

Мухортова Е.И., Валишин Д.Е.

Электронное учебное пособие

**«Монтаж воздушных линий электропередачи
напряжением 0,4 кВ самонесущими изолированными
проводами»**

по дисциплине

Б3.В.8 «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации»

Направление 110800 Агроинженерия
Профиль подготовки Электрооборудование и электротехнологии
Квалификация выпускника Бакалавр

УФА 2013

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	6
1 БЛОК НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	6
1.1 Основные термины и определения	6
1.2 Общие нормативные требования	9
2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЛИ 0,4 кВ	12
2.1 Основные параметры ВЛИ	12
2.2 Преимущества применения СИП при монтаже ВЛ	13
3 ОСНОВНЫЕ МОНТАЖНЫЕ УЗЛЫ И БЛОКИ ВЛИ	16
3.1 Самонесущие изолированные провода	16
3.2 Опоры	23
3.3 Арматура	26
4 МОНТАЖ ВЛИ 0,4 кВ	34
4.1 Общие требования	34
4.2 Подготовительные работы	35
4.3 Монтаж СИП	35
4.4 Основные типовые решения монтажа опор ВЛИ 0,4 кВ с СИП	48
5 ЗАЗЕМЛЕНИЕ ВЛИ 0,4 кВ С САМОНЕСУЩИМИ	66
5.1 Общие нормативные требования к заземлению ВЛИ 0,4 кВ	66
5.2 Устройство заземления ВЛИ-0,38 кВ	67
5.3 Устройство повторного заземления	70
6 ПРИЕМКА ВЛИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	74

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка бакалавров и специалистов по направлению «Агроинженерия» осуществляется на основе учебных планов, в которых 50 % объема учебной нагрузки составляет самостоятельная работа студентов.

Таким образом, студенты должны самостоятельно изучить материал по основным разделам дисциплины, а преподаватель обязан проконтролировать знания, полученные при самоподготовке.

Особенностью дисциплины «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации» является большой объем. Практически каждый раздел представляет собой достаточно объемный информационный блок по каждому классу электрооборудования, включающий: изучение конструкции, принципа работы, основных электрических параметров и технологии монтажа. При этом, согласно рабочей программе, для студентов очной формы обучения на каждый раздел предусматривается только одно (редко два) лекционное занятие. Следовательно, половина изучаемого материала планируется студентам для самостоятельного изучения по рекомендуемым библиографическим источникам. А для студентов заочной формы обучения многие разделы дисциплины полностью запланированы на самостоятельное изучение.

Традиционно подготовка к зачету осуществлялась по лекционным материалам и рекомендуемым библиографическим источникам. Но большой объем этих источников при ограниченном времени подготовки к зачету усложняет работу студентов. В библиографических источниках изучаемый материал, как правило, не адаптирован к рабочей программе дисциплины и не рассматривает современные типы электрооборудования и требования к их монтажу. Студенты же при выборе библиографических источников для подготовки предпочитают электронные информационные носители.

Следовательно, возникает необходимость создания современного и эффективного инструмента, позволяющего студентам самостоятельно изучить необходимый материал, а преподавателям – объективно и в короткие сроки проконтролировать знания студентов. Таким инструментом является информационно-контролирующие модули (ИКМ) по тематике разделов дисциплин учебного плана.

Разработка информационно-контролирующего модуля «Монтаж воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 кВ самонесущими изолированными проводами» по дисциплине «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации» является темой настоящего электронного пособия.

Создание информационно-контролирующего модуля по разделу дисциплины является достаточно сложным процессом, требующим больших временных и интеллектуальных ресурсов. Поэтому для разработки таких модулей целесообразно привлечение специалистов с производства. Такими специалистами, например, могут являться студенты заочной формы обучения, которые по роду своей деятельности непосредственно связаны с монтажом и эксплуатацией определенных видов электрооборудования.

Задачи электронного пособия включают:

- 1) Формирование нормативного блока ИКМ, включающего общие нормативные требования ПУЭ и ПТБ к монтажу ВЛИ 0,4 кВ.
- 2) Создание информационного блока, содержание которого включает необходимую информацию для подготовки к зачету по указанному разделу дисциплины «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации».
- 3) Разработку банка предметных тестов для контроля знаний студентов.
- 4) Разработку блоков самоконтроля знаний для самостоятельной работы студентов для подготовки к зачету и автоматизированного контроля знаний в системе «Прометей» при приеме зачета по дисциплине «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации».
- 5) Разработку структуры ИКМ.

б) Реализацию структуры ИКМ современными и доступными программными средствами и описание программного продукта.

Разработка информационно-обучающих и информационно-контролирующих модулей по дисциплинам учебных планов подготовки бакалавров и специалистов по направлению «Агроинженерия» с размещением их на компактных носителях информации призвано решить проблему информационного и методического обеспечения, позволяет осуществлять промежуточный и итоговый контроль знаний, создает более благоприятные условия для самостоятельной работы студентов и открывает перспективы дистанционного обучения.

1 БЛОК НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Воздушная линия (ВЛ) электропередачи напряжением до 1 кВ - устройство для передачи и распределения электроэнергии по изолированным или неизолированным проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным линейной арматурой к опорам, изоляторам или кронштейнам, к стенам зданий и к инженерным сооружениям.

Воздушная линия электропередачи напряжением до 1 кВ с применением самонесущих изолированных проводов (СИП) обозначается ВЛИ.

Рассматриваемые в электронном пособии ВЛИ 0,4 кВ относятся к электроустановкам напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью.

1.1 Основные термины и определения

В нормативных документах, регламентирующих устройство и эксплуатацию ВЛИ, используются следующие основные термины и определения [13, 14]:

1.1.1 К разделу 2

Самонесущий изолированный провод - многожильный провод для воздушных линий электропередачи, содержащий изолированные жилы и несущий элемент, предназначенный для крепления или подвески провода.

Защищенный провод - провод для воздушных линий электропередачи, поверх токопроводящей жилы которого наложена экструдированная полимерная защитная изоляция, исключая короткое замыкание между проводами при схлестывании и снижающая вероятность замыкания на землю.

Нулевая несущая жила - изолированная или неизолированная токопроводящая жила из алюминиевого сплава, выполняющая функцию

несущего элемента и нулевого рабочего (N) или нулевого защитного (PE) проводника.

Основная жила - изолированная токопроводящая жила, предназначенная для выполнения основной функции провода.

Вспомогательная жила - изолированная токопроводящая жила в составе многожильного провода для подключения цепей наружного освещения или контроля.

Изоляция (рабочая изоляция) - электрическая изоляция токопроводящих жил самонесущего изолированного провода для воздушных линий электропередачи на напряжение до 0,6/1 кВ, обеспечивающая нормальную работу воздушных линий электропередачи и защиту от поражения электрическим током.

Защитная изоляция - экструдированный изоляционный слой поверх токопроводящей жилы защищенного провода для воздушных линий электропередачи на напряжение 10...35 кВ, обеспечивающий снижение вероятности короткого замыкания при случайном соприкосновении провода с заземленным элементом или при соприкосновении проводов различных фаз воздушных линий электропередачи.

Герметизированный провод - самонесущий изолированный или защищенный провод, содержащий водоблокирующий элемент или элементы, исключающие продольное распространение воды при ее попадании в местах крепления или повреждения электрической изоляции или защитной изоляции.

Старение - процесс накопления необратимых изменений в изоляции провода в результате воздействия одного или совокупности эксплуатационных факторов, приводящих к ухудшению свойств изоляции или ее отказу.

Длительно допустимая температура нагрева токопроводящей жилы – допустимая температура нагрева токопроводящей жилы провода при продолжительном режиме эксплуатации.

1.1.2 К разделу 3

Магистраль ВЛ - участок линии от питающей трансформаторной подстанции до концевой опоры.

Линейное ответвление от ВЛ - участок линии, присоединенной к магистрали ВЛ, имеющий более двух пролетов.

Ответвление от ВЛ к вводу - участок от опоры магистрали или линейного ответвления до зажима (изолятора ввода).

1.1.4 К разделу 5

Глухозаземленная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству. Глухозаземленным может быть также вывод источника однофазного переменного тока или полюс источника постоянного тока в двухпроводных сетях, а также средняя точка в трехпроводных сетях постоянного тока.

Открытая проводящая часть - доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

Косвенное прикосновение - электрический контакт людей или животных с открытыми проводящими частями, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Заземляющий проводник - проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем.

Заземлитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Сопротивление заземляющего устройства - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством, выполняемое в целях электробезопасности.

1.2 Общие нормативные требования

При разработке типового проекта ВЛИ в обязательном порядке учитываются требования нормативных документов: ПУ ВЛИ до 1 кВ [13], ПУЭ [14], СНиП.

Нормативные требования ПУЭ [14] к устройству ВЛИ аналогичны требованиям к устройству ВЛ напряжением до 1 кВ. Поэтому ниже приведены нормативные требования, относящиеся только к ВЛИ либо отличающиеся от требований к ВЛ до 1 кВ:

1) На ВЛ должны, как правило, применяться самонесущие изолированные провода (СИП).

СИП должен относиться к категории защищенных, иметь изоляцию из трудносгораемого светостабилизированного синтетического материала, стойкого к ультрафиолетовому излучению и воздействию озона.

2) При прохождении ВЛИ по лесным массивам и зеленым насаждениям вырубка просек не требуется. При этом расстояние от проводов до деревьев и кустов при наибольшей стреле провеса СИП и наибольшем их отклонении должно быть не менее 0,3 м.

Расстояние от изолированных проводов до зеленых насаждений должно быть не менее 0,5 м.

3) По условиям механической прочности на магистралях ВЛИ, на линейном ответвлении от ВЛИ и на ответвлениях к вводам следует применять провода с минимальными сечениями, указанными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Минимально допустимые сечения изолированных проводов

Нормативная толщина стенки гололеда $b_э$, мм	Сечение несущей жилы, мм ² , на магистрали ВЛИ, на линейном ответвлении от ВЛИ	Сечение жилы на ответвлениях от ВЛИ и от ВЛ к вводам, мм ²
10	35 (25)*	16
15 и более	50 (25)*	16

* В скобках дано сечение жилы самонесущих изолированных проводов, скрученных в жгут, без несущего провода.

4) Все виды механических нагрузок и воздействий на СИП с несущей жилой должна воспринимать эта жила, а на СИП без несущего провода - должны воспринимать все жилы скрученного жгута.

5) Самонесущий изолированный провод крепится к опорам без применения изоляторов.

6) Крепление, соединение СИП и присоединение к СИП следует производить следующим образом:

- крепление провода магистрали ВЛИ на промежуточных и угловых промежуточных опорах - с помощью поддерживающих зажимов;

- крепление провода магистрали ВЛИ на опорах анкерного типа, а также концевое крепление проводов ответвления на опоре ВЛИ и на вводе - с помощью натяжных зажимов;

- соединение провода ВЛИ в пролете - с помощью специальных соединительных зажимов; в петлях опор анкерного типа допускается соединение неизолированного несущего провода с помощью плашечного зажима. Соединительные зажимы, предназначенные для соединения несущего провода в пролете, должны иметь механическую прочность не менее 90 % разрывного усилия провода;

- соединение фазных проводов магистрали ВЛИ - с помощью соединительных зажимов, имеющих изолирующее покрытие или защитную изолирующую оболочку;

- соединение проводов в пролете ответвления к вводу не допускается;

- соединение заземляющих проводников - с помощью плашечных зажимов;

- ответвительные зажимы следует применять в случаях: ответвления от фазных жил (за исключением СИП со всеми несущими проводниками жгута), ответвления от несущей жилы;

- крепление поддерживающих и натяжных зажимов к опорам ВЛИ, стенам зданий и сооружениям следует выполнять с помощью крюков и кронштейнов.

7) Расчетные усилия в поддерживающих и натяжных зажимах, узлах крепления и кронштейнах в нормальном режиме не должны превышать 40 % их механической разрушающей нагрузки.

8) На опорах допускается любое расположение изолированных и неизолированных проводов ВЛ независимо от района климатических условий. Изолированные провода наружного освещения, прокладываемые на опорах ВЛИ, могут размещаться выше или ниже СИП, а также быть скрученными в жгут СИП. Неизолированные и изолированные провода наружного освещения, прокладываемые на опорах ВЛ, должны располагаться, как правило, над *PEN* (*PE*) проводником ВЛ.

9) При совместной подвеске на общих опорах ВЛИ и ВЛ до 1 кВ расстояние по вертикали между ними на опоре и в пролете при температуре окружающего воздуха плюс 15 °С без ветра должно быть не менее 0,4 м.

10) При совместной подвеске на общих опорах двух или более ВЛИ расстояние между жгутами СИП должно быть не менее 0,3 м.

11) Расстояние по вертикали от проводов ВЛИ до поверхности земли в населенной и ненаселенной местности до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 5 м. Оно может быть уменьшено в труднодоступной местности до 2,5 м и в недоступной (склоны гор, скалы, утесы) - до 1 м.

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЛИ 0,4 кВ

2.1 Основные параметры ВЛИ

Воздушные линии имеют следующие основные характеристики (рисунок 2.1):

1) *За длину пролета* воздушной линии на местности принимают горизонтальное расстояние между центрами двух смежных опор.

2) *Анкерным участком* называют сумму длин пролетов между опорами анкерного типа.

3) *Стрелой провеса проводов f* при одинаковой высоте точек подвеса называют расстояние по вертикали между линией, соединяющей точки подвеса, и низшей точкой провода.

3) *За габарит линии H* принимают наименьшее расстояние по вертикали от низшей точки провода в пролете до уровня земли, воды или пересекаемых инженерных сооружений.

4) *Углом поворота трассы* называют угол между направлениями линий в смежных пролетах.

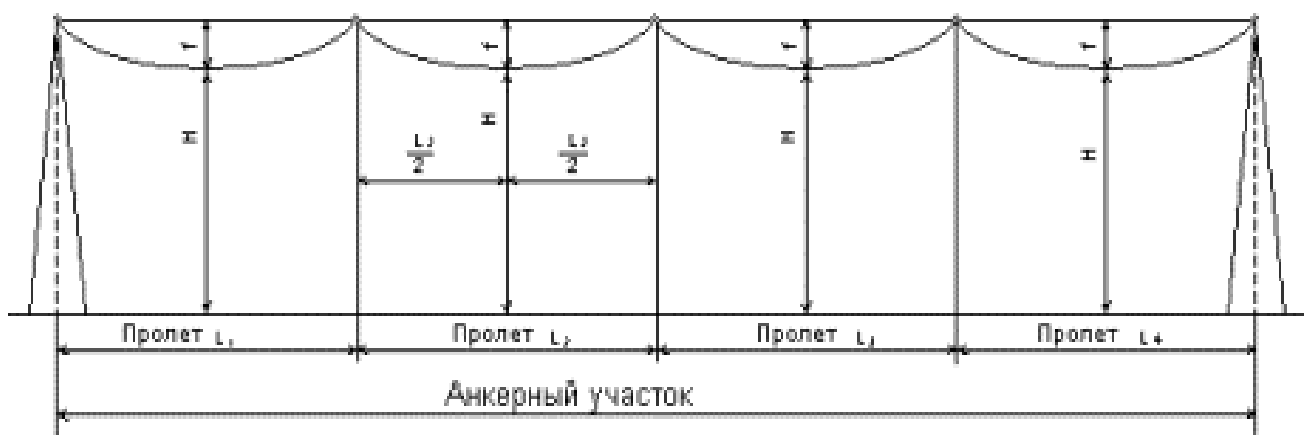


Рисунок 2.1 Основные характеристики ВЛ (ВЛИ)

Под усилием тяжения провода понимают усилие, направленное вдоль оси провода.

Промежуточные опоры устанавливают на прямых участках трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях не должны воспринимать усилий, направленных вдоль воздушной линии.

Промежуточный пролет – это расстояние по горизонтали между двумя смежными промежуточными опорами. На ВЛ до 1 кВ длина пролетов составляет от 30 до 50 м, а на ВЛ выше 1 кВ – от 100 до 250 м.

Угловые опоры устанавливают в местах изменения направления трассы воздушной линии. Эти опоры в нормальных условиях должны воспринимать тяжение проводов смежных пролетов.

Анкерные опоры устанавливают на пересечениях с различными сооружениями, а так же в местах изменения количества, марок и сечений проводов. Эти опоры должны воспринимать в нормальных режимах работы от разности тяжения проводов, направленные вдоль воздушной линии. Анкерные опоры должны иметь жесткую конструкцию.

Концевые опоры устанавливают в начале и конце воздушной линии. А также в местах кабельных вставок. Они являются опорами анкерного типа.

Ответвительные опоры устанавливают в местах ответвления от воздушной линии.

Перекрестные опоры устанавливают в местах пересечения воздушной линии в разных направлениях.

2.2 Преимущества применения СИП при монтаже ВЛ

Самонесущие изолированные провода конструктивно представляют собой скрученные в жгут изолированные провода с изоляцией из светостабилизированного полиэтилена и предназначены для прокладки на открытом воздухе.

Достоинства проводов СИП по сравнению с традиционно применяемыми неизолированными проводами марок А и АС [7, 8]:

1) Высокая надежность в обеспечении электрической энергией.

2) Резкое снижение (до 80 %) эксплуатационных затрат, вызванное высокой надёжностью и бесперебойностью энергообеспечения потребителей, а также отсутствием необходимости в широких просеках для прокладки ВЛИ в лесных массивах и расчистки просек в процесс эксплуатации линии.

3) Отсутствие или незначительное обрастание гололедом и мокрым снегом изолированной поверхности проводов. Это объясняется тем, что полиэтилен (ПЭ) является неполярным диэлектриком и не образует ни электрических, ни химических связей с контактирующими с ним веществом в отличие, например, от ПВХ. Именно по этой причине мокрый снег легко стекает с круглой поверхности изолированных ПЭ проводов. В проводах марки А и АС мокрый снег может удерживаться в канавках между проволоками, являясь первопричиной обрастания.

4) Уменьшение затрат на монтаж ВЛИ, связанное с вырубкой более узкой просеки в лесной местности, возможностью вести монтаж проводов по фасадам зданий в условиях городской застройки, применением более коротких опор, отсутствием изоляторов и дорогостоящих траверс (для ВЛИ-0,4 кВ).

5) Снижение энергопотерь в линии из-за уменьшения более чем в три раза реактивного сопротивления изолированных проводов по сравнению с неизолированными.

6) Простота монтажных работ, возможность подключения новых абонентов под напряжением, без отключения остальных от энергоснабжения и как следствие сокращение сроков ремонта и монтажа.

7) Значительное снижение несанкционированных подключений к линии и случаев вандализма и воровства.

8) Улучшение общей эстетики в городских условиях и значительное снижение случаев поражения электротоком при монтаже, ремонте и эксплуатации линии.

9) Возможность прокладки СИП по фасадам зданий, а также совместной подвески с проводами низкого, высокого напряжения, линиями связи, что дает существенную экономию на опорах.

Среди множества безусловных преимуществ СИП можно выделить для объективности и некоторые недостатки:

Незначительное увеличение стоимости (не более 1,2) изолированных проводов по сравнению с традиционными неизолированными проводами А и АС.

Пока ещё недостаточная готовность отечественных энергосистем к переходу на изолированные воздушные линии, связанная с отсутствием информации, нормативной документации, инструмента и подготовленного персонала.

3 ОСНОВНЫЕ МОНТАЖНЫЕ УЗЛЫ И БЛОКИ ВЛИ

3.1 Самонесущие изолированные провода

3.1.1 Структура и технические характеристики СИП

В соответствии с новыми требованиями, предъявляемыми к развитию линий электропередачи, разработан стандарт России ГОСТ Р 52373-2005 на самонесущие изолированные и защищенные провода, напряжением 0,4 и 6...35 кВ [15]. Стандартом определены основные типы, структура и конструктивное исполнение СИП для сооружения магистральных линий электропередачи:

1) СИП-1 – вокруг неизолированной несущей нулевой жилы скручены изолированные основные токопроводящие жилы. Несущая нулевая жила выполнена из алюминиевого сплава АВЕ высокой прочности. Изоляция выполнена из светостабилизированного сшитого полиэтилена.

2) СИП-2 – вокруг изолированной нулевой несущей жилы скручены изолированные основные токопроводящие жилы. Несущая нулевая жила выполнена из алюминиевого сплава АВЕ высокой прочности. Изоляция выполнена из светостабилизированного сшитого полиэтилена.

3) СИП-4 – без несущей жилы представляет собой скрученные в жгут основные токопроводящие и нулевая жилы, покрытые изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена.

ГОСТ Р 52373-2005 допускает применение СИП-4 только на вводы в здания или прокладку по фасадам зданий (сечением: 2x16, 2x25, 4x16, 4x25). На магистральном участке ВЛ 0,4 кВ необходимо использовать только СИП с изолированной (СИП-2) или с неизолированной (СИП-1) несущей нулевой жилой из алюминиевого сплава. Применение нулевой несущей жилы со стальным сердечником, также не допускается [15].

Структура и наиболее распространенные сечения СИП приведены в таблице 3.1., сравнение их технических характеристик – в таблице 3.2.

Таблица 3.1 Структура и наиболее распространенные сечения СИП


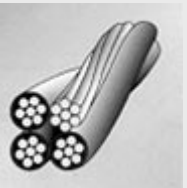

Конструкция СИП			
Структура СИП	4 изолированных алюминиевых жилы без нулевой несущей жилы из сплава (СИП-4)	3 изолированных термопластичным сшитым полиэтиленом Изолированные основные токопроводящие жилы + 1 неизолированная несущая нулевая жила из алюминиевого сплава (СИП-1)	3 изолированных термопластичным сшитым полиэтиленом изолированные основные токопроводящие жилы + 1 изолированная несущая нулевая жила из алюминиевого сплава (СИП-2)
Сечения СИП	2x16 2x25 4x16 4x25	3x50+70 3x70+95 3x95+95 3x120+95 3x150+95	3x50+54,6 3x70+54,6 3x95+70 3x120+70 3x150+95

Таблица 3.2 Сравнение технических характеристик СИП

Параметры	Типы СИП		
	СИП-4	СИП-1	СИП-2
1	2	3	4
Распределение механических нагрузок между нулевой и токопроводящими жилами	Не симметричное распределение нагрузок между нулевой и токопроводящими жилами. Высокая механическая нагрузка на изоляцию всех жил.	Отсутствует механическая нагрузка на токопроводящие жилы	Отсутствует механическая нагрузка на токопроводящие жилы
Ток короткого замыкания (односекундный), кА, для СИП 70мм ²	3,8	5,9	4,5
Длительно допустимая	80	70/90	90

температура нагрева, °С для СИП 70мм ²			
Максимально допустимая температура нагрева при к.з. °С	130	135 (160)/250	250
Риск короткого замыкания между нулевой и токопроводящими жилами	Малый	Средний	Малый
Устойчивость к атмосферным перенапряжениям	Высокая	Средняя	Высокая
Трудоемкость выполнения ответвлений	Средняя	Малая	Малая
Возможность прокладки по стенам зданий	Есть	Нет	Есть
Антикоррозионные свойства	Высокие	Средние	Высокие
Возможность соединения СИП в пролете	Нет, соединение СИП осуществляется в шлейфах на опорах.	Есть, надежное герметичное соединение выполняется при помощи соединительных зажимов типа МЖРТ.	Есть, надежное герметичное соединение выполняется при помощи соединительных зажимов типа МЖРТ.
Стоимость линейной арматуры выполненной по Европейскому стандарту CENELEC	Стоимость выше на 30-40% по сравнению с арматурой для СИП-1 и СИП-2. Также требуется больше арматуры из-за невозможности Соединения СИП-4 в пролете.	Стоимость ниже чем для СИП-4, но немного выше, чем для СИП-2.	Стоимость ниже, чем для СИП-4 и СИП-1. Арматура для СИП-2 Наиболее технологичная и не требует применения специального инструмента для монтажа.
Трудоемкость монтажа	Сложнее, чем для СИП-1 и СИП-2. Труднее определить нулевую жилу. Требуется	Легко и просто монтировать, так как вся анкерная и подвесная арматура крепит одну несущую	Легко и просто монтировать, так как вся анкерная и подвесная арматура

	динамометрический ключ	жилу. Требуется динамометрический ключ.	крепит одну несущую жилу.
--	------------------------	---	---------------------------

3.1.2 Конструктивное исполнение СИП-2

СИП–2 состоит из изолированной несущей нулевой жилы, вокруг которой скручены три основные токопроводящие жилы и при необходимости, вспомогательные токопроводящие жилы, а также контрольные провода.

Изолирующая оболочка жил устойчива к воздействиям окружающей среды и выполнена из сшитого полиэтилена (СПЭ) и содержащего в своей структуре газовую сажу для обеспечения длительного срока эксплуатации.

Токопроводящие жилы СИП–2 выполнены из алюминия прошедшего специальную обработку, а нулевая несущая жила — из алюминиевого сплава.

Маркировка проводов СИП–2 выполняется путем нанесения на изоляцию жил по всей длине соответствующих знаков.

СИП–2 характеризуется следующими основными свойствами:

- стойкость к ультрафиолетовому излучению, воздействию озона и влаги;
- устойчивость к воздействию внешних атмосферных условий (образованию гололеда, различным осадкам, атмосферному электричеству и т.п.);
- сохранение механической прочности и электрических параметров в температурном интервале $-60...+85^{\circ}\text{C}$.
- разрушающее механическое напряжение алюминиевой токопроводящей жилы составляет 120 Н/мм^2 , а несущей нулевой жилы, выполненной из термоупрочненного сплава АВЕ – 295 Н/мм^2 .

Магистральные СИП состоят из четырех скрученных при изготовлении изолированных жил, трех токопроводящих и одной несущей. Скрутка жил имеет правое направление. Нередко в жгут добавляется одна, две или три вспомогательных токопроводящих жилы (сечением: 16, 25 или 35 мм^2) для цепей наружного освещения.

Несущая нулевая жила — круглая, многопроволочная, уплотненная, скрученная из проволок алюминиевого сплава АВЕ, сечением 25, 35, 50, 54.6, 70, 95мм²; изоляция — светостабилизированный сшитый полиэтилен черного цвета.

Основные конструктивные параметры нулевой несущей жилы и токопроводящих жил различных сечений и представлены в таблицах 3.3 и 3.4 [15]

Таблица 3.3 Основные параметры нулевой несущей жилы

Сечение жилы, мм ²	Номинальный диаметр неизолированной жилы, мм	Номинальный диаметр жилы по изоляции, мм	Прочность при растяжении жилы кН, не менее	Электрическое сопротивление жилы, Ом/км
25	5,9	8,5	7,4	1,380
35	6,9	9,5	10,3	0,986
50	8,1	11,1	14,2	0,720
54,6	9,4	12,6	16,6	0,630
70	9,7	12,7	20,6	0,493
95	11,4	14,8	27,9	0,363

Таблица 3.4 Основные параметры токопроводящих жил различных сечений

Сечение жилы, мм ²	Номинальный диаметр неизолированной токопроводящей жилы, мм	Номинальный диаметр токопроводящей жилы по изоляции, мм	Электрическое сопротивление жилы, Ом/км
16	4,9	7,45	1,910
25	5,9	8,5	1,200
35	6,9	9,5	0,868
50	8,1	11,1	0,641
70	9,7	12,7	0,443
95	11,4	14,8	0,320
120	12,8	16,2	0,253
150*	14,2	17,8	0,206

3.1.3 Конструктивное исполнение СИП-4

СИП–4 используют для ответвления от магистрали к вводам.

Конструктивно состоят из 2-х или 4-х скрученных при изготовлении изолированных алюминиевых токопроводящих жил сечением 16 или 25 мм². Ответвительные провода не содержат отдельной несущей жилы. Они могут использоваться на коротких участках в качестве магистрали для освещения общественных мест.

Токопроводящая жила — алюминиевая, круглая, многопроволочная уплотненная; изоляция — светостабилизированный сшитый полиэтилен черного цвета; маркировка — цифры или цветные полосы или продольно выпрессованные риски.

Конструктивные и электрические параметры СИП–4 для ответвления от магистрали к вводам представлены в таблице 3.5 [15].

Таблица 3.5 Конструктивные и электрические параметры СИП–4

Площадь сечения жилы, мм ²	Диаметр, мм			Масса жгута, кг/км	Линейное сопротивление при 20°C, Ом/км	Сила тока при 20°C, А	Падение напряжения, В/км	Прочность жилы на разрыв, кН	
	жилы	Жилы с изоляцией							жгута
		мин	макс						
2x16	4,9	7,2	7,7	14,0	137	1,91	93	3,98	1,90
2x25	5,9	8,5	3,9	17,2	210	1,20	122	2,54	3,00
4x16	4,9	7,2	7,7	17,8	274	1,91	83	3,28	1,90
4x25	5,9	8,5	8,9	20,2	420	1,20	111	2,18	3,00

3.1.4 Надежность конструкции СИП

Для эксплуатирующей организации очень важно сохранение магистральной линии, т.е. СИП, опор, арматуры. При значительной механической перегрузке ВЛИ в первую очередь должны разрушаться отдельные элементы в анкерной и подвесной арматуре, защищая от разрушения провода и опоры. Проще заменить отдельные элементы в арматуре, чем восстановить СИП и опоры.

Многообразие конструкций СИП приводит к увеличению перечня необходимого инструмента, анкерной и подвесной арматуры, что усложняет проектирование, строительство и эксплуатацию электрических сетей.

Конструкция СИП–2 надежнее в эксплуатации, чем СИП-1 и СИП-4, так как всю механическую нагрузку несет на себе изолированная несущая нулевая жила из сплава АВЕ высокой прочности, алюминиевые токопроводящие жилы не подвергаются механическим нагрузкам.

3.1.5 Отличия в монтаже разных конструкций СИП

Монтаж различных конструкций СИП отличается в части выбора анкерных и поддерживающих зажимов, т.е. тех изделий, которые несут на себе механическую нагрузку.

Ниже приведены особенности монтажа различных типов СИП [7]:

1) СИП–4 – невозможность соединения СИП–4 в пролетах. Соединение осуществляется в шлейфах на опорах, после чего остаются лишние куски СИП, которым в дальнейшем трудно найти применение.

Сложность разведения жил в напряженном состоянии. Усложняет монтаж анкерных, ответвительных и соединительных зажимов. Максимальные пролеты для сечений 2x16, 4x16, 2x25 4x25 до 40 м, что накладывает ограничение на их использование.

Возникают сложности в определении нулевой несущей и токопроводящих жил, т.к. все жилы имеют одинаковые сечения и выполнены из алюминия.

В арматуре для СИП–4 не предусмотрены элементы, которые служат для механической защиты магистральной линии от обрывов.

Для монтажа анкерной и подвесной арматуры требуется динамометрический ключ и специальный монтажный зажим для натяжения СИП.

Поскольку распределение электрических нагрузок на жилы не симметрично и меняется во времени, одна жила нагревается больше, чем другая, большая механическая нагрузка переходит на менее нагретую жилу, что может привести к вытягиванию жилы.

2) СИП–2 – монтаж провода СИП с изолированной несущей нулевой жилой значительно проще, чем СИП–4, так как вся анкерная и подвесная арматура крепит одну несущую жилу. Легко определяется нулевая жила. Не требуется применение динамометрического ключа.

3) СИП–1 – так как на нулевой жиле возможно возникновение потенциала, монтаж по фасадам зданий СИП с неизолированной нулевой жилой не допускается.

3.1.5 Область применения СИП

СИП предназначены для сооружения ВЛИ до 1 кВ с подвеской проводов на опорах ВЛ, фасадах зданий и сооружениях.

СИП рекомендуются к использованию во всех климатических районах по ветровой и гололедной нагрузке при температуре окружающей среды в диапазоне температур окружающего воздуха $-60...+60^{\circ}\text{C}$.

СИП используются также при сооружении ВЛ с совместной подвеской проводов ВЛ 6...20 кВ, освещения и линий проводной связи.

3.2 Опоры

Тип опор ВЛИ, их назначение, область применения, а также предъявляемые к ним требования аналогичны требованиям, предъявляемым к опорам ВЛ 0,38 кВ и должны соответствовать ПУЭ [14].

Номенклатура опор ВЛИ должна допускать: подъем на опору электромонтера при помощи специальных инвентарных приспособлений; установку светильников уличного освещения; подвеску проводов сети проводного вещания (ПВ); устройство одно- и трехфазных ответвлений к вводам в здания; подвеску двух цепей ВЛИ как с подвеской проводов ПВ, так и без них.

Опоры для воздушных линий изготавливают из дерева и железобетона.

Деревянные опоры просты в изготовлении, дешевы, но недолговечны. Железобетонные опоры дороже, но прочнее.

Деревянные опоры изготавливают из бревен сосны, лиственницы, пихты или ели, пропитанных антисептиком, предохраняющим дерево от загнивания. Деревянные опоры из сосны и лиственницы заводской пропитки антисептиком (креозотовым маслом) служат до 25...30 лет.

Положительными качествами железобетонных опор являются: прочность долговечность (срок службы более 50 лет), стойкость против коррозии, простота в эксплуатации, так как в отличие от металлических они не требуют периодического возобновления пропитки, меньший расход металла и несколько меньшая стоимость по сравнению металлическими опорами.

По виду применяемой стальной арматуры железобетонные опоры могут быть с ненапряженной, с напряженной и частично напряженной арматурой. Наиболее экономичными, прочными и легкими являются опоры с предварительно-напряженной арматурой.

Поскольку бетон и сталь имеют примерно одинаковые коэффициенты теплового расширения, в железобетонных опорах практически не возникает внутренне опасных напряжений при изменениях наружной температуры. При изготовлении опор бетон в процессе усадки при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой. При работе опоры растягивающие усилия воспринимаются в основном стальной арматурой, а усилия на сжатие – бетоном. Бетон достаточно надежно предохраняет арматуру от коррозии. Тем не менее подземную часть опор и участок, выступающий на 0,6 м над поверхностью земли, покрывают на заводе-изготовителе гидроизоляцией. Завод-изготовитель снабжает опоры паспортом, в котором указываются: тип опор, марка бетона, вид армирования (стержневое, проволочное, прядевое), номера элементов опор, даты изготовления и отгрузки. На стволе опоры указывается марка изделия, заводской номер и товарный знак завода-изготовителя.

На ВЛИ 0,4 кВ могут применяться опоры различных типов:

1) Анкерные опоры, которые могут воспринимать усилия тяжения вдоль линии (разность тяжений с двух сторон), устанавливаются на пересечениях с

различными сооружениями и водными преградами, а также в местах изменения количества проводов или их марок и сечений.

2) Промежуточные опоры, не воспринимающие (в нормальных условиях) усилий тяжения вдоль линии, устанавливаются на прямых участках трассы.

3) Угловые опоры, воспринимающие усилия, направленные по биссектрисе угла поворота ВЛ, устанавливаются в местах изменения направления трассы. Угловые опоры могут быть одновременно и анкерными (угловые анкерные) и промежуточными (угловые промежуточные).

4) Концевые опоры устанавливаются в начале и конце ВЛ, а также в местах, ограничивающих кабельные вставки. Эти опоры — анкерного типа и должны воспринимать при нормальных условиях работы ВЛ одностороннее тяжение проводов.

5) Ответвительные опоры, на которых выполняются ответвления от ВЛ и перекрестные опоры, на которых выполняется скрещивание двух направлений ВЛ, могут быть всех указанных ранее типов.

Конструкции опор приведены в проектах. Все организации любых ведомств должны руководствоваться типовыми проектами опор ВЛ 0,4 кВ [10, 11, 12], утверждаемыми в установленном порядке. Типовой проект представляют в виде альбома, включающего пояснительную записку и комплект рабочих чертежей опор, иллюстрирующих их конструкцию, закрепление в грунте, крепление линейной арматуры к опорам,

В типовых проектах приняты буквенно-цифровые обозначения опор, указывающие тип опоры и ее порядковый номер.

Например, для обозначения *типа* опоры используют буквы: А – анкерная, К – концевая, О – ответвительная, П – промежуточная, У – угловая, С – специальная, УА – угловая анкерная, ПА – промежуточная анкерная, КА – концевая анкерная, ПО – промежуточная ответвительная, КО – концевая ответвительная, УО – угловая ответвительная.

Порядковый номер опоры обозначают цифрами.

Опоры могут иметь цельные стойки или быть составными, с приставками.

Опоры, с цельными стойками, отличающиеся наименьшими трудозатратами, рекомендуются в качестве основного варианта.

Стойки опор изготавливаются из вибрированного, предварительно напряженного бетона. Стойки делают полнотелыми, без пустот, так как такие стойки дешевле и долговечнее.

Конструкции железобетонных опор для ВЛИ 0,38 кВ показаны на рисунках 3.1 и 3.2 [10]. Спецификации опор ВЛИ 0,38 кВ учитывают подвеску СИП, включающего три фазные жилы, одну жилу для уличного освещения и несущую нулевую жилу.

Закрепление промежуточных опор в грунте предусматривается, как правило, без ригеля, в сверленные котлованы глубиной 2,2 м и диаметром 350...450 мм.

Подкосные опоры (анкерные, угловые анкерные, анкерные ответвительные и т.п.) устанавливаются со стальными плитами. Действующие расчетные нагрузки на опоры и несущая способность грунтов основания подкосных опор со стальными плитами приведены в таблицах [10, 11, 12].

Общий вид и схема установки анкерной концевой двухцепной опоры показаны на чертеже ЭА 54.7519.01 ВО.

3.3 Арматура

Крепление СИП, соединение их жил и ответвления от них выполняют с применением специальной арматуры: сцепной, поддерживающей, натяжной, соединительной и контактной [5, 7].

Сцепная арматура предназначена для крепления поддерживающих и натяжных зажимов к опорам, стенам зданий и сооружениям. К ней относятся крюки и кронштейны.

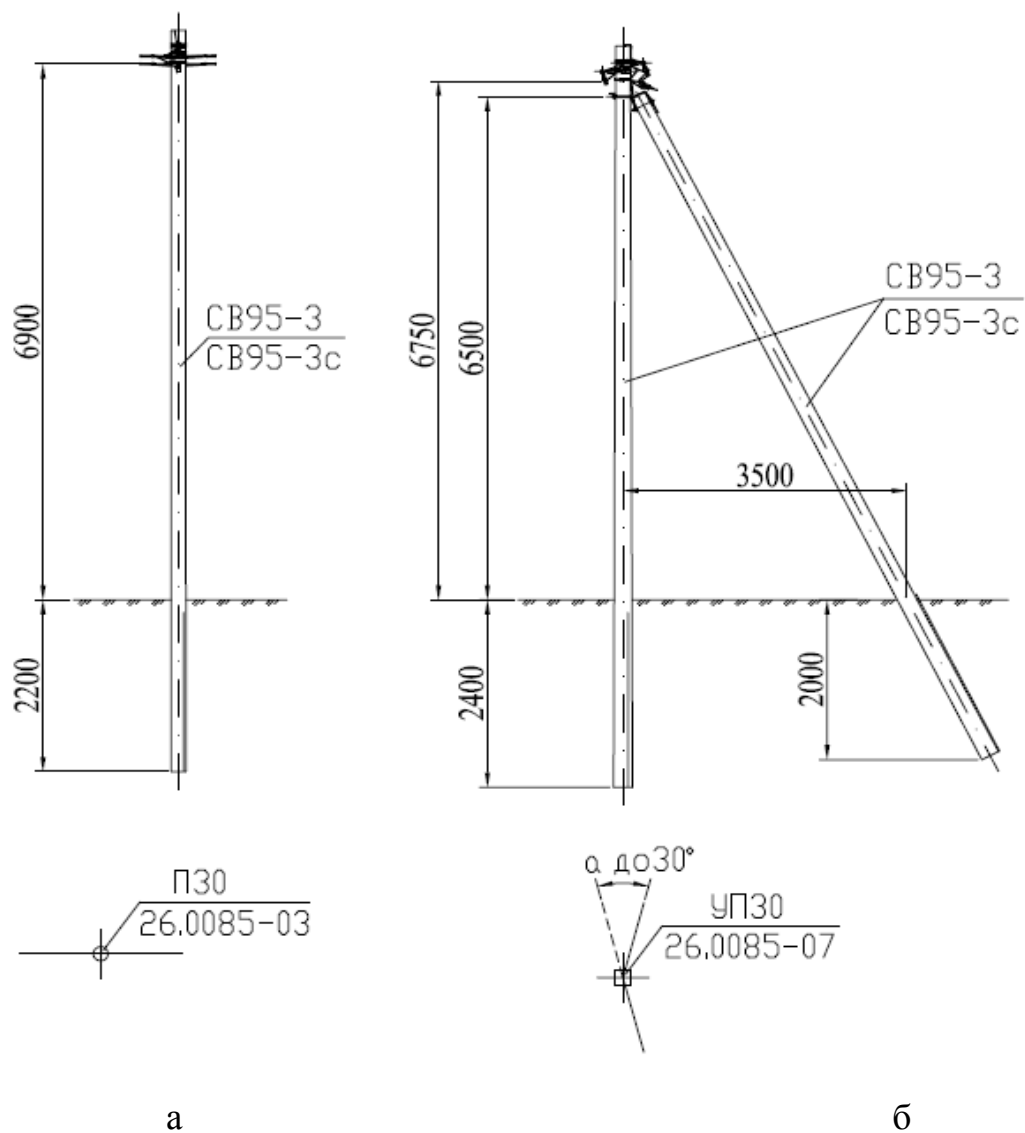


Рисунок 3.1 Конструкции двухцепных железобетонных опор для ВЛИ 0,38 кВ: а – промежуточная; б – угловая промежуточная

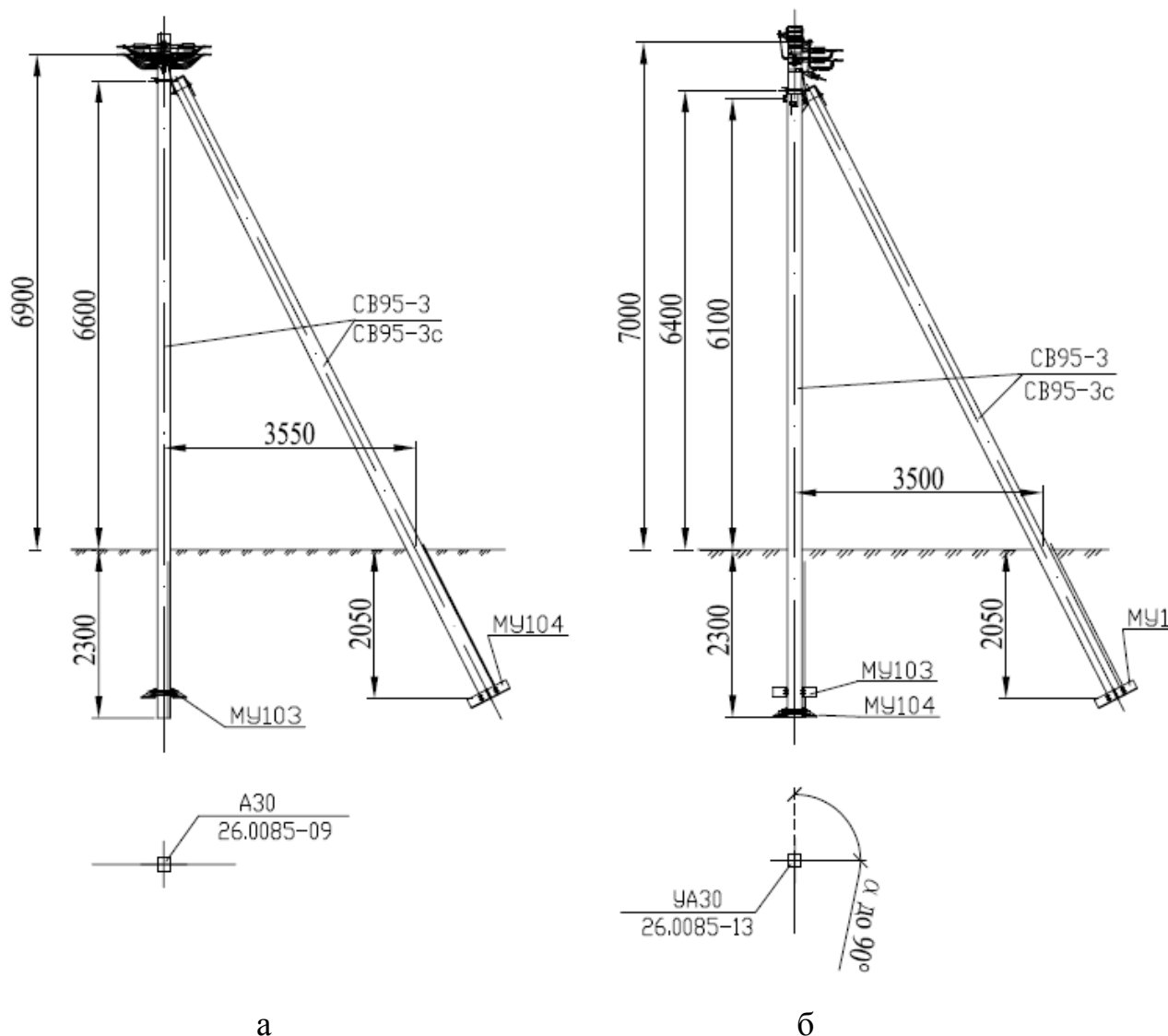


Рисунок 3.2 Конструкции двухцепных железобетонных опор для ВЛИ
0,38 кВ: а – анкерная концевая; б – анкерная угловая

Поддерживающая и натяжная арматура предназначена для крепления нулевой жилы СИП на опорах, стенах зданий и сооружениях. К ней относятся поддерживающие и натяжные зажимы. Арматура должна иметь конструкцию, препятствующую истиранию изоляции жил.

Соединительная арматура предназначена для соединения жил СИП на магистралях ВЛИ и ответвлениях к вводам в здания с проводами вводов. К ней относятся соединительные зажимы для нулевой несущей жилы, фазных и фонарной жил, а также вводов. Соединительная арматура должна позволять выполнять соединения жил СИП как в петлях опор анкерного типа, так и в

пролетах ВЛИ. Все перечисленные соединительные зажимы должны иметь изоляцию токоведущих частей.

Контактная арматура предназначена для выполнения ответвлений от жил СИП. К ней относятся ответвительные зажимы: от фазных, фонарной жилы, ответвительные зажимы от нулевой жилы для светильников уличного освещения, а также специальные ответвительные зажимы.

Выпуск линейной арматуры для ВЛИ осуществляют как отечественные, так и зарубежные производители. Крупнейшими отечественными производителями являются, например, ЗАО «Московский завод высоковольтной арматуры», ЗАО «ИНСТА», ООО «НПП МЭС», ЗАО «Южноуральская изоляторная компания», входящие в одну группу компаний, а также ООО «НИЛЕД», ООО «ЭНСТО РУС». Среди известных зарубежных производителей можно выделить SICAME (Франция) и TUCO Electronics (Бельгия).

В целях унификации в каталогах линейной арматуры различных предприятий-изготовителей приводятся таблицы соответствия арматуры для СИП 0,4 кВ [5] (Приложение А). Пользуясь таблицей соответствия, при необходимости, можно легко произвести выбор или замену линейной арматуры одинакового функционального назначения от различных фирм.

Например, при монтаже СИП с изолированной несущей нейтралью применяют следующие типы линейной арматуры, выпускаемой ЗАО «МВЗА» [5]:

1) Поддерживающие зажимы типа PS

Применяются для подвески проводов СИП на промежуточных и промежуточно-угловых опорах. Могут быть использованы с кронштейнами и крюками различных типов (максимальный диаметр крюка 16 мм). Подвижное звено ограниченной прочности защищает магистральную линию от механических повреждений путем его раскрытия при внешнем механическом воздействии на провод, близком к разрушающему.

2) Комплект промежуточной подвески типа ES

Применяется для подвески СИП на промежуточных и промежуточно-угловых опорах. К железобетонным, деревянным и стальным стойкам крепится

при помощи специального болта SB 16.219 или металлической монтажной ленты F 20.07.

3) Монтажная лента крепления F 20.07

Применяется для крепления анкерных и подвесных кронштейнов на опорах связи, воздушных линий электропередачи различного класса напряжений, контактной сети железной дороги, элементах зданий и сооружений. Изготовлена из коррозионно-стойкой стали с обработанной кромкой, обладает повышенной гибкостью, что значительно облегчает фиксацию ленты на опоре при помощи скрепы С20.

4) Скрепа С 20, Бугель В 200 для монтажной ленты

Применяются для фиксации монтажной ленты F 20.07. Изготавливаются из нержавеющей стали.

Бугель В 200 рекомендуется применять для фиксации монтажной ленты при креплении анкерных кронштейнов и узлов крепления.

5) Фасадные крепления BRPF-1, BRPF-6

Применяются как промежуточные крепления при монтаже СИП вдоль стен зданий.

6) Анкерные зажимы РА 1500, РА 1500/35, РА 2200

Применяются для крепления изолированной несущей жилы СИП на концевых, угловых и ответвительных опорах. Применяются с любым типом анкерных крюков и кронштейнов. Зажим может поставляться в вариантах с литым корпусом из алюминиевого сплава или с корпусом, выполненным из профиля.

7) Спиральный анкерный зажим РА 1500S

Применяется для крепления изолированной несущей жилы СИП на концевых, угловых, анкерных и ответвительных опорах. Изготовлен из стальной оцинкованной проволоки, на которую нанесено стойкое полимерное покрытие, обеспечивающее необходимую прочность заделки провода, имеет пластиковую проушину. Может применяться с любым типом анкерных крюков и кронштейнов.

8) Анкерный зажим для проводов абонентских ответвлений РА 25x100

Применяется для концевое крепление 2-х или 4-х проводов ответвления сечением 16 или 25 мм² от магистрали к абонентским вводам.

9) Анкерный кронштейн СА 25

Применяется для крепления анкерных зажимов абонентских ответвлений СИП от магистрали к вводам. Крепится монтажной лентой (20 мм) или болтом (диаметром 14...16 мм) или 4 шурупами (5 мм).

10) Комплекты анкерной подвески ЕА 1500, ЕА 1500/35, ЕА 2200 (для СИП с изолированной несущей нейтралью)

Применяются для анкерного крепления изолированной несущей нейтрали СИП на концевых, угловых и ответвительных опорах. Крепление к опорам осуществляется болтами или монтажной лентой F 20.07.

Могут поставляться в 2-х вариантах: с литым корпусом или с корпусом, выполненным из профиля.

11) Анкерные зажимы типа РА 2 И РА 4 (для СИП без несущей нейтрали (СИП-4))

Применяются для анкерного или промежуточного крепления 2-х или 4-х изолированных проводов. Зажим может быть применен и для промежуточного крепления проводов, путем поворота фиксирующей части на 90°. Отверстие для подвеса: 32,5x22,5 мм. Зажим сделан из оцинкованной стали и погодо-ультрафиолетостойкого полиамида.

12) Поддерживающие зажимы типа PS 4 (для СИП без несущей нейтрали (СИП-4))

Применяются для промежуточного крепления 2 или 4 изолированных проводов марки СИП-4 (без несущей нулевой жилы). Допускают поворот проводов магистральной линии с углами: до 30° к опоре и до 50° от опоры. Зажим сделан из оцинкованной стали и погодо-ультрафиолетостойкого полимера. Диаметр отверстия для подвеса: 22 мм.

13) Ответвительные прокалывающие герметичные зажимы типа ОР

Применяется для соединения нулевой и токопроводящих жил на ответвлениях от магистрали (медных или алюминиевых). Обеспечивают

надежный электрический контакт. Температура монтажа до -20 °С. Температура эксплуатации до -60 °С. Срыв головки болта соответствует эквивалентному усилию, необходимому для создания электрического контакта проводов (магистральной, абонентского ответвления, освещения). Корпуса зажимов выполнены из ультрафиолетостойкого полимера. Зажим легко устанавливается на провод, отсутствуют выпадающие компоненты. Болт изолирован от контактных деталей зажима. Конструкция срывной головки предотвращает ее преждевременный срыв от естественных усилий на излом в процессе затяжки. Герметизирующие накладки прижимаются к изоляции, обеспечивая полную защиту от проникновения влаги.

14) Зажимы переходные прокалывающие для электрического соединения СИП и неизолированных проводов типа ZP

Применяется для ответвления СИП от неизолированных проводов ВЛ.

Контакт с проводом ответвления обеспечивается прокалыванием изоляции. Контроль усилия затяжки болтов осуществляется применением срывной головки. Корпус выполнен из изоляционного материала. Зажим устойчив к климатическим и механическим воздействиям.

15) Герметичные изолированные соединительные прессуемые гильзы типа MJPT (для фазных проводов СИП с несущей нейтралью)

Применяются для соединения в пролетах изолированных многопроволочных AI-и Cu-проводов. Провода со снятой изоляцией вводятся в гильзу до перегородки и прессуются по разметке матрицами E173 (E215) через изоляцию гильзы. Электрический контакт обеспечивается опрессовкой, а герметичность – эластомерным кольцом. Допустимая механическая нагрузка – 60% от прочности фазного провода.

16) Герметичные изолированные соединительные прессуемые гильзы типа MJPT-N (для изолированной несущей нейтрали СИП)

Применяются для соединения в пролетах проводов изолированной несущей нейтрали СИП. Провода со снятой изоляцией вводятся в гильзу до перегородки и прессуются по разметке матрицами E173 (E215) через изоляцию гильзы.

Электрический контакт обеспечивается опрессовкой, а герметичность – эластомерным кольцом.

17) Герметичные изолированные соединительные прессуемые гильзы типа МЈРВ (для проводов ответвлений) Применяются для соединения изолированных многопроволочных АІ- и Сu- проводов ответвлений. Провода со снятой изоляцией вводятся в гильзу до перегородки и прессуются по разметке матрицами Е140 через изоляцию гильзы. Электрический контакт обеспечивается опрессовкой, а герметичность – эластомерным кольцом.

18) Кабельные ремешки типа КR:

Используются для бандажирования пучков проводов СИП. Все ремешки легко монтируются и обеспечивают легкую стяжку жил без использования специального инструмента. Изготавливаются из погодо- и ультрафиолетостойкого полимера.

19) Герметичные изолированные прессуемые наконечники типа СРТАU

Применяются для соединения СИП с электрооборудованием. Соединение с СИП осуществляется опрессовкой с использованием шестигранных матриц (Е140/Е173; Е215).

20) Изолирующие колпачки типа СІ

Применяются для изоляции оголенных концов проводников, а также для предотвращения проникновения влаги в жилу проводника. Выполнены из погодо- и ультрафиолетостойкого полимера.

4 МОНТАЖ ВЛИ 0,4 КВ

4.1 Общие требования

Для качественного выполнения электромонтажных работ при минимальных затратах труда и материальных ресурсов необходимо провести инженерную подготовку, включающую разработку:

- проекта организации работ;
- проекта производства работ (ППР);
- сетевых графиков на проведение монтажных и пусконаладочных работ.

На основании ППР оформляются спецификации и заявки на необходимые монтажные механизмы, оборудование и приспособления, инструменты и монтажные материалы, а также на электромонтажные изделия, электрические конструкции, блоки и узлы, подлежащие изготовлению на заводах и в центральных монтажно-заготовительных мастерских.

Кроме того, в процессе подготовки к монтажу и монтажа необходимо обеспечить:

- комплектование и своевременную доставку на объект необходимых материально-технических ресурсов;
- схемы такелажа крупногабаритного и тяжеловесного оборудования;
- решения по технике безопасности, требующие проектной разработки.

Вся проектная техническая документация анализируется заказчиком, который перед передачей ее монтажной организации для производства работ обязан поставить на ней подпись и штамп «Разрешается к производству работ».

Любые виды электромонтажных работ выполняются в два этапа:

- 1) Заготовительные работы в мастерских и подготовительные работы непосредственно на объекте.
- 2) Электромонтажные работы на объекте.

Перед началом электромонтажных работ на объекте обычно проводятся:

- подготовительные работы по освоению монтажной площадки с организацией электромонтажного участка;
- организация временного энергоснабжения объекта электромонтажа;
- мероприятия по технике безопасности, охране труда и противопожарной безопасности.

4.2 Подготовительные работы

До начала сооружения линии должны быть выполнены следующие работы:

- подготовлена трасса ВЛИ;
- собраны и установлены в проектное положение опоры;
- выполнено устройство защит на переходах через инженерные сооружения;
- на вводах в здания установлена необходимая арматура для анкерного крепления проводов вводов;
- доставлены на трассу барабаны с СИП и механизмы для их раскатки.

Монтажные работы рекомендуется выполнять бригаде в следующем составе:

- электролинейщик 5 разряда (бригадир);
- электролинейщик 4 разряда - 1 человек;
- электролинейщик 3 разряда - 2 человека;
- шофер 5 разряда - 1 человек.

Все электролинейщики должны быть оснащены: строительной каской по ГОСТ 12.4.087-84; предохранительным поясом по ГОСТ 12.4.089-86; монтерскими лазами по ТУ 34-09-10129-89; рукавицами по ГОСТ 12.4.010-75.

4.3 Монтаж СИП

Монтаж ВЛИ 0,4 кВ выполняется в соответствии с требованиями СНиП, ПУЭ и монтажных инструкций заводов-изготовителей. Перед монтажом следует убедиться в соответствии исполнения оборудования условиям его эксплуатации.

Монтаж СИП рекомендуется производить с соблюдением технологий, приведенных в действующих технических и методических документах, с применением специальной линейной арматуры, механизмов, приспособлений и инструмента, при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°С.

В описании технологии монтажа СИП использована маркировка линейной арматуры и инструмента ООО «НИЛЕД». Таблица соответствия арматуры для СИП 0,4 кВ других предприятий-производителей приведена в приложении А [5]. Монтаж ВЛИ выполняется в следующей последовательности [7, 8]:

4.3.1 Транспортировка СИП

При транспортировке СИП должны выполняться требования ПУЭ [23] и инструкции предприятия-изготовителя.

Барабаны с проводом должны храниться и транспортироваться в вертикальном положении.

Барабаны с проводом нельзя бросать при разгрузке с транспортных средств.

При перемещении барабанов с СИП следует избегать контактов с острыми предметами, например, когда используется вилочный погрузчик.

При перемещении барабана по земле следует катить его в направлении, обозначенном стрелкой на боковой стороне барабана. При раскатке СИП с барабана направление его вращения должно быть противоположным.

Не следует хранить барабаны на мокрой почве, в песчаных или влажных местах.

Не следует удалять обшивку с барабана прежде, чем он будет установлен для раскатки СИП. Не следует сбрасывать СИП на землю, а затем поднимать его и закладывать в ролик, раскатка СИП осуществляется с барабана.

При резке жил проводников или жгута в целом рекомендуется использовать секторные ножницы С 32. После разрезания на свободные концы жгута СИП следует наложить хомуты Е 778 или электрическую изоляционную ленту, чтобы предотвратить дальнейшее его раскручивание или ослабление.

4.3.2 Раскатка СИП в анкерном пролёте

Технология раскатки СИП предусматривает следующие виды работ:

- установка барабана с СИП на раскаточное устройство;
- установка механизма для раскатки СИП у анкерной опоры;
- раскатка каната-лидера по роликам;
- связь между тросом и СИП;
- раскатка СИП в анкерном пролете;
- натяжение и закрепление СИП в анкерном пролёте;
- регулировка СИП;
- установка зажима подвески на несущей нулевой жиле.

1) *Установка барабана*

Предпочтительно, чтобы барабан был расположен вблизи опоры, на которой производится окончательная регулировка стрел провеса и тяжения. Барабан устанавливается на расстоянии от опоры равном, по меньшей мере, высоте опоры от поверхности земли. Раскатку производят без рывков под тяжением. Во время раскатки, СИП не должен касаться земли, металлических и бетонных конструкций. При минимальном количестве оставшихся на шейке барабана витков СИП (не менее трех), барабан останавливается.

2) *Установка механизма для раскатки СИП на анкерной опоре*

До начала работ по раскатке СИП следует на расстоянии 10...15 м от анкерной опоры подготовить площадку, установить и надежно закрепить на ней раскаточное устройство (колесно-кабельный транспортер или кабельные домкраты). Подкатить к раскаточному устройству барабан с СИП, подготовить комплект раскаточных роликов, перемотать из бухты на металлическую катушку канат-лидер. Канат-лидер из синтетического волокна диаметром 10 мм и длиной 30...50 м предназначен для раскатки СИП вручную; канат из синтетических волокон диаметром 12 мм и длиной 300м и более, предназначен для раскатки с применением механизмов.

3) *Раскатка каната-лидера по роликам*

Бригада разделяется на два звена. Первое звено в составе двух электролинейщиков готовит к раскатке барабан с СИП. Второе звено в составе трех электролинейщиков готовит механизм для раскатки СИП (бензиновый

двигатель, машина или другой аналогичный механизм) и производит раскатку каната-лидера с одновременной подвеской монтажных роликов RT 2 и промежуточной подвески ES 1500E на опорах монтируемого участка ВЛИ (рисунок 4.1). Подъем каната-лидера, и установка роликов с промежуточной подвеской производится по мере продвижения вдоль анкерного пролета от механизма раскатки к барабану с СИП.

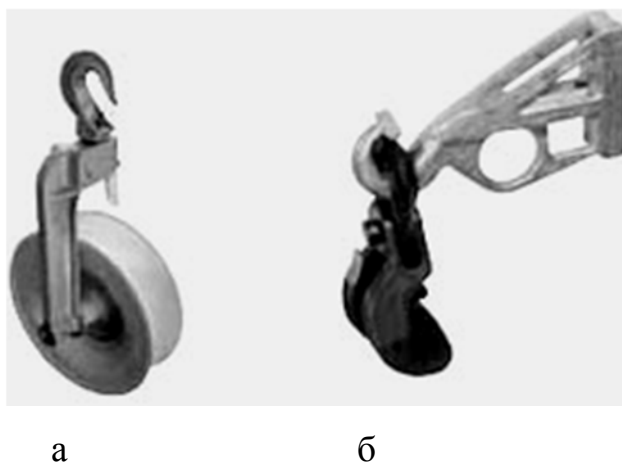


Рисунок 4.1 Приспособления для раскатки каната-лидера:

а - монтажный ролик RT 2; б - промежуточная подвеска ES 1500E

Крепление промежуточной подвески ES 1500E к опорам производится при помощи металлической ленты F207 и скрепы NC20; если в опоре есть технологическое отверстие, то промежуточная подвеска может крепиться на болт. Ролики RT 2 крепятся за отверстие в кронштейне промежуточной подвески ES 1500E.

Состав комплекта и количество раскаточных роликов типа RT 5 и RT 2, зависят от числа промежуточных, анкерных, угловых анкерных и других сложных опор в анкерном пролёте. Ролики крепятся на опорах таким образом, чтобы ось жгута СИП была на уровне лодочки поддерживающего зажима. Это делается для снижения усилий на зажимы при перекладке и во избежание неправильной регулировки зажимов на угловых промежуточных опорах. Ролики для раскатки RT 5, крепятся прямо на стойках опор при помощи устройства крепления с ремнём. Ролики RT 5 применяются, главным образом, на анкерных и других

сложных опорах. Ролики RT 2 крепятся за отверстие в кронштейне промежуточной подвески ES 1500E, при этом значительно сокращается время раскатки СИП. Ролики RT2 применяются, в основном, на промежуточных опорах.

Комплект промежуточной подвески рассчитан на механические усилия, применяемые при раскатке.

4) Связь между канатом-лидером и СИП

По окончании раскатки каната-лидера производится связь между СИП и канатом-лидером посредством металлического чулка CM1700, металлического чулка CM1750 для несущей нулевой жилы СИП, вертлюга E-B и синтетического чулка CN охватывающего жгут целиком (рисунок 4.2). При этом один электролинейщик сжимает чулок, увеличивая диаметр чулка, а другой - вставляет в него свободный конец СИП. После освобождения от сжимающего усилия раскаточный чулок плотно охватывает конец пучка СИП. Для более надежного соединения чулка с жилами накладывают два бандаж из изоляционной ленты. К грузовому кольцу чулка крепят канат-лидер и проверяют надежность выполненного соединения.

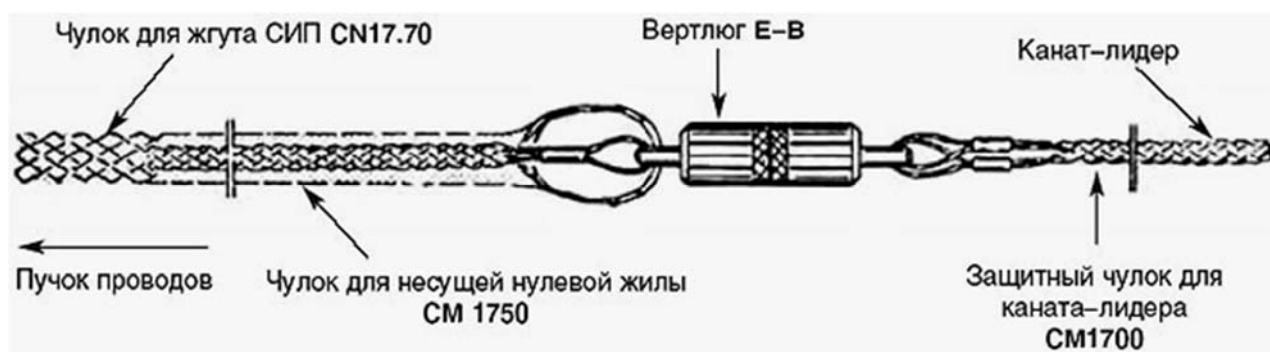


Рисунок 4.2 Комплект для раскатки СИП

5) Раскатка

Раскатка СИП может выполняться вручную либо механизированным способом.

Раскатка вручную применяется для токопроводящей жилы сечением до 50 мм² и может осуществляться на ограниченных участках ВЛИ (до 100 м) и пролётами длиной до 50 м.

Раскатка механизированным способом

После проверки готовности к раскатке СИП дается команда на запуск двигателя раскаточного механизма. Обязанности между членами бригады распределяются следующим образом: один электролинейщик на линии регулирует работу бензодвигательного двигателя и следит за равномерностью намотки каната-лидера на катушку раскаточного механизма, другой - следит за плавностью вращения барабана с СИП, остальные наблюдают за прохождением узла соединения каната-лидера с СИП через раскаточные ролики. В случае необходимости команды об остановке раскатки передаются электролинейщику, находящемуся у раскаточного механизма (рисунок 4.3).

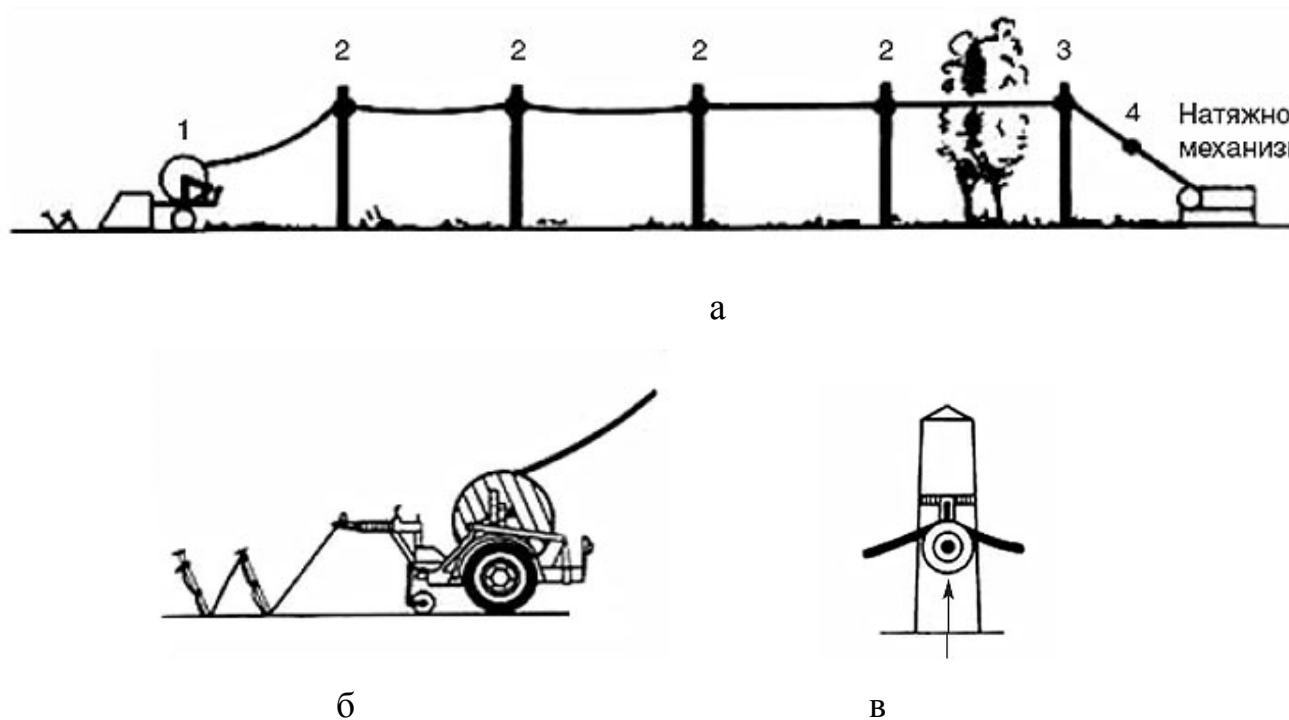


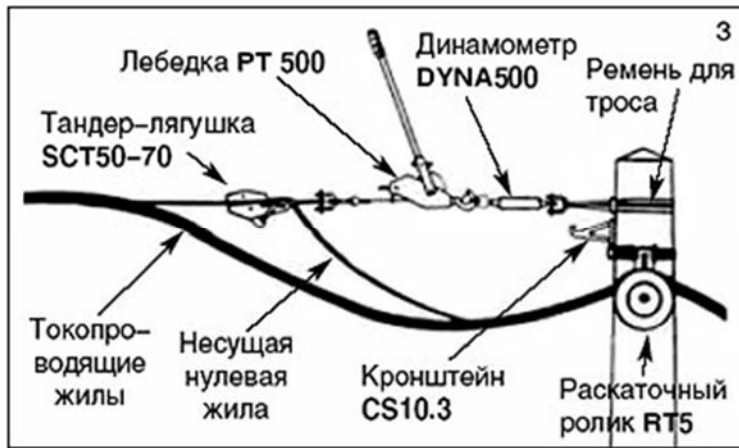
Рисунок 4.3 Раскатка СИП механизированным способом: а – схема раскатки; б – катушка раскаточного механизма; в – крепление раскаточного ролика к опоре

Процесс раскатки продолжается до тех пор, пока весь канат-лидер не навьется на металлическую катушку раскаточного механизма, а узел соединения каната с раскаточным чулком не приблизится вплотную к катушке. Бензомоторный двигатель останавливают, СИП прикрепляют к анкерной опоре капроновым тросом или временным анкером, после чего освобождают от чулка канат-лидер, а затем СИП. В конце раскатки, когда СИП прошел последний ролик, необходимо оставить свободный конец жгута длиной, достаточной для электрического соединения проводов.

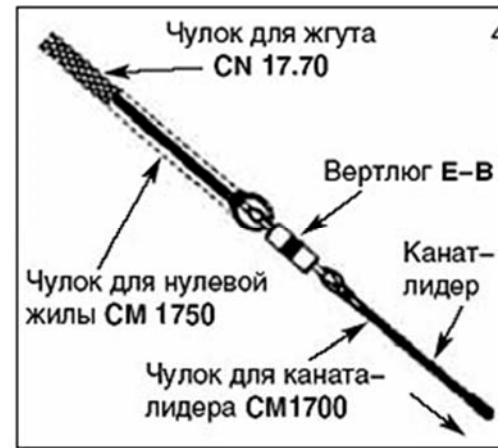
С целью беспрепятственного прохождения всего СИП через ролики, особенно на первой и на угловых опорах, следует внимательно и осторожно выполнять все технологические операции. В процессе раскатки не допускается трение СИП о поверхность земли, металлические и железобетонные элементы опор, зданий и сооружений. Скорость раскатки СИП не должна превышать 5 км/ч.

4.3.3 Натяжение и закрепление СИП в анкерном пролёте

В процессе натяжения и закрепления СИП в анкерном пролете выполняют установку анкерного зажима и закрепление СИП на первой анкерной опоре, натяжение СИП и закрепление его на второй анкерной опоре, закрепление СИП на промежуточных опорах. По монтажным таблицам в зависимости от температуры окружающего воздуха, марки, сечения СИП и расстановки опор в анкерном пролёте определяют величину усилия, с которым будет натягиваться несущая нулевая жила СИП. Допускается натягивать СИП с усилием, превышающим проектное значение не более чем на 5 %, учитывая удлинение СИП через несколько часов после окончания монтажа за счет освобождения от деформаций, возникших при намотке и хранении на барабане (рисунок 4.4).



а



б

Рисунок 4.4 Крепление СИП при раскатке : а – к анкерной опоре капроновым тросом; б – к канату лидеру

Визуально (по стрелам провеса) оценивают качество натяжки СИП в анкерном пролете, после чего провод, как правило, до начала следующей смены, оставляют «отвисеться».

4.3.4 Регулировка стрел провеса

Регулировку стрел провеса выполняют следующим образом (рисунок 4.5):

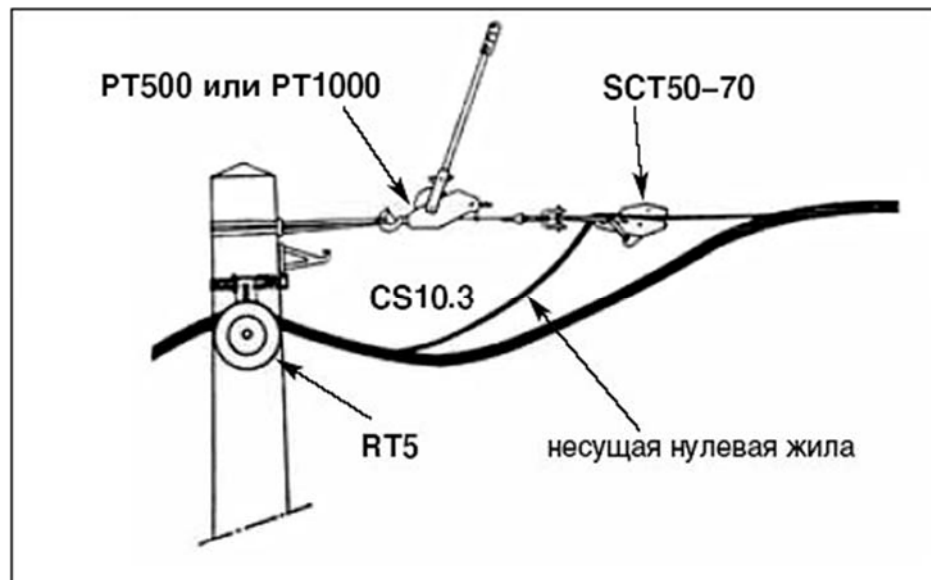


Рисунок 4.5 Регулировка стрел провеса СИП

- устанавливают анкерный зажим РА 1500 на несущую нулевую жилу на концевой (анкерной) опоре;
- на жгут в месте около анкерного зажима накладывают пластиковый стяжной хомут Е 778 для предотвращения раскручивания жгута;
- подвешивают зажим на кронштейн концевой опоры CS 10.3;
- одновременно сматывают излишки СИП на барабан;
- устанавливают на несущую нулевую жилу, как можно дальше в пролет, монтажный зажим SCT 50-70 и прикрепляют к нему динамометр и ручную лебедку РТ 500, предварительно закрепленную на первой опоре линии;
- натягивают СИП ручной лебедки РТ 500, при этом усилие контролируют с помощью динамометра;
- закрепляют зажим на кронштейне и устанавливают его на несущую нулевую жилу;
- удаляют ручную лебедку РТ 500;
- стяжным хомутом Е 778 связать жилы вместе.

4.3.5 Регулировка натяжения СИП

Измерение усилия в проводе осуществляется динамометром. Несоблюдение этого требования может привести к нарушению габаритов СИП или возникновению недопустимых нагрузок и воздействий на опоры ВЛИ.

Подвеска СИП осуществляется с помощью крепежной арматуры, которая закрепляется только на несущую нулевую жилу (для магистральных СИП). В расчетах подвески СИП учитываются следующие климатические модели нагрузок рассчитанные по нормам, применяемым в России:

- температура +40°C, ветер и гололед отсутствуют;
- температура -40°C, ветер и гололед отсутствуют;
- провода покрыты гололедом, температура -5°C, ветер отсутствует;
- скоростной напор ветра 26,5 даН/м² температура -5°C, гололед отсутствует;
- провода покрыты гололедом, температура -5°C, скоростной напор ветра 6,65 даН/м².

Какими бы ни были климатические условия (скоростные напоры ветра, температура, налипание снега, гололедно-изморозовые отложения), усилие, прикладываемое к несущей нулевой жиле СИП не должно превышать 700 даН.

Тяжение при подвеске СИП на опорах ВЛИ 0,4 кВ определяется по графикам (монтажным таблицам) в зависимости от длины пролета и расчетных параметров.

4.3.6 Пример выполнения регулировки

Регулировка выполняется на участке ВЛИ длиной 150 м, состоящий из одного, двух или трех пролетов длиной до 50 м, ограниченных опорами анкерного типа.

Возможны 2 способа регулировки:

1) Натягивающее устройство крепится на вершине конечной опоры анкерного типа.

Для регулировки СИП и установки зажима крепления на несущую нулевую жилу выполняют следующие действия:

- натягивают СИП до требуемого значения натяжения, измеряемого динамометром;
- отмечают место крепления на несущей нулевой жиле;
- устанавливают концевой зажим;
- устанавливают дополнительное тяжение, обеспечивающее крепления зажима к подвеске;
- ослабляют и снимают приспособление для натяжения;
- отрезают провода, оставляя концы требуемой длины;
- снимают раскаточный ролик.

2) Приспособление для натяжения устанавливается на земле.

Это приспособление необходимо устанавливать и убирать, увеличивая натяжение СИП на вершине конечной опоры, обеспечивающее установку зажима крепления на несущей нулевой жиле СИП.

Перерегулировка

После того, как осуществлена раскатка СИП по всей длине ВЛИ и выполнено первое анкерное крепление, СИП поддерживается при помощи натягивающего устройства, установленного на земле в конце ВЛИ.

Регулировка первого участка

Регулировка первого участка осуществляется с помощью анкерного крепления. Эта операция требует установки на двойном кронштейне направляющего ролика параллельно раскаточному.

Регулировка остальных участков ВЛИ

На остальных участках ВЛИ регулировка выполняется аналогично схеме, описанной выше. Последнее крепление регулируется аналогично случаю с единственным пролетом. Для регулировки СИП и установки зажима крепления на несущую нулевую жилу выполняют следующие действия:

- действуют одновременно двумя приспособлениями для натяжения (одно в конце ВЛИ, другое – на двойном кронштейне), одновременно регулируют первый пролет и необходимую "мягкость" крепления;
- отмечают положение натяжного зажима;
- устанавливают натяжной зажим;
- создают дополнительное натяжение и прикрепляют зажим к кронштейну;
- ослабляют и снимают приспособление для натяжения.

4.3.7 Установка зажима подвески на несущей нулевой жиле

Установка поддерживающего зажима ES 1500E на несущую нулевую жилу осуществляется вручную, монтажный инструмент при этом не требуется. Необходимо отделить несущую нулевую жилу от токопроводящих жил, используя отделительные клинья E 894. Несущую нулевую жилу вложить в углубление поддерживающего зажима и закрепить жилу в зажиме, нажимая с двух сторон на фиксатор. Проверить положение токопроводящих жил: они должны находиться под подвесным зажимом или перед ним. Скрепить провода стяжными хомутами E 778 на расстоянии примерно 15 см по обе стороны от зажима. Вставить стяжной хомут E778 в отверстие в поддерживающем зажиме и скрепить провода под зажимом.

4.3.8 Установка ответвительных анкерных зажимов и монтаж ответвлений

Монтаж ответвлений от СИП магистрали к вводам в здание выполняют два электролинейщика. С бухты или катушки вручную отматывают СИП ответвления между опорой и зданием. Устанавливают анкерный зажим, поднимают провод на опору и навешивают анкерный зажим на крюк опоры или кронштейн СА 16. Другой электролинейщик поднимается к крюку или кронштейну СА 16, установленному на стене здания, натягивает провод ответвления, отмечает на нем место крепления второго анкерного зажима. Замерив расстояние от крюка или кронштейна до места соединения проводов ответвления с внутренней проводкой, электролинейщик секторными ножницами обрезает провод от бухты, устанавливает анкерный зажим и закрепляет на стене здания. Схема установки анкерного зажима ответвления типа DN 123 на стене здания приведена на рисунке 4.6.

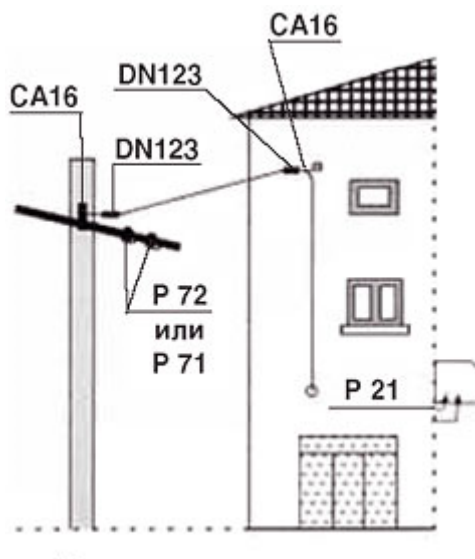


Рисунок 4.6 Пример выполнения ответвления на опоре

На СИП накладываются стяжные хомуты Е 778, располагая их с обеих сторон анкерного зажима. Свободные торцы изолированных жил защищают колпачками СЕ 6.35 во избежание попадания влаги внутрь жилы.

4.3.9 Присоединение ответвлений к магистрали ВЛИ

Присоединение ответвлений с применением СИП выполняют с помощью специальных ответвительных зажимов с прокалыванием изоляции (прокалывающих зажимов). Выбор необходимой арматуры производят по проекту на монтаж ВЛИ. Соединение смонтированных проводов на опоре выполняет, как правило, один электролинейщик.

Перед установкой зажима из магистрали СИП с помощью отделительных клиньев Е 894 выделяют токопроводящую жилу или несущую нулевую жилу.

Монтаж зажима происходит до момента срыва головки. Затяжка производится равномерно, без резких усилий. Не рекомендуется допускать значительных перекосов в местах контакта ключа и срывной головки.

Существует различные виды ответвительных зажимов:

1) Герметичные ответвительные зажимы с прокалыванием изоляции проводников магистрали и ответвления (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 Герметичные ответвительные зажимы типов Р 616, Р 645, Р 70

Зажимы различного типа предназначены для выполнения ответвлений различного сечения от магистрали ВЛИ.

В зажим помещают магистральный и ответвительный провода. При монтаже ответвлений с применением герметичных прокалывающих зажимов, изоляцию с проводов магистрали не удаляют.

Болты затягиваются накидными ключами до срыва калиброванных головок выполненных из алюминиевого антикоррозионного сплава. При затягивании

болта зубцы контактных пластин прокалывают изоляцию проводника и создают отличный контакт. Оптимальное усилие затягивания срывной головки зажимов гарантирует надежный контакт и не повреждает жилу.

Не требуется специальный инструмент для поддержки зажима, не нужен динамометрический ключ, чтобы определять нормированные значения усилия затяжки болтов зажимов, устанавливаемых на провода.

Демонтаж зажимов возможен (вторичный монтаж не допускается).

При демонтаже прокалывающих зажимов места прокола изоляции СИП должны изолироваться изолирующей мастикой SCT 20.

2) Влагозащищенные ответвительные зажимы с прокалыванием изоляции на магистральной линии и с зачисткой изоляции на ответвлении (рисунок 4.8).

Обеспечивают электрический контакт проводников прокалыванием изоляции на проводе магистрали и снятием изоляции с провода ответвления.



Рисунок 4.8 Влагозащищенные ответвительные зажимы Р 21, Р 71, Р 72, Р74

Зажимы устанавливаются на расстоянии 20 см друг от друга. Ответвительные жилы фиксируют при помощи стяжных хомутов Е778.

4.4 Основные типовые решения монтажа опор ВЛИ 0,4 кВ с СИП

На рисунке 4.9 приведена схема сети ВЛИ 0,4 кВ с СИП.

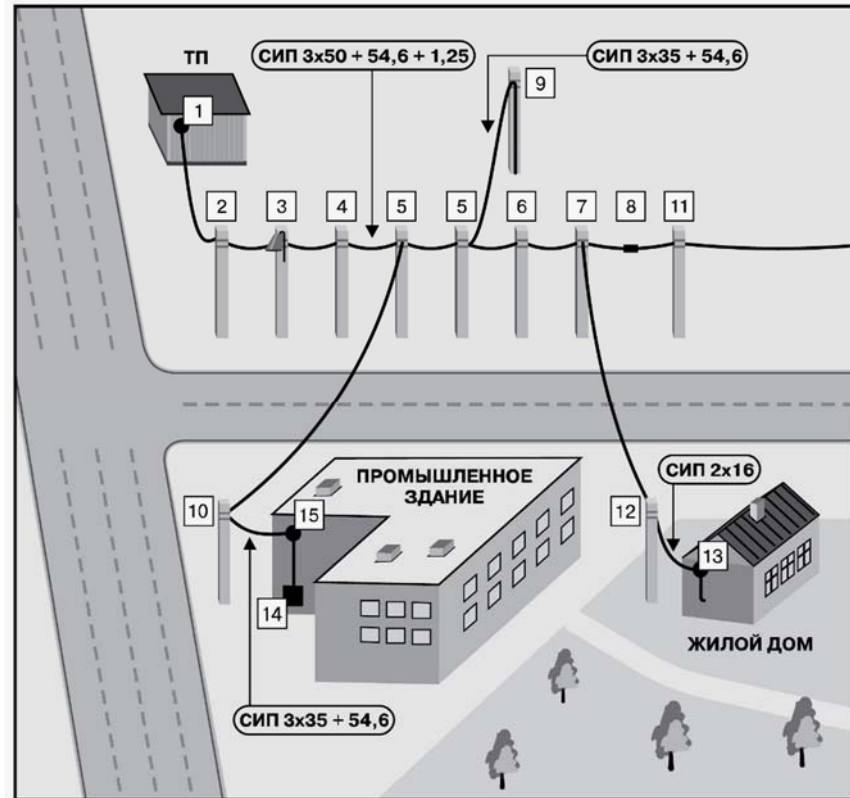


Рисунок 4.9 Схема сети ВЛИ 0,4 кВ с СИП

На рисунке 4.9 цифрами 1...15 обозначены узлы монтажа СИП на опорах, ответвлений и вводов к абонентам.

Конструктивные исполнения типовых решений узлов монтажа ВЛИ 0,4 кВ с СИП приведены на рисунках 4.10...4.24, перечни арматуры, необходимой для их монтажа – в таблицах 4.1...4.15 [5].

Характеристика применяемых проводов: СИП 3x50+54,6+1x25 с изолированной несущей нейтралью.

1) Узел 1 - анкерное крепление магистральной линии СИП и ее ввод в трансформаторную подстанцию.

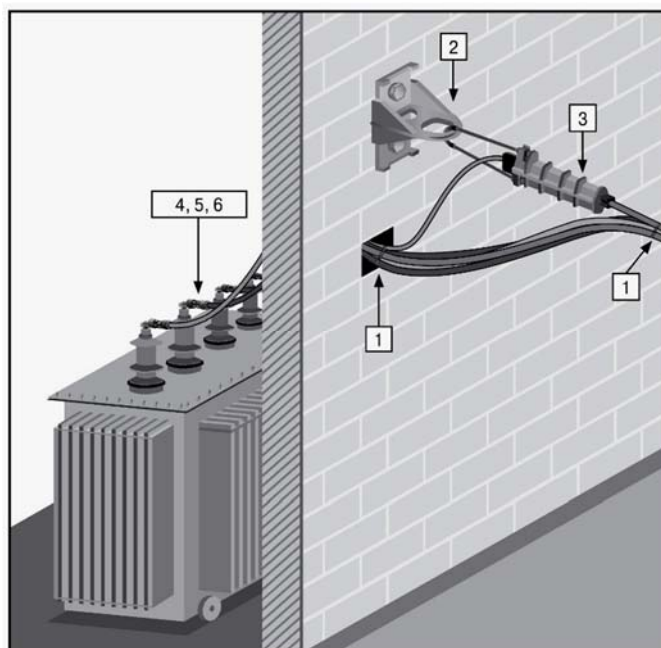


Рисунок 4.10 Анкерное крепление магистральной линии СИП и ее ввод в трансформаторную подстанцию

Таблица 4.1 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 1

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	KR 1	Кабельный ремешок	2	шт.
2	СА 2000	Кронштейн	1	шт.
3	РА 1500	Анкерный зажим	1	шт.
4	СРТАУ 50	Герметичные изолированные наконечники	3	шт.
5	СРТАУ 54	Герметичные изолированные наконечники	1	шт.
6	СРТАУ 25	Герметичные изолированные наконечники	1	шт.

2) Узел 2 - двойное анкерное крепление - применяется при отклонении магистральной линии СИП с углом поворота более или равным 80 градусам.

Таблица 4.2 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 2

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	4	м
2	С 20	Скрепы для крепления лент	4	шт.
3	KR 1	Кабельный ремешок	3	шт.
4	СА 2000	Кронштейн	2	шт.
5	РА 1500	Анкерный зажим	2	шт.

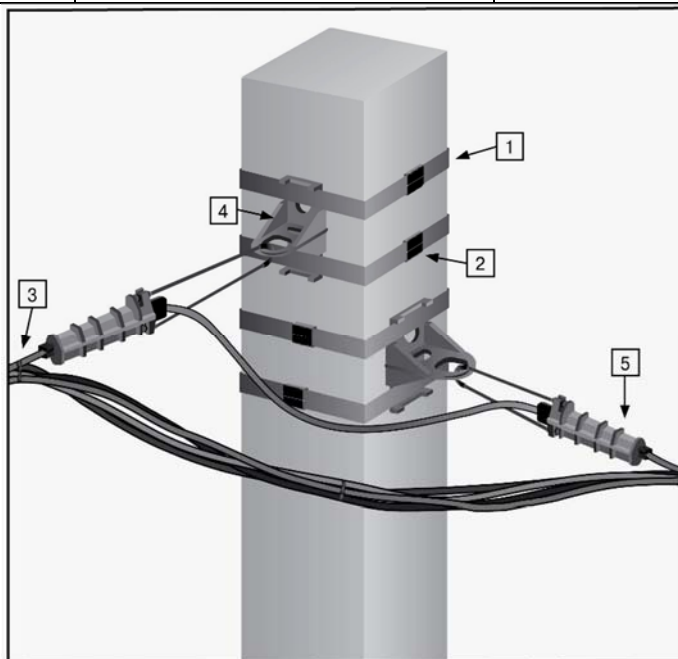


Рисунок 4.11 Двойное анкерное крепление

3) Узел 3 - крепление СИП на промежуточной опоре с подключением светильника уличного освещения.

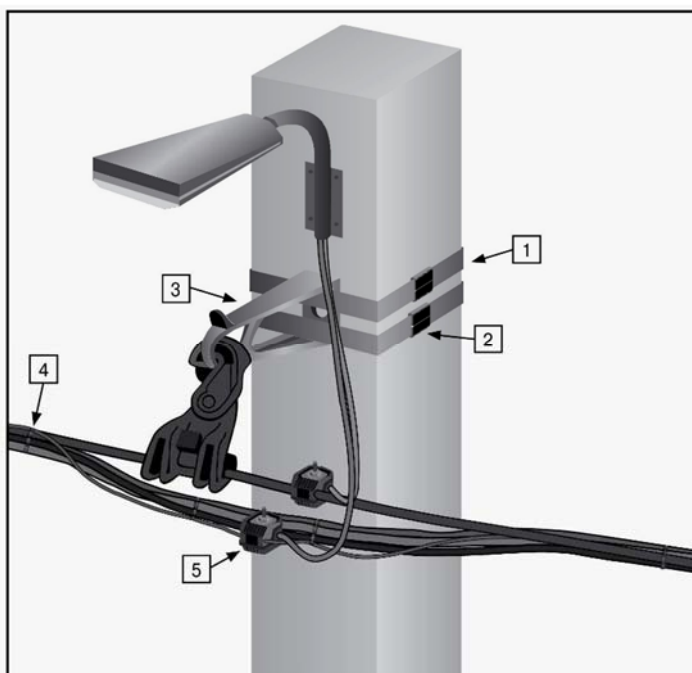


Рисунок 4.12 Крепление СИП на промежуточной опоре с подключением светильника уличного освещения

Таблица 4.3 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 3

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	2	м
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2	шт.
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1	шт.
4	KR 1	Кабельный ремешок	4	шт.
5	OP 6	Прокальывающий зажим	2	шт.

4) Узел 4 - промежуточное крепление СИП магистральной линии - применяется для крепления СИП на промежуточной опоре на прямых участках, а также с углом поворота линии до 30 градусов к опоре и до 50 градусов от опоры.

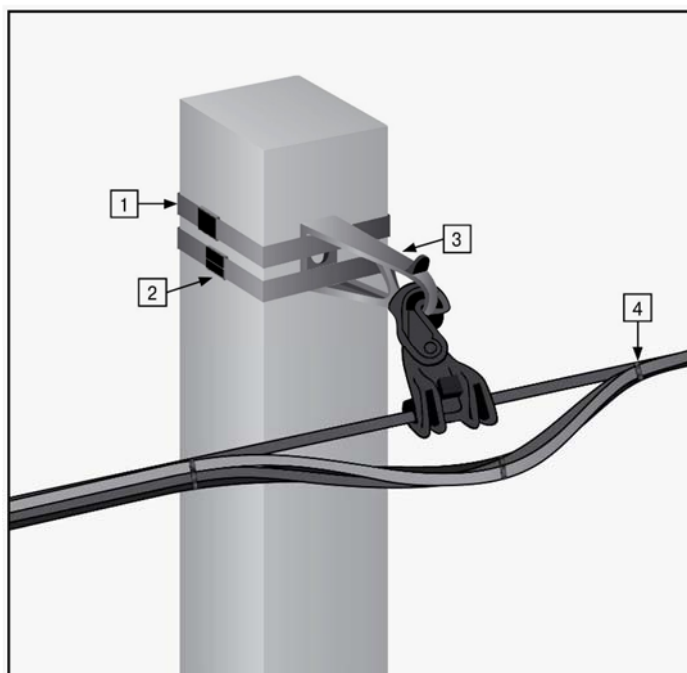


Рисунок 4.13 Промежуточное крепление СИП магистральной линии

Таблица 4.4 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 4

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	2	м
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2	шт.
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1	шт.
4	KR 1	Кабельный ремешок	3	шт.

5) Узел 5 - промежуточное крепление СИП с магистральным ответвлением
 - применяется при разветвлении магистральной линии СИП.

Характеристика применяемых проводов:

- магистральная линия СИП 3x50+54,6+1x25 с изолированной несущей нейтралью;
- ответвляемая линия СИП 3x35+54,6 с изолированной несущей нейтралью.

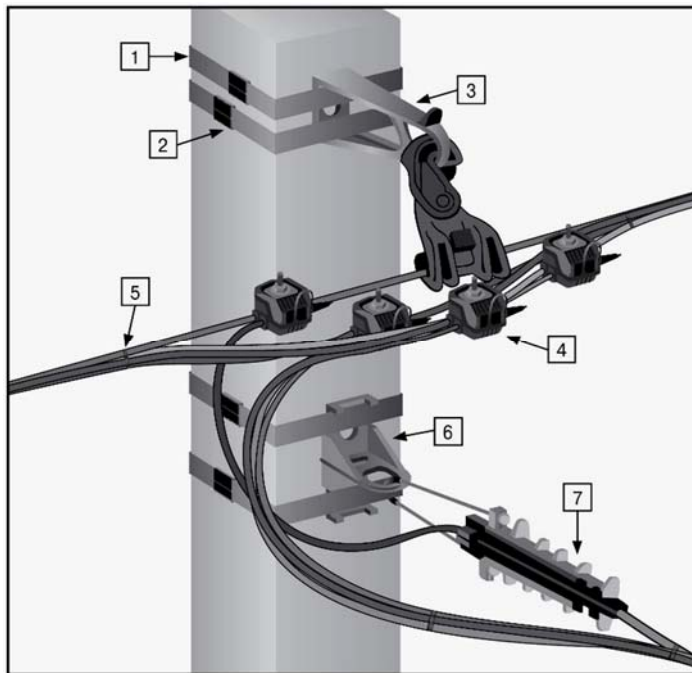


Рисунок 4.14 Промежуточное крепление СИП с магистральным ответвлением

Таблица 4.5 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 5

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	4	м
2	C 20	Скрепы для крепления лент	4	шт.
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1	шт.
4	OP 95	Прокалывающий зажим	4	шт.
5	KR 1	Кабельный ремешок	4	шт.
6	CA 2000	Кронштейн	1	шт.
7	PA 1500	Анкерный зажим	1	шт.

б) Узел 6 промежуточное крепление СИП магистральной линии с повторным заземлением и присоединением нейтрали к заземляющему проводнику опоры. Характеристика применяемых проводов: СИП 3x50+54,6+1x25 с изолированной несущей нейтралью.

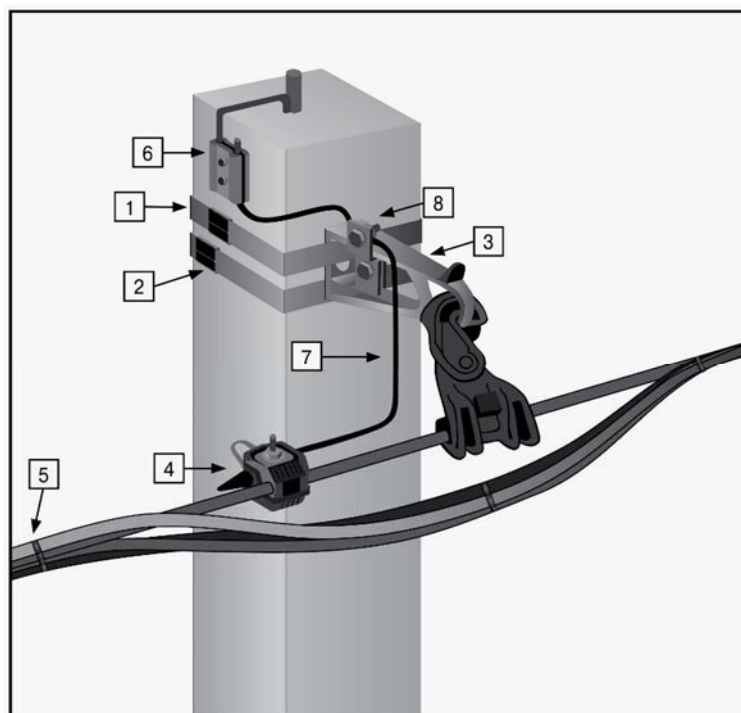


Рисунок 4.15 Промежуточное крепление СИП магистральной линии с повторным заземлением

Таблица 4.6 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла б

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	2	м
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2	шт.
3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1	шт.
4	OP 95	Прокалывающий зажим	1	шт.
5	KR 1	Кабельный ремешок	3	шт.
6	ПС-1-1	Плащечный зажим	1	шт.
7	ЗП-1М	Заземляющий проводник	1	шт.
8	KZP-2	Крепление заземляющего проводника	1	шт.

7) Узел 7 - промежуточное крепление СИП магистральной линии с ответвлением к абоненту.

Характеристика применяемых проводов:

- магистральная линия СИП 3x50+54,6+1x25 с изолированной несущей нейтралью,

- ответвление к абоненту СИП 2x16 без несущей нейтрали.

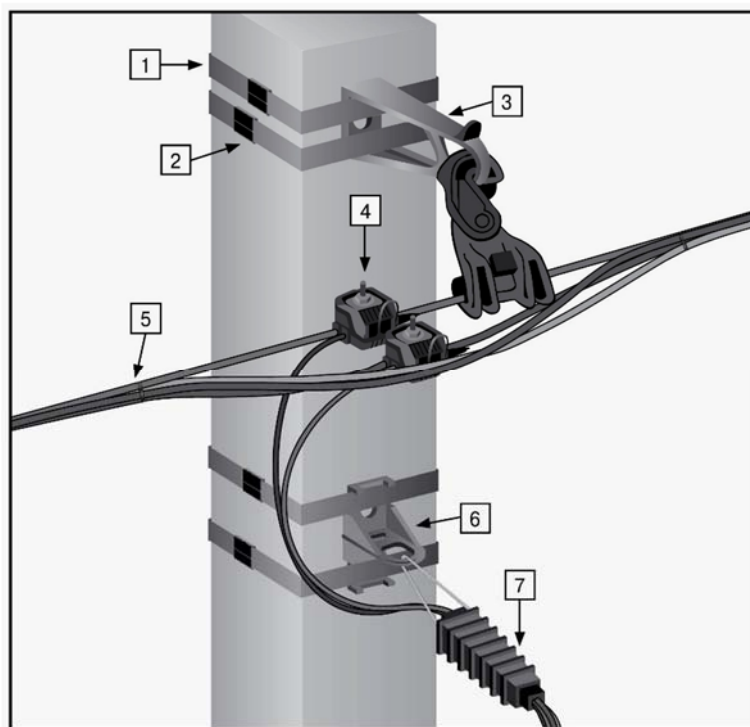


Рисунок 4.16 Промежуточное крепление СИП магистральной линии с ответвлением к абоненту

Таблица 4.7 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 7

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	4	м
2	C 20	Скрепы для крепления лент	4	шт.

3	ES 1500	Комплект промежуточной подвески	1	шт.
4	OP 95	Прокалывающий зажим	2	шт.
5	KR 1	Кабельный ремешок	2	шт.
6	СА 2000	Кронштейн	1	шт.
7	РА 25x100	Анкерный зажим проводов абонентов	1	шт.

8) Узел 8 - соединение проводов СИП в пролете.

Характеристика применяемых проводов: СИП 3x50+54,6+1x25 с изолированной несущей нейтралью.

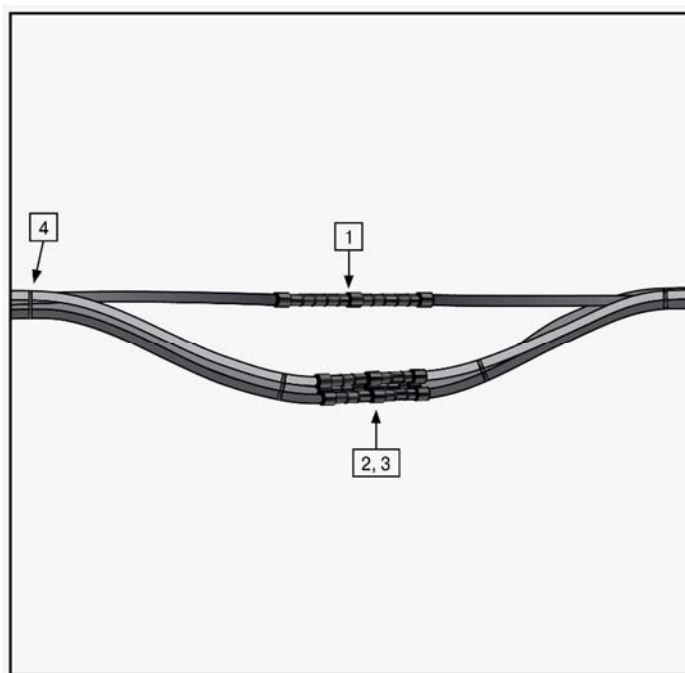


Рисунок 4.17 Соединение проводов СИП в пролете

Таблица 4.17 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 8

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	МЈРТ 54.6N	Изолированный соединитель для несущей нейтрали	1	м

2	МЈРТ 50	Изолированный соединитель для фазных проводов	3	шт.
3	МЈРТ 25	Изолированный соединитель для фазных проводов	1	шт.
4	КР 1	Кабельный ремешок	4	шт.

9) Узел 9 - анкерное крепление и соединение магистральной линии СИП с силовым кабелем - применяется для крепления магистральной линии СИП на концевых опорах и ее перехода в кабельную линию.

Характеристика применяемых проводов: СИП 3x50+54,6 с изолированной несущей нейтралью, силовой кабель 4x50.

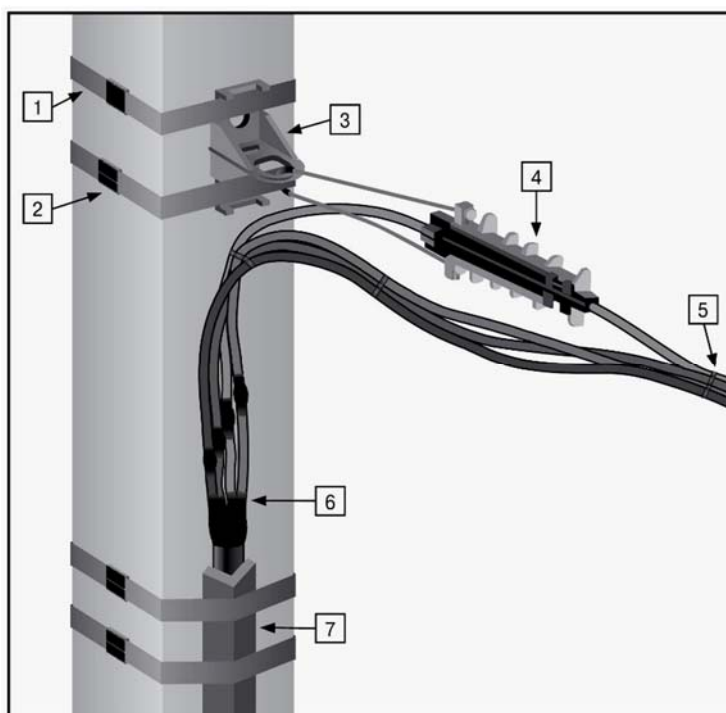


Рисунок 4.18 Анкерное крепление и соединение магистральной линии СИП с силовым кабелем

Таблица 4.9 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 9

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	4	м

2	С 20	Скрепки для крепления лент	4	шт.
3	СА 2000	Кронштейн	1	шт.
4	РА 1500	Анкерный зажим	1	шт.
5	KR 1	Кабельный ремешок	3	шт.
6	-	Комплект концевой муфты	1	шт.
7	-	Защитный профиль	1	шт.

10) Узел 10 - двойное анкерное крепление магистральной линии СИП с установкой ограничителей перенапряжения - применяется при отклонении магистральной линии СИП с углом поворота менее 80 градусов для защиты от перенапряжений.

Характеристика применяемых проводов: СИП 3x35+54,6 с изолированной несущей нейтралью.

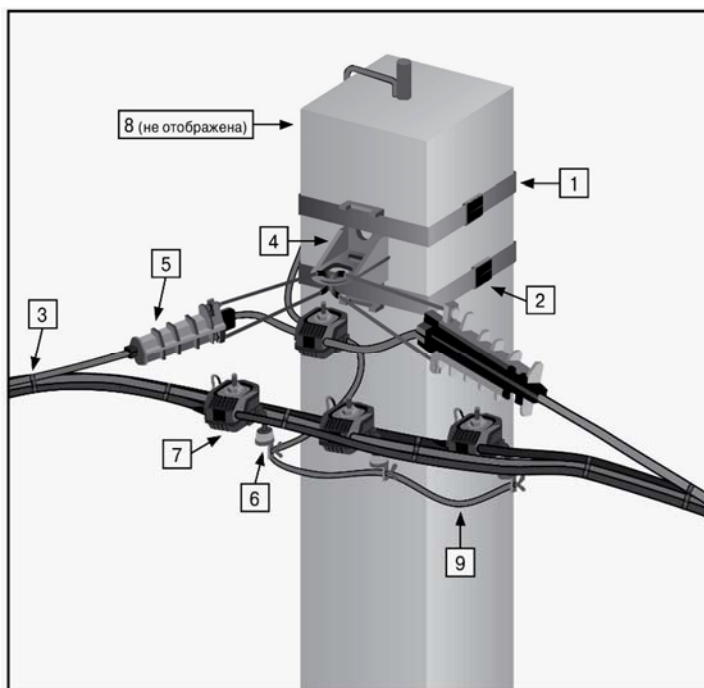


Рисунок 4.19 Двойное анкерное крепление магистральной линии СИП с установкой ограничителей перенапряжения

Таблица 4.10 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 10

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	2	м
2	C 20	Скрепы для крепления лент	2	шт.
3	KR 1	Кабельный ремешок	6	шт.
4	СА 2000	Кронштейн	1	шт.
5	РА 1500	Анкерный зажим	2	шт.
6	LVA-450-4	Ограничитель перенапряжения	3	шт.
7	ОР 645	Прокалывающий зажим	4	шт.
8	ПС-1-1	Плашечный зажим	1	шт.
9	-	Шунт заземления	3	шт.

11) Узел 11 - анкерное крепление и присоединение магистральной линии СИП к неизолированным проводам – применяется для крепления магистральной линии СИП на концевых опорах и ее перехода в неизолированную линию.

Характеристика применяемых проводов: СИП 3х50+54,6, неизолированный провод АС 4х50+1х25.

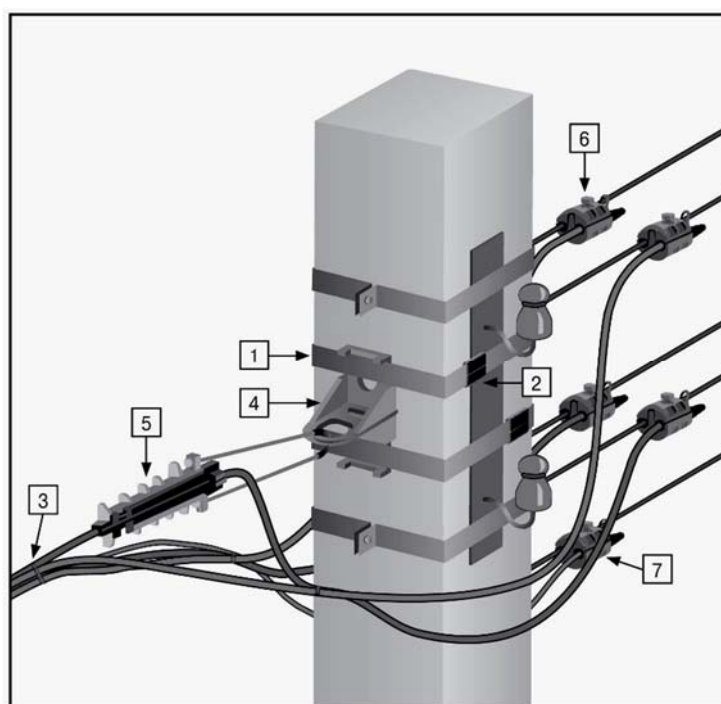


Рисунок 4.20 Анкерное крепление и присоединение магистральной линии СИП к неизолированным проводам

Таблица 4.11 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 11

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	2	м
2	C 20	Скрепки для крепления лент	2	шт.
3	KR 1	Кабельный ремешок	3	шт.
4	CA 2000	Кронштейн	1	шт.
5	PA 1500	Анкерный зажим	1	шт.
6	ZP-2	Ответвительный зажим для присоединения СИП к неизолированным проводам	4	шт.
7	ZP-1	Ответвительный зажим для присоединения СИП к неизолированным проводам	1	шт.

12) Узел 12 - двойное анкерное крепление СИП абонентского ответвления.
Характеристика применяемых проводов: СИП 2х16 без несущей нейтрали.

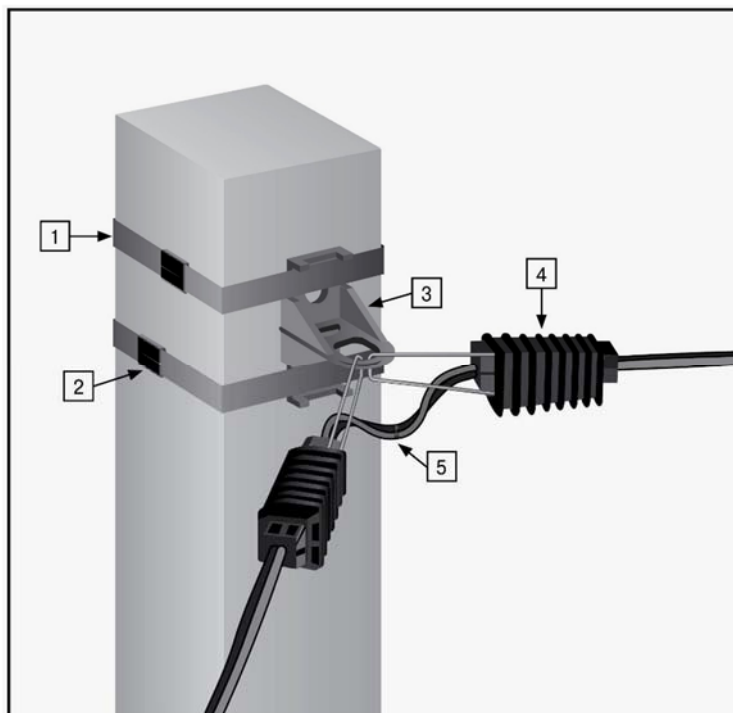


Рисунок 4.21 Двойное анкерное крепление СИП абонентского ответвления

Таблица 4.12 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 12

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	F 20.07	Монтажная лента	2	м
2	C 20	Скрепки для крепления лент	2	шт.
3	СА 2000	Кронштейн	1	шт.
4	РА 25x100	Анкерный зажим для проводов абонентов	2	шт.
5	KR 1	Кабельный ремешок	1	шт.

13) Узел 13 - анкерное и промежуточное крепление СИП абонентского ответвления на стенах зданий - применяется для крепления СИП абонентской линии при ее прокладке по стенам зданий.

Характеристика применяемых проводов: СИП 2х16 без несущей нейтрали.

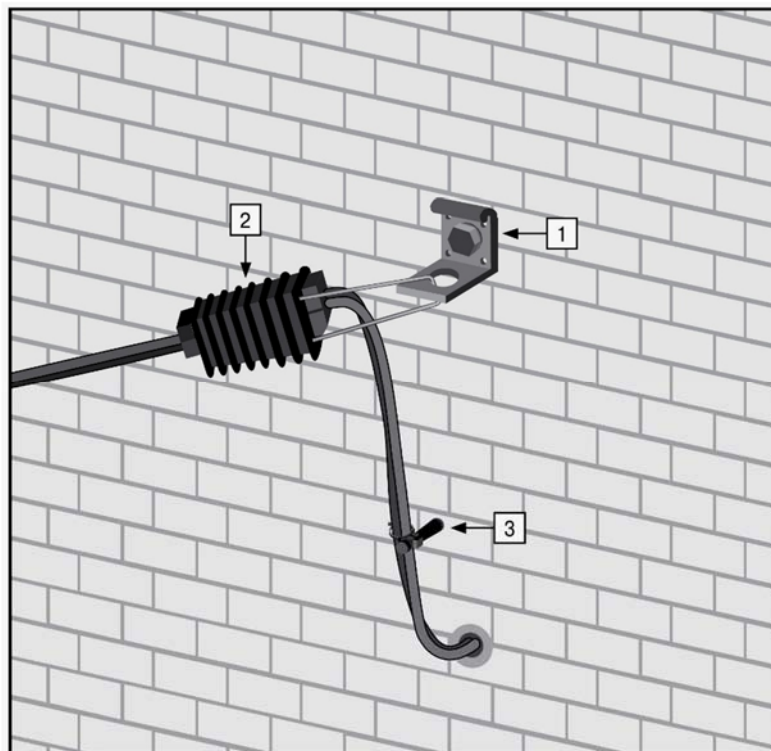


Рисунок 4.22 Анкерное и промежуточное крепление СИП абонентского ответвления на стенах зданий

Таблица 4.13 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 13

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	СА 25	Кронштейн	1	шт.
2	РА 25x100	Анкерный зажим для проводов абонентов	1	шт.
3	BRPF-1	Фасадное крепление	1	шт./ 0,7 м

14) Узел - 14 подключение линии СИП к вводно-распределительным устройствам зданий технического или производственного назначения (насосные станции, цеха, мастерские и т.д.)

Характеристика применяемых проводов: СИП 3х35+54,6 с изолированной несущей нейтралью.

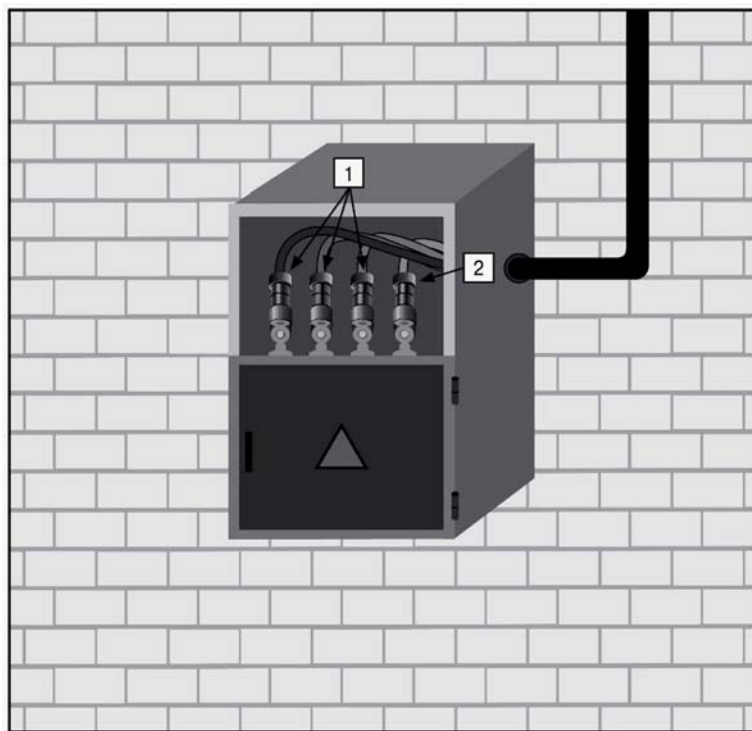


Рисунок 4.23 Подключение линии СИП к вводно-распределительным устройствам зданий технического или производственного назначения

Таблица 4.14 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 14

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	СРТАУ 35	Герметичные изолированные наконечники	3	шт.
2	СРТАУ 54	Герметичные изолированные наконечники	1	шт.

15) Узел 15 - анкерное крепление магистральной линии СИП к стене здания технического или производственного назначения (насосные станции, цеха, мастерские и т.д.).

Характеристика применяемых проводов: СИП 3х35+54,6 с изолированной несущей нейтралью.

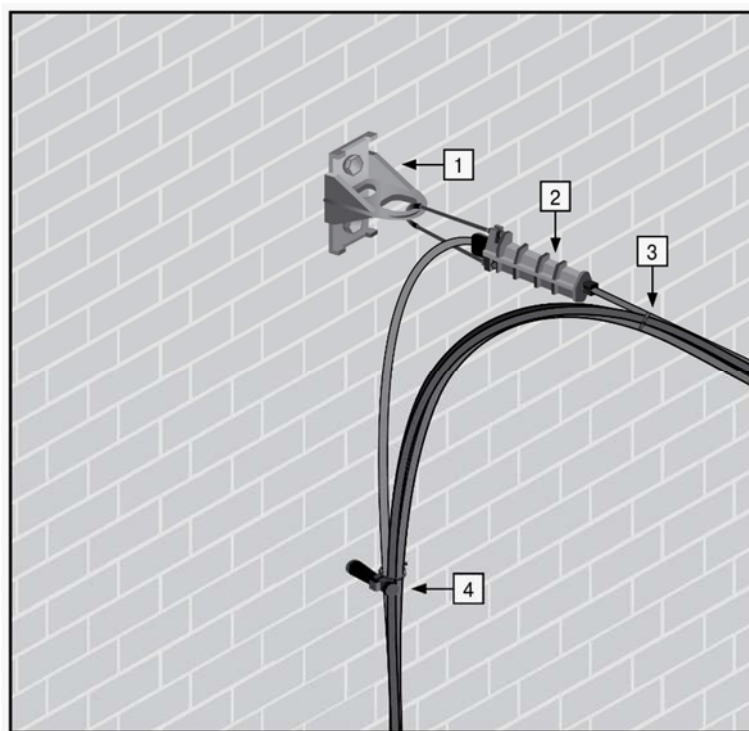


Рисунок 4.24 Анкерное крепление магистральной линии СИП к стене здания

технического или производственного назначения

Таблица 4.15 Перечень арматуры, необходимой для монтажа узла 15

№ поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Ед. измерения
1	СА 2000	Кронштейн	1	шт.
2	РА 1500	Анкерный зажим	1	шт.
3	KR 1	Кабельный ремешок	1	шт.
4	BRPF-1	Фасадное крепление	1	шт./ 0,7 м

5 ЗАЗЕМЛЕНИЕ ВЛИ 0,4 КВ С САМОНЕСУЩИМИ ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ

5.1 Общие нормативные требования к заземлению ВЛИ 0,4 кВ

Согласно ПУЭ [14] на опорах ВЛ напряжением до 1 кВ должны быть выполнены заземляющие устройства, предназначенные для повторного заземления, защиты от грозových перенапряжений, заземления электрооборудования, установленного на опорах ВЛ. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 30 Ом.

Повторные заземления нулевого провода для воздушных линий с изолированными проводами выполняются как и для воздушных линий 0,38 кВ на деревянных и железобетонных опорах.

На железобетонных опорах *PEN*-проводник следует присоединять к арматуре железобетонных стоек и подкосов опор.

Соединение заземляющих проводников между собой, присоединение их к верхним заземляющим выпускам стоек железобетонных опор, к крюкам и кронштейнам, а также к заземляемым металлоконструкциям и к заземляемому электрооборудованию, установленному на опорах ВЛ, должны выполняться сваркой или болтовыми соединениями.

Присоединение заземляющих проводников (спусков) к заземлителю в земле также должно выполняться сваркой или иметь болтовые соединения.

Сопротивление повторного заземлителя зависит от удельного сопротивления грунта ρ и от количества заземлителей на линии.

Грозозащитные заземления выполняются: на опорах через 120 м; на опорах с ответвлениями к вводам в помещения, в которых может быть сосредоточено большое количество людей (школы, ясли, больницы и др.) или представляющих большую хозяйственную ценность (животноводческие помещения, склады, мастерские и др.); на конечных опорах, имеющих ответвления к вводам; за 50 м

от конца линии, как правило, на предпоследней опоре; на опорах в створе пересечения с воздушными линиями более высокого напряжения.

Заземляющие проводники для повторных и грозозащитных заземлений следует выполнять из круглой стали или проволоки диаметром не менее 6 мм. При применении неоцинкованных заземляющих проводников необходимо предусматривать меры по защите их от коррозии.

Корпуса светильников уличного освещения, ящиков, щитков и шкафов, а также все металлоконструкции опор должны быть занулены. На железобетонных опорах для связи с заземлителем следует использовать арматуру стойки и подкоса (при наличии).

5.2 Устройство заземления ВЛИ-0,38 кВ

Устройство заземления УЗ ВЛИ производства ЗАО «МЗВА» предназначено для стационарного выполнения заземления ВЛИ-0,38 кВ в начале и в конце каждой магистрали ВЛИ, длинных линейных ответвлений, в местах установки секционирующих пунктов, а также в местах пересечения с ВЛ выше 1 кВ.

Данное устройство предназначено для заземления отключенной линии перед обслуживанием для обеспечения безопасности работ.

Устройство заземления УЗ ВЛИ устанавливается на железобетонных стойках типа СВ. Вывод проводов осуществляется снизу устройства. Степень защиты устройства – IP43 по ГОСТ 14254-96.

Общий вид устройства заземления УЗ ВЛИ и его габаритные размеры показаны на рисунке 5.1, основные технические характеристики – в таблице 5.1.



Рисунок 5.1 Общий вид устройства заземления УЗ ВЛИ и его габаритные размеры

Таблица 5.1 Технические характеристики УЗ ВЛИ

Наименование, ед. измерения	Значение
Номинальное рабочее напряжение, В	380/220
Номинальный ток, А	250
Ток термической стойкости (1 с), кА, не менее	3,2
Номинальная частота, Гц	50
Механическая износостойкость, циклов (включение – произвольная пауза – отключение)	2000
Количество полюсов, шт.	4 (3 ф. + 1 уп. осв.)
Количество шлейфов для подключения к ВЛИ, шт.	5 (3 ф. + 1 уп. осв. + 0)
Длина шлейфов проводов, м	6
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	У1
Масса, кг, не более	15

Дверь УЗ ВЛИ имеет уплотнение из резинового профиля и запорно-натяжное устройство. УЗ ВЛИ имеет защитный козырёк, предохраняющий от

затекания воды во внутрь. Конструкцией УЗ ВЛИ предусмотрена возможность замены коммутационных аппаратов без его демонтажа.

Схема установки УЗ ВЛИ на опоре показана на рисунке 5.2. Перечень позиционных обозначений, принятых на рисунке, приведен в таблице 5.2.

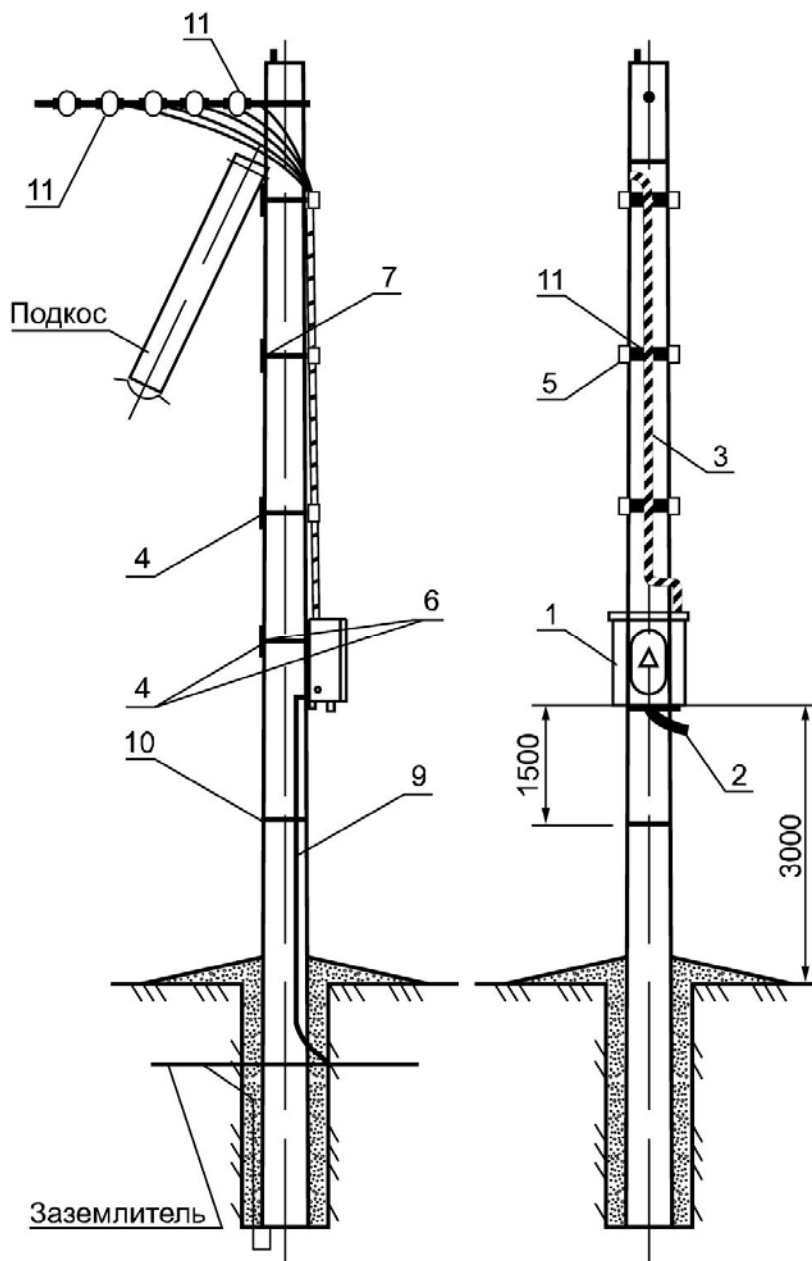


Рисунок 5.2 Схема установки УЗ ВЛИ на опоре

Таблица 5.2 Перечень позиционных обозначений рисунка 5.2

№ поз. обозн.	Наименование	Кол-во	Примечание
1	2	3	4
1	Устройство заземления УЗ ВЛИ	1	
2	Ручной привод	1	В комплекте с УЗ ВЛИ
3	Шлейфы проводов подключения к ВЛИ (СИП-2 3x35+54,6 + 16)	5	В комплекте с УЗ ВЛИ
4	Стяжка	5	В комплекте с УЗ ВЛИ
5	Стяжка	3	В комплекте с УЗ ВЛИ
6	Шпилька	4	В комплекте с УЗ ВЛИ
7	Шпилька	6	В комплекте с УЗ ВЛИ
8	Хомут	3	В комплекте с УЗ ВЛИ
	Стальные конструкции:		
9	Круг d = 10 мм	3,5 м	
10	Хомут Х-181	1	С плоской планкой
	Линейная арматура:		
11	Зажим ОР-645	5	

Электрическая схема подключения УЗ ВЛИ приведена на рисунке 5.3.

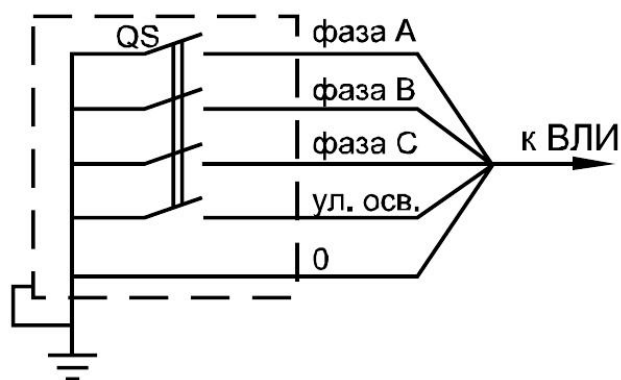


Рисунок 5.3 Электрическая схема подключения УЗ ВЛИ

5.3 Устройство повторного заземления

В соответствии с требованиями ПУЭ [14], на опоре ВЛИ 0,4 кВ с СИП, где выполнено повторное заземление и заземление для защиты от атмосферных перенапряжений, кронштейны и другие металлические элементы опор должны иметь электрическое соединение с верхним заземляющим проводником. Сегодня вышеуказанные требования реализуются в основном креплением обычного стального заземляющего проводника типа ЗП-6 (диаметром 6 мм) под стальную монтажную ленту, которой производится крепление элементов арматуры для подвески проводов СИП на опоре. Такое крепление отрицательно влияет на прочность крепления арматуры к стойке опоры, а также не соответствует требованию ПУЭ по болтовому соединению заземляемых элементов и заземляющих проводников.

Для решения данной проблемы ЗАО «МЗВА» разработало для ВЛИ 0,4 кВ с СИП специальные гибкие заземляющие проводники типа ЗП1М и ЗП2М (рисунок 5.4, а также специальные зажимы типа КЗР1 и КЗР2 для обеспечения болтового присоединения вышеуказанных проводников к элементам арматуры опор. Кронштейны на опоре ВЛИ присоединяются к верхнему заземляющему проводнику железобетонной стойки с помощью гибких заземляющих проводников ЗП1М или ЗП2М путем зажатия «флажков» заземляющих проводников болтом М10 на зажимах КЗР1, устанавливаемых на анкерных кронштейнах, или КЗР2, устанавливаемых на кронштейнах комплектов промежуточной подвески СИП. Сами гибкие заземляющие проводники ЗП1М или ЗП2М присоединяются к верхнему заземляющему проводнику железобетонной стойки с помощью зажимов ПС-1-1. Плашечные зажимы типа ПС применяются для соединения стальных заземляющих проводников.

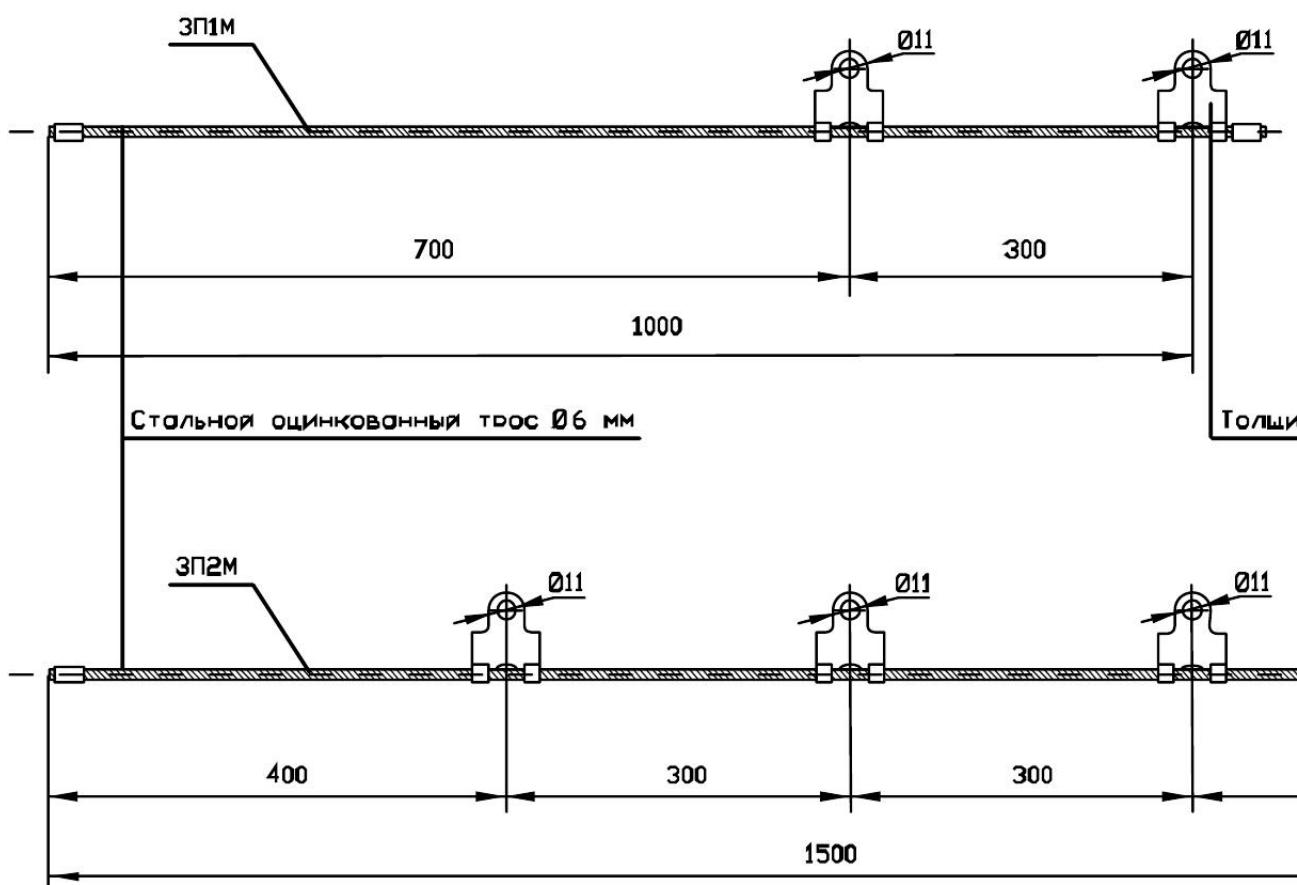


Рисунок 5.4 Специальные гибкие заземляющие проводники типа ЗП1М и ЗП2М

Пример типового решения по организации заземления на промежуточной ответвительной опоре показан на рисунке 5.5.

Согласно ПУЭ [14], на железобетонных опорах PEN-проводник следует присоединять к арматуре стоек и подкосов опор. В данном случае присоединение к PEN-проводнику выполняется гибким заземляющим проводником ЗП1М (ЗП2М) без натяжения (с образованием петли), что исключает возможность вырывания заземляющего проводника из зажима, которым осуществляется его соединение с PEN-проводником, при неизбежных колебаниях магистральных проводов ВЛИ. Присоединение к PEN-проводнику непосредственно верхним заземляющим проводником стойки не допускается.

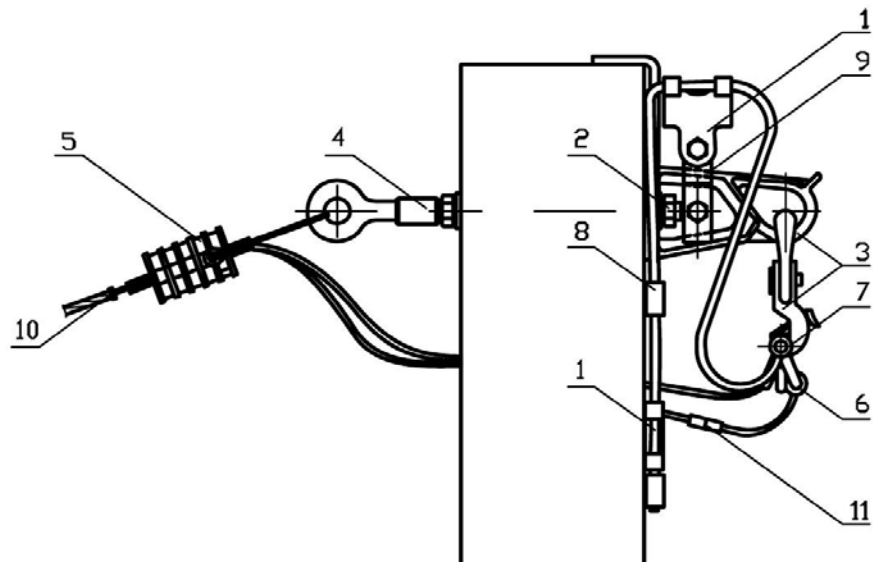


Рисунок 5.5 Выполнение заземления на промежуточной ответвительной опоре

На рисунке 5.5 приняты следующие обозначения: 1 - заземляющий проводник ЗП1М; 2 - монтажная шпилька MSH 16/265; 3 - комплект промежуточной подвески Е5 1500; 4 - гайка-рым GP 16; 5 - натяжной зажим PA25x100; 6 - зажим OP-645 для ответвления от магистрали; 7 - зажим ZP-2; 8 - зажим ПС-1-1; 9 - зажим KZP-2; 10 - кабельный ремешок KR-1; 11 - предохранительная вставка PV16-D.

6 ПРИЕМКА ВЛИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Приемка воздушных линий с изолированными проводами в эксплуатацию производится в соответствии с требованиями правил приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов распределительных сетей напряжением 0,38...20 кВ. Каждая воздушная линия с изолированными проводами, вводимая в эксплуатацию, должна быть подвергнута приемосдаточным испытаниями в соответствии с требованиями ПУЭ [14].

В объем испытаний входят:

1) Выборочная (2...15 % общего количества) проверка качества контактной и соединительной арматуры на соединениях и ответвлениях фазных проводов и проводов уличного освещения ВЛИ. Проверку качества всех соединений несущей жилы СИП следует производить путем внешнего осмотра и измерения электрического сопротивления контакта. Спрессованные соединения нулевой несущей жилы СИП бракуются в тех случаях, если: геометрические размеры (длина и диаметр опрессованной части) не соответствуют требованиям инструкции по монтажу соединительных зажимов; кривизна спрессованного зажима превышает 3 % его длины; на поверхности соединительного зажима имеются трещины и следы механических повреждений. Если электрическое сопротивление на участке соединения более чем на 20 % отличается от сопротивления на целом участке жилы той же длины, контакт также бракуется.

2) Контроль маркировки жил в соединительных и ответвительных зажимах.

3) Измерение сопротивления изоляции жил самонесущего изолированного провода. Проводится мегомметром на 1000 В между фазными проводами, фазными проводами и проводами уличного освещения, нулевым проводом и всеми проводами. Величина сопротивления должна быть не менее 0,5 МОм.

4) Испытание изоляции линии повышенным напряжением. Проводится мегомметром на 2500 В в объеме, указанном в п. 3, при этом величина сопротивления изоляции не нормируется. ВЛИ считается выдержавшей

испытания, если не произошло пробоя изоляции. После проведения испытаний для снятия за рядного тока все провода ВЛИ должны кратковременно заземляться.

5) Проверка заземляющих устройств включает: осмотр элементов заземляющих устройств в доступных пределах, при этом обращают внимание на сечение проводников, качество сварки и болтовых соединений; контроль наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами; измерение сопротивлений заземлителей; измерение общего сопротивления всех заземлителей нулевого рабочего провода ВЛИ; измерение тока однофазного короткого замыкания на нулевой провод или полного сопротивления петли «фаза-нуль» с последующим вычислением тока однофазного замыкания.

6) Проверка стрел провеса самонесущего изолированного провода и габаритов.

Если при приемке ВЛИ в эксплуатацию будет установлено нарушение требований при ее строительстве и монтаже, указанных в п. 5 и 6, то данная линия не должна приниматься в эксплуатацию.

В перечень документации, представляемой при приемке ВЛИ в эксплуатацию и передаваемой заказчику подрядной организацией, входят:

- проект линии, скорректированный и согласованный с заказчиком (исполнительная схема сети);
- исполнительный чертеж трассы, выполненный в масштабе 1:500;
- материалы по согласованию трассы ВЛИ;
- протокол заводских испытаний (сертификат) на СИП;
- акты о состоянии СИП на барабанах;
- сертификаты на линейную арматуру и опоры;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- протокол измерений сопротивления изоляции;
- уставки защиты, протоколы наладки коммутационных и защитных аппаратов линии (автоматических выключателей, предохранителей, реле нулевой защиты и др.);

- протокол замеров токов однофазного короткого замыкания в конце линии или сопротивления петли «фаза - нуль» с указанием токов короткого замыкания;
- протокол испытаний заземляющих устройств;
- акты приемки переходов и пересечений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алиев И. И. Электрические аппараты [Текст] : справочник / И. И. Алиев, М. Б. Абрамов. – М.: Изд-во Радио Софт, 2004. – 256 с.
2. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст] / И. А. Будзко, Н. М. Зуев. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Водяников В. Т. Экономическая оценка энергетики АПК [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Т. Водяников. – М.: ИКФ «ЭКМОС», 2002. – 304 с.
4. Зотов Б. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве [Текст] / Б. И. Зотов, В. И. Курдюмов. – М.: Колос, 2000. – 424 с.
5. Линейная арматура и изоляторы для ВЛ 0,4–35 кВ [Текст] : каталог. – Южноуральск : ЗАО «МЗВА» 2009. – 112 с.
6. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [Текст] : ПОТ РМ–016–2001 : РД 153.34.0–03.150–00. – Введ. 2001–01–07. – СПб. : Издательство ДЕАН, 2003. – 208 с.
7. Методические рекомендации по монтажу и ремонту самонесущих изолированных проводов и арматуры на ВЛ 0,4 кВ [Электронный ресурс] / А.Н. Жулёв ОАО. – «ФСК ЕЭС». – Режим доступа http://www.energosp.ru/UserFiles/files/bookpart/metodicheskie_rekomendachii.pdf – 04.05.2013.
8. Монтаж воздушной линии с самонесущими изолированными проводами (СИП) [Электронный ресурс] : иллюстрированное практическое руководство / ЗАО НИЦ «СТАРИНФО». – Режим доступа <http://www.starinfo-nic.ru>. – 21.04.2013.
9. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации [Электронный ресурс] : рабочая программа дисциплины для подготовки бакалавров по направлению 110800 «Агроинженерия» / Е. И. Мухортова. – Официальный сайт БашГАУ. – Режим доступа <http://www.bsau.ru/>. - 12.03.2013.

10. Одноцепные, двуцепные и переходные железобетонные опоры ВЛИ 0,38 кВ с СИП-2 с линейной арматурой ЗАО «МВЗА» и вводными изоляторами ЗАО «ИНСТА» [Текст] : Шифр 26.0085 / Альбом 1. – Опоры с креплением кронштейнов при помощи нержавеющей стальной ленты. – М. : НТЦ Электроэнергетики, 2006. – 112 с.

11. Одноцепные, двуцепные и переходные железобетонные опоры ВЛИ 0,38 кВ с СИП-2 с линейной арматурой ЗАО «МВЗА» и вводными изоляторами ЗАО «ИНСТА» [Текст] : Шифр 26.0085 / Альбом 2. – Опоры с креплением кронштейнов и траверс при помощи болтов и хомутов. – М. : НТЦ Электроэнергетики, 2006. – 123 с.

12. Одноцепные, двухцепные и переходные железобетонные опоры ВЛИ 0,38 кВ с проводами типа СИП-2А с линейной арматурой ООО «СИКАМ» [Текст] : типовой проект : 26.0008 / ОАО РАО «ЕЭС России», 2006. – М.: ОАО «РОСЭП». – 113 с.

13. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (ПУ ВЛИ до 1 кВ) [Электронный ресурс] / Руководящие документы по энергетическому комплексу. – Утв. РАО «ЕЭС России» 06.10.1997. – Режим доступа <http://en-doc.ru/ru-vli-do-1-kv>. – 04.05.2013.

14. Правила устройства электроустановок [Текст] / Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7.- 7-е изд.- Новосибирск. : Сибирское университетское издательство, 2008. – 853 с.

15. Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия [Текст] : ГОСТ Р 52373 – 2005 / ОАО «ВНИИКП». – Введ. 01.07.2006. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2006. – 20 с.

16. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Текст] : СП 31-110-2003 : СППС / Введ. 01.01.2004; взамен ВСН 59-88. – М. : Промстройпроект, 1994. – 59 с.

17. Справочник по кабельно-проводниковой продукции [Электронный ресурс] : ОАО «Фариаль». – Режим доступа <http://www.farial.ru/>. – 04.05.2013.

18. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере [Электронный ресурс] : ТОИ Р-45-084-01 / Введ. 2001-01-06. – Информационный портал "ОХРАНА ТРУДА В РОССИИ". – Режим доступа http://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/168/2971/ – 04.04.2013.

19. Трудовой кодекс Российской Федерации [Текст]: кодекс №197-ФЗ от 30.12.2001. – Собрание законодательства РФ, 2002. – 28 с.