.е. выполнять работы на отключенной фазе при передаче мощности по двум другим фазам.

Неполнофазный режим и пофазный ремонт должны выполняться согласно требованиям специальных инструкций.

Для перевода ВЛ на работу двумя фазами должно быть обеспечено пофазное управление выключателем или разъединителем на питающей стороне и разъединителем на приёмной стороне. Отключение поврежденной фазы разъединителем с приёмной стороны следует осуществлять на полностью отключенной ВЛ.

Если ВЛ осталась отключенной вследствие однофазного замыкания на землю, перевод ВЛ на работу двумя фазами в зависимости от местных условий может быть произведён немедленно после установления вида замыкания или после проверки линии с помощью приборов для определения места повреждения.

Предельная мощность, которая может быть передана по двум фазам ВЛ, должна быть определена расчётом и испытанием по условиям асимметрии токов в генераторах, влияния на линии связи, автоблокировки и пр.

15 лекция. Повреждение кабельных линий и их ремонт

Содержание лекции: повреждение кабельных линий и их ремонт.

Цель лекции: знакомство с основными повреждениями кабельных линий и устранением их последствий.

Бесперебойность электроснабжения объектов различного назначения невозможна без обеспечения надёжности и долговечности кабельных линий, которые в значительной степени зависят от правильной организации производства

работ по изготовлению кабелей, их прокладке и соединению, а также эксплуатации.

В соответствии с ПУЭ и Методическими указаниями по разборке, осмотру и измерению элементов образцов кабелей с бумажной изоляцией на напряжение 1—35 кВ (МУ 34-70-034—83) необходимо устанавливать причину отказа кабельной линии, который может произойти в процессе эксплуатации или при испытаниях. С этой целью место повреждения кабеля вырезается, и поврежденный образец разбирается и исследуется в стационарных условиях.

Установление причин повреждения позволяет разработать необходимые мероприятия по повышению эксплуатационной надежности кабельных линий. Ниже рассмотрены основные причины повреждений кабелей и кабельной арматуры.

Повреждения кабеля могут быть вызваны его заводскими дефектами, к которым относятся: складки на бумажных лентах, поперечные и продольные порезы и разрывы, зазоры между бумажными лентами в результате их совпадения, дефекты жил, свинцовых оболочек и др. Некоторые заводские дефекты изоляции кабеля остаются невыявленными при испытаниях повышенным напряжением постоянного тока и приводят к аварийному пробоему кабеля в процессе работы.

Повреждения кабеля в процессе эксплуатации могут быть вызваны следующими причинами: осушение изоляции из-за перемещения (миграции) или стекания пропиточного состава; электрическое старение изоляции; высыхание изоляции кабелей, работавших в тяжёлых тепловых режимах, частично связанное с разложением (кристаллизацией) пропиточного состава и т. д.

Выход из строя кабельных линий происходит также из-за механических повреждений кабелей при прокладке и перекладке их в процессе эксплуатации (надломы, вмятины, задиры), коррозии металлической оболочки, которая возникает главным образом на старых кабелях. При эксплуатации возможны повреждения алюминиевой оболочки кабеля ААШв из-за разрыва ПВХ шланга в процессе монтажа.

Повреждения соединительных и концевых муфт происходят главным образом из-за несоблюдения технологии их монтажа, применения некондиционных комплектующих материалов и материалов с просроченным сроком годности, а также муфт, не соответствующих сечению и напряжению кабелей. Значительное количество перечисленных повреждений происходит из-за низкого качества соединений и оконцеваний жил кабелей (наличие глубоких пор, острых кромок и заусенцев, неудаленной литниковой прибыли, выгоревших или выкушенных проволок жилы и др.).

Свинцовые соединительные муфты повреждаются из-за неудовлетворительной припайки свинцового корпуса к оболочке кабеля, образования пустот при восстановлении изоляции роликами и рулонами, недоливки кабельного состава, отсутствия контроля за температурой заливочных и прошпарочных составов, кристаллизации заливочного состава в процессе эксплуатации и др.

Повреждения эпоксидных соединительных муфт связаны с асимметрией жил внутри эпоксидного корпуса, наличием пор и свищей, отсутствием необходимой герметизации и др.

Значительное количество повреждений концевых муфт и заделок внутренней установки происходит по причине нарушения области их применения (установка в сырых и особо сырых помещениях заделок, не предназначенных для этих сред). Повреждения эпоксидных заделок происходят из-за неудовлетворительных обезжириваний, обработки концов наиритовых трубок, герметизации жил, а также из-за растрескивания трубок, изгибания жил с недопустимым радиусом изгиба и др.

На примере анализа повреждений кабельных линий 6 кВ за один год в городской кабельной сети установлено, что они происходят в результате пробоя непосредственно в кабеле — 72 %, в соединительных муфтах — 20 % и в концевых муфтах — 8 %.

Основные причины пробоев кабелей (жил) следующие: предшествующие механические повреждения (43%); прямые механические повреждения (16,4%); коррозия металлических оболочек (7,2 %); осадка грунта (8,3 %); дефекты прокладки (3,4 %); дефекты изготовления кабеля (4,9%); старение изоляции (0,8%); прочие и неустановленные причины (16%). Как видно, около 60 % всех пробоев происходят из-за механических повреждений кабельных линий. Механические повреждения делятся на прямые, которые приводят к одновременному отказу кабельных линий, и предшествующие, при которых развитие дефекта кабеля до пробоя происходит в течение времени и которые выявляются при испытаниях, а также могут вызывать отказы линий в рабочем режиме. По числу механических повреждений можно оценить качество работы персонала при прокладке линий и по надзору за трассами действующих линий.

Ремонтные работы на кабельных линиях осуществляют по плану, разработанному на основании данных осмотра и испытаний, а также анализа общего состояния линии. Неисправности в кабельных линиях или на их трассах, представляющие угрозу безаварийной работе, устраняют незамедлительно, а неисправности, не вызывающие прямой угрозы надёжности работы линии,— в плановом порядке.

Раскопку кабельных трасс производят только с разрешения эксплуатирующей организации. При этом обеспечивают надзор за сохранностью кабелей на весь период производства работ, а вскрытые кабели укрепляют для предупреждения провисания и защиты от механических повреждений. На месте работ устанавливают сигнальные огни и предупредительные плакаты. Производителю работ выдают данные о местонахождении кабелей и объясняют порядок обращения с ними. Производитель работ подтверждает получение задания и расписывается в журнале. Особое внимание обращается на раскопки, производимые механизированным способом. Подлежащую ремонту кабельную линию отключают и заземляют.

Кабель на выведенной в ремонт линии вскрывают только после сверки фактических данных кабельной линии с планами трассы. Если на трассе проло-

жено несколько кабельных линий, производят дополнительную их проверку индукционным методом.

Технология ремонта кабеля и муфт в зависимости от его вида и объема достаточно разнообразна. Универсальным вариантом ремонта кабельной линии является замена кабеля на участке трассы с ее разрытием, прокладкой кабельной вставки и изготовлением муфт. Разомкнутая в связи с вырезкой места повреждения кабельная линия остается присоединённой к шинам РУ электроустановок и поэтому имеет фиксированное положение в зависимости от того, к какой шине (по цвету) она присоединена.

Концы разомкнутой линии замыкают кабельной вставкой в месте повреждения таким образом, чтобы при этом было обеспечено правильное (фазное) соединение одноимённых шин между собой.

При ремонте необходимо добиваться фазности соединения. Для этого на месте ремонта предварительно проверяют и устанавливают наименования фаз с последующей подгонкой жил. Если кабельная вставка и ремонтируемый кабель имеют расцветенные (маркируемые) фазы и повреждение произошло в целом месте кабеля, фазы соединяют по расцветке (маркировке) изоляции жил без проверки одноименности фаз. В противном случае такую проверку осуществляют мегаомметром и фазировочным приспособлением, позволяющим сразу проверить соответствие всех трех жил кабеля. Из-за большой разницы в угловых смещениях жил примерно в $\frac{1}{3}$ случаев не удастся осуществить фазное соединение этим способом и ремонтный персонал вынужден произвольно соединять жилы, т. е. добиваться фазности соединения переделкой концевых муфт.

Ремонт разрушенного бронированного покрова производят в такой последовательности: снимают поврежденную часть, после чего обрез брони спаивают с металлической оболочкой кабеля. Металлическую оболочку, не защищенную броней, покрывают антикоррозионным составом или выполняют подмотку пластмассовыми лентами.

Характер ремонта металлической оболочки кабеля зависит от того, проникла ли влага внутрь него или нет. Для этого удаляют часть оболочки с обеих сторон от места ее повреждения и проверяют верхний слой поясной изоляции на наличие влаги. Если влаги внутри кабеля нет, на поврежденную часть оболочки накладывают свинцовую трубу (муфту) соответствующего размера с двумя заливочными отверстиями. Трубу составляют из двух половин рольного свинца длиной на 70—80 мм больше оголённой части кабеля.

Муфту заполняют кабельным составом МП-1. Если внутри кабеля есть влага, поврежденный участок вырезают и вместо него вставляют отрезок кабеля, соответствующий по марке, сечению и длине ремонтируемому. С обеих сторон кабельной вставки монтируют соединительные муфты. В некоторых случаях, используя оставленный при прокладке кабеля запас по длине, обходятся установкой одной соединительной муфты.

При незначительных повреждениях изоляции и оболочки кабеля, которые возникают при пробое изоляции с одной жилы на оболочку во время испытания кабеля повышенным напряжением постоянного тока, ремонт кабеля также осу-

ществляют без разрезания токопроводящих жил. При наличии достаточной слабины жилы разводят, в поврежденном месте снимают заводскую изоляцию и восстанавливают ее бумажными роликами. В этом случае применяют свинцовую муфту также из двух продольных половин.

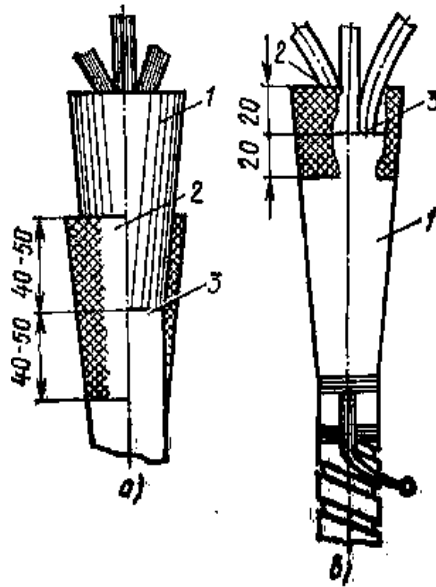
Поврежденный защитный шланг кабеля ААШв ремонтируют в струе горячего воздуха сварочным пистолетом ПС-1 с электрическим подогревом или газоздушным пистолетом при 170—200°С. В качестве присадки применяют ПВХ пруток диаметром 4—6 мм. Места, подлежащие ремонту, очищают и обезжиривают бензином, а посторонние включения, выступающие края и задиры в местах повреждения вырезают. При ремонте проколов, небольших отверстий и раковин к месту повреждения приваривают присадочный пруток и после охлаждения обрезают его конец.

При ремонте щелей, прорезей и вырезов пруток приваривают к шлангу на расстоянии 1—2 мм от места повреждения, а затем укладывают его вдоль щели или прорези, заканчивая приварку прутка в целом месте. После охлаждения срезают выступающие части прутка и выравнивают сварной шов. При значительных поверхностных повреждениях шланг ремонтируют, применяя ПВХ заплаты или разрезные манжеты. К шлангу по всему периметру приваривают заплату, а затем вдоль образовавшегося шва — присадочный пруток. Манжету из ПВХ трубки разрезают и надевают на поврежденное место шланга. После этого заваривают пруток вокруг торца манжеты и вдоль ее разреза.

Отремонтировать поврежденный шланг можно также с использованием эпоксидного компаунда. Для этого поврежденное место очищают от загрязнений и наплывов битумного состава, после чего протирают ветошью, смоченной бензином. Если в шланге имеются посторонние включения, их удаляют кабельным ножом. Выступающие края отверстий и разрывов шланга срезают.

Поверхность шланга в месте повреждения и за его краями на 3—5 см в обе стороны смазывают эпоксидным компаундом. По слою эпоксидного компаунда накладывают три-четыре слоя стеклоленты. Каждый из них промазывают эпоксидным компаундом.

Как правило, вышедшие из строя заделки вырезают и монтируют новые. Если длина кабеля имеет достаточный запас, ремонт ограничивается монтажом только концевой заделки. В противном случае кабель наращивают и дополнительно монтируют соединительную муфту. Течь пропиточного состава из концевой эпоксидной заделки возможна в месте окончания корпуса, а также в месте выхода жил из корпуса заделки.



1 – корпус заделки, 2 – ремонтная форма, 3 – место течи.

Рисунок 15.1 - Установка ремонтной формы для устранения течи пропитывающего состава в местах ввода кабеля в корпус заделки (а) и вывода жил из корпуса (б)

Дефекты, связанные с нарушением герметичности заделки, могут возникнуть из-за плохой обработки поверхности найритовых трубок, несоблюдения размеров, указаний по обезжириванию и др. Течь пропиточного состава в местах окончания корпуса заделки и выхода жил из корпуса устраняют с помощью установки ремонтной формы и заливки ее эпоксидным компаундом (рисунок 17.1). Коронирование по поверхности найритовых трубок устраняют подмоткой по трубкам липкой ПВХ ленты в два слоя с 50 %-ным перекрытием.

Список литературы

1. Акимова И.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования.- М.: Академия, 2008.
2. Куценко Г.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок: практическое пособие. – Мн.: Дизайн ПРО, 2006.
3. Субикин Ю. Д. Технология электромонтажных работ: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2002.
4. Справочник по ремонту и наладке электрооборудования /Под общ. ред. В.С. Вьюнова, 2002.
5. Доценко В.А., Сивков А.А., Герасимов Д.Ю. Монтаж, ремонт и эксплуатация электрических распределительных сетей в системах электроснабжения промышленных предприятий: Учебное пособие.- Томск: Изд. ТПУ, 2007.
6. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007.
7. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4-750 кВ /Под ред. Гологорского Е.Г.- М.: Из-во НИЦ ЭНАС, 2008.
8. Макаров Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования и сетей.- М.: Академия: ИРПО, 2003.
9. Соколов С.Е., Сажин В.Н. Эксплуатация и ремонт воздушных и кабельных линий: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2005.
10. Соколов С.Е., Сажин В.Н., Генбач Н.А. Электрические сети и системы: Учебное пособие. – АУЭС, 2010.

Содержание

Введение	3
1 лекция. Общие вопросы монтажа электрооборудования	4
2 лекция. Строительные работы при сооружении воздушных линий электропередачи	8
3 лекция. Сооружение фундаментов под опоры	12
4 лекция. Сборка и установка опор	16
5 лекция. Монтаж проводов и грозозащитных тросов	21
6 лекция. Соединение проводов	24
7 лекция. Натяжка проводов и визирование стрел провеса	29
8 лекция. Монтажные работы на отвизированных проводах	34
9 лекция. Монтаж заземляющих устройств	37
10 лекция. Кабельные подземные сооружения	41
11 лекция. Прокладка кабелей в блоках, трубах и по конструкциям	44
12 лекция. Соединение и оконцевание кабелей	48
13 лекция. Повреждение опор ВЛ и их ремонт	52
14 лекция. Ремонт проводов, грозозащитных тросов и контактных соединений	55
15 лекция. Повреждения кабельных линий и их ремонт	57
Список литературы	62

Владимир Николаевич Сажин

МОНТАЖ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Конспект лекций
для студентов специальности 5В071800 - Электроэнергетика

Редактор Н.М. Голева
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать
Тираж 150 экз.
Объем 3.9 уч. изд. л.

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ № Цена 390 тенге

Копировально-множительное бюро
Некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126