

**ИНСТРУКЦИЯ**  
**по применению линейной арматуры**  
**Объединения СЕКТОР ЭНЕРГО**  
**ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ**  
**ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,38 кВ**  
**С САМОНЕСУЩИМИ ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ**

**2014 г.**

Настоящая Инструкция составлена с учетом накопленного опыта строительства и эксплуатации ВЛ 0,38 кВ с изолированными проводами (ВЛИ) в различных регионах России, СНГ и Европы.

В Инструкцию включены требования Правил Устройства Электроустановок (ПУЭ) 7-го издания, главы 2.4 ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ДО 1 кВ., главы 2.5 ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ.

Инструкция предназначена для персонала энергосетевых предприятий и других организаций, осуществляющих строительство, техническое обслуживание и ремонт ВЛИ 0,38 кВ с СИП.

#### Оглавление

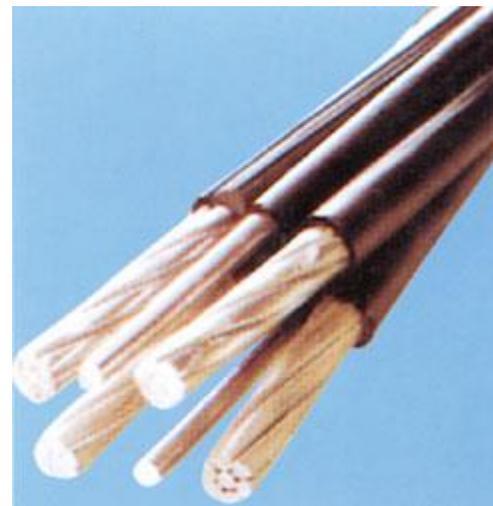
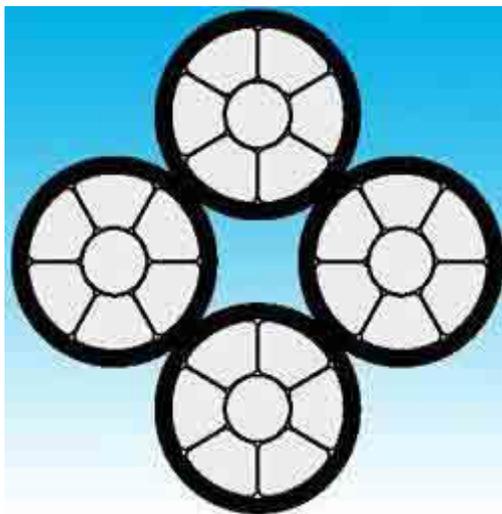
- ◆ 1. Введение
- ◆ 2. Строительство ВЛИ 0,38кВ
- ◆ 3. Этапы строительства ВЛИ 0,38кВ
- ◆ 4. Выполнение ответвлений от магистральной линии ВЛИ 0,38кВ

## 1. Введение

Пока большее распространение в России имеет система СИП-2: французская «Торсада» или финская АМКА-Т, по европейскому гармонизированному стандарту HD 626, с изолированным несущим нулевым проводом, вокруг которых скручены изолированные фазные провода.

Более современная система, разработана в Германии, в этой системе отсутствует отдельный несущий элемент, т.е. все фазные и нулевой провод выполняют несущие функции. Из-за очевидных преимуществ по механической прочности, экономической выгоде и обеспечению безопасности работы оборудования потребителей электроэнергии, в качестве основной она используется в Германии, Швеции, Норвегии, Великобритании, Польше, Чехии, Словакии, в Украине, Белоруссии и Казахстане.

По российской терминологии четырехпроводная система обозначается как СИП-4, СИПс-4, СИПн-4, СИП-5 или *четырёхпроводная система*. В России применение СИП-4 растет все больше, уже практически все кабельные заводы выпускают СИП-4 по полной номенклатуре от  $2 \times 16 \text{ мм}^2$  до  $4 \times 120 \text{ мм}^2$ , серийно выпускается отечественная линейная арматура с высокими качественными характеристиками. Большим опытом строительства и эксплуатации четырехпроводных систем обладают энергетики в Калининградской, Оренбургской, Саратовской области и Красноярском крае.



Самонесущие изолированные провода 0,4-1 кВ. СИП-4. СИП-5

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание. Раздел 2. ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. Глава 2.4  
Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ. Утверждена приказом Минэнерго России от 20 мая 2003 г. N 187

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

К магистрали ВЛ могут быть присоединены линейные ответвления или ответвления к вводу.

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).

Ответвление от ВЛИ допускается выполнять в пролете.

2.4.14. По условиям механической прочности на магистралях ВЛ, на линейном ответвлении от ВЛ и на ответвлениях к вводам следует применять провода с минимальными сечениями, указанными в табл.2.4.1 и 2.4.2.

Таблица 2.4.1 Минимально допустимые сечения изолированных проводов

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

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

2.4.16. Магистраль ВЛ, как правило, следует выполнять проводами неизменного сечения.

Сечения фазных проводов магистрали ВД рекомендуется принимать не менее 50 мм.

2.4.17. Механический расчет проводов должен производиться по методу допустимых напряжений для условий, указанных в 2.5.38-2.5.74. При этом напряжения в проводах не должны превышать допустимых напряжений, приведенных в табл.2.4.3, а расстояния от проводов до поверхности земли, пересекаемых сооружений и заземленных элементов опор должны отвечать требованиям настоящей главы.

Таблица 2.4.3 Допустимое механическое напряжение в проводах ВЛ до 1 кВ

Провод	Допустимое напряжение, % предела прочности при растяжении	
	при наибольшей нагрузке и низшей температуре	при среднегодовой температуре
СИП сечением 25-120 мм	40	30

2.4.18. 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.

В ПУЭ (7-е издание) разделе 2, главы 2.4 п.п.2.4.2 дано определение: «Воздушная линия электропередачи напряжением до 1 кВ с применением самонесущих изолированных проводов (СИП) обозначается ВЛИ. **Самонесущий изолированный провод** - скрученные в жгут изолированные жилы, причем несущая жила может быть как изолированной, так и неизолированной. Механическая нагрузка может восприниматься или несущей жилой, или всеми проводниками жгута».

СИП-4 - провод без несущего троса, в котором 4 проводника изготовлены из уплотненных алюминиевых жил равного сечения. Изоляцией в этих проводах является термопластичный атмосферостойкий полиэтилен высокого давления (ПЭВД).

Температурные характеристики изоляции:

- 70°C в долговременном режиме, (90°C - СИПс-4),
- 80°C в режиме длительной перегрузки (до 8 часов в сутки) (130°C - СИПс-4)
- 135°C в режиме токов КЗ (250°C - СИПс-4).

*Четырехпроводная система является наиболее перспективной и прогрессивной.*

Все изолированные проводники скручены между собой. Крепление такого провода осуществляется как в анкерных, так и в поддерживающих зажимах сразу за все 4 провода, поэтому и суммарная прочность и суммарная допустимая нагрузка в этом проводе в два с лишним раза больше, чем в несущем тросе провода СИП-2 равного сечения.

Следует отметить, что при скрутке проводов СИП-4 используется новая технология, обеспечивающая самосброс налипшего мокрого снега и гололеда. Принцип сбрасывания снега основан на нарушении состояния неустойчивого равновесия под действием дополнительной нагрузки от мокрого снега.

Провод СИПн-4 (по техническим параметрам аналогичен СИП-4) применяется в условиях с повышенными требованиями по пожарной безопасности.

Большая разрывная прочность проводов СИП-4 позволяет увеличить расстояние между опорами и уменьшить потребность в арматуре для линии электропередачи.

На отечественных кабельных заводах выпускается СИП-4 следующих сечений:

2x16мм<sup>2</sup>; 2x25мм<sup>2</sup>; 2x35мм<sup>2</sup>, а также 4x16мм<sup>2</sup>; 4x25мм<sup>2</sup>; 4x35мм<sup>2</sup>; 4x50мм<sup>2</sup>; 4x70мм<sup>2</sup>; 4x95мм<sup>2</sup> и 4x120мм<sup>2</sup>.

В жгут от 4x35мм<sup>2</sup> также может быть добавлен один, а от 4x70мм<sup>2</sup> до 4x120мм<sup>2</sup> два дополнительных провода освещения или контрольных цепей сечением 25мм<sup>2</sup> либо 35мм<sup>2</sup>.

## 2. Строительство ВЛИ 0,38кВ

### 2.1 Опорные конструкции

ВЛИ 0,38кВ представляет собой воздушную линию электропередачи напряжением 0,38 кВ с изолированными скрученными в жгут проводами (СИП), проложенными без изоляторов вне помещений на опорах, стенах зданий и сооружениях и между ними с применением специальной линейной арматуры.

Провода ВЛИ 0, 38 кВ могут подвешиваться на опорах других ВЛ напряжением 0, 38-20 кВ.

В сравнении с техническими требованиями, предъявляемыми к ВЛ с голыми проводами, правила подбора опор для ВЛИ не изменились. Они проектируются не в зависимости от типа и предназначения линии электропередачи, а учитывая допустимые значения нагрузки на опоры.

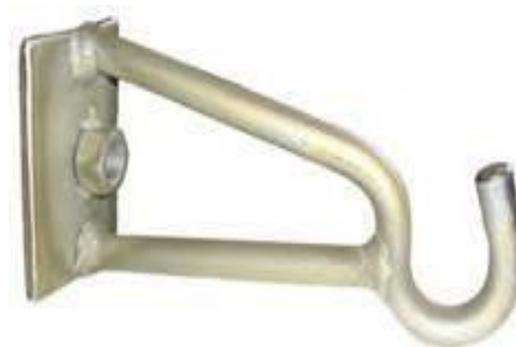
Воздушные линии с изолированными проводами 0, 38 кВ сооружаются в соответствии с требованиями Правил Устройства Электроустановок, издание 7, 2003 года.

### 2.2. Линейная арматура

- Простой и надежный монтаж изолированной линии на опорных конструкциях обеспечивается применением крюков, выдерживающих соответствующую механическую нагрузку, изготовленных из стали с атмосферостойким цинковым покрытием.

Крепление поддерживающих и натяжных зажимов к опорам ВЛИ, стенам зданий и сооружениям выполняется с помощью крюков и кронштейнов:

1. Крюки бандажные **КБ-1, КБ-2** для крепления при помощи стальной ленты;
2. Крюки наружного угла **КНУ-1, КНУ-2**



3. Крюки сквозные для стоек **КС-1, КС-2,..... КС-14;**



4. Крюки накручивающиеся **КН-1, КН-2**



5. Узлы крепления на всех видах опор **УК ;**



6. Траверы **ТК-1;**

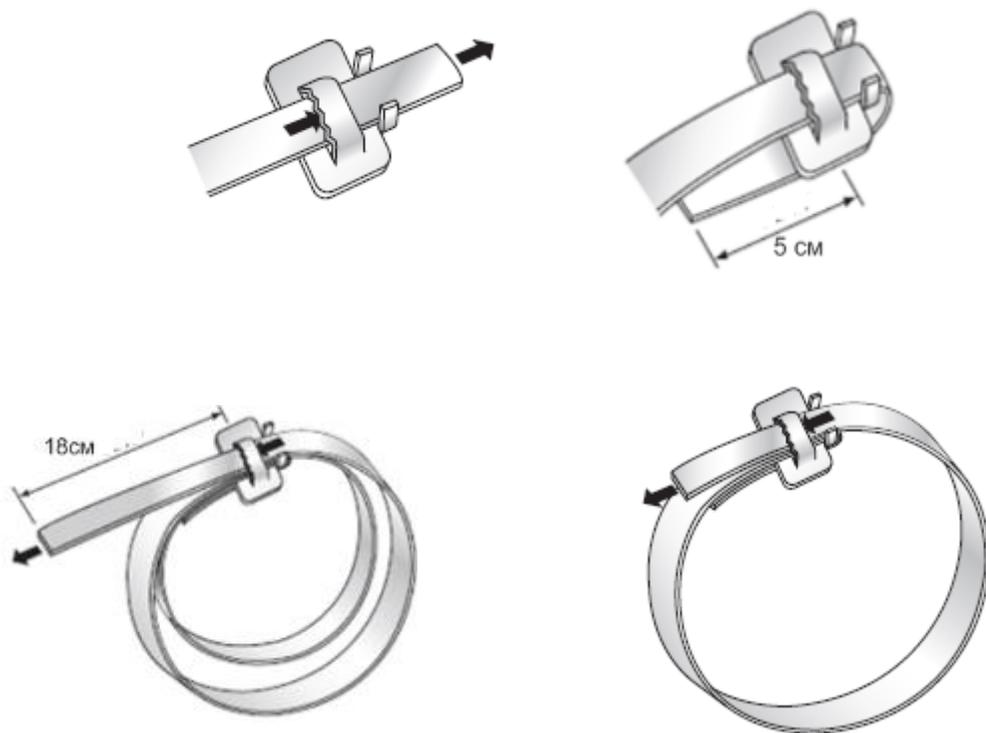


**ТК-2** и др.



### 2.2.1 Бандажные крюки

Эти крюки применяют для крепления на них анкерных **ЗА1 ÷ ЗА5** и поддерживающих зажимов **ЗПУ-1, ЗПУГ** и др., удерживающих СИП за все четыре жилы жгута. К опоре бандажные крюки крепятся стальной бандажной лентой **ЛБ-1** с фиксацией конца ленты скрепами **A200** или бугелями **B200** из нержавеющей стали. Скрепа (бугель) должна находиться напротив бандажного крюка с противоположной стороны опоры. Количество бандажных крюков при креплении их одним комплектом бандажной ленты не должно превышать 2-х штук при использовании их для крепления анкерных зажимов магистральной линии **ЗА-4, ЗА-5** и 4-х штук для крепления анкерных зажимов для устройства ответвлений потребителей **ЗА-1, ЗА-2, ЗА-3**.



### 2.2.2 Натяжение стальной ленты

Для натяжения и обрезания стальной бандажной ленты, применяется специальное устройство – инструмент **OPV**, состоящий из корпуса с режущей головкой и подвижной части для фиксации ленты.

Монтаж выполнять нужно в следующей последовательности:

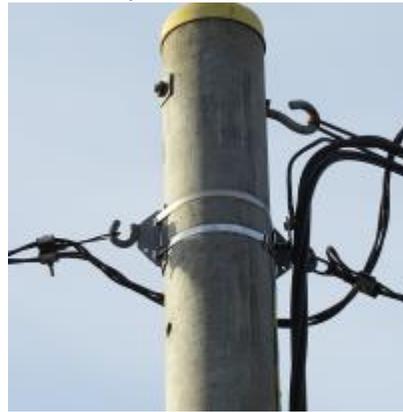
1. Отрезать стальную ленту требуемой длины, для этого можно использовать инструмент **OPV**
2. В щель скрепы вставить стальную ленту на длину примерно 5см, так, чтобы «усики» скрепы находились с короткой стороны ленты. Затем конец ленты подогнуть, можно для этого использовать пассатижи, либо молоток.
3. Вставить ленту в монтажное отверстие бандажного крюка, обернуть опору и снова вставить ленту в монтажное отверстие крюка и затем в щель скрепы. В случае крепления крюка двумя витками ленты – нужно повторить действия п.3.
4. Свободный конец ленты заправить в щелевые отверстия режущей головки и подвижной части инструмента **OPV**. Подвижная часть должна находиться максимально близко к режущей головке. Рычаг ножа при этом должен находиться у корпуса.
5. Прижать рычаг подвижной части инструмента к корпусу, заблокировав в ней таким образом стальную ленту. Вращением воротка по часовой стрелке осуществить натяжение ленты до момента пока не почувствуется сопротивление растягиваемой ленты. Затем загнуть ленту через скрепу, одновременно немного ослабляя натяжение ленты вращением воротка против часовой стрелки. Обрезать остаток ленты, повернув рычаг режущей головки в сторону от корпуса.
6. Зафиксировать конец ленты, загнув «усики» скрепы с помощью молотка.

### 2.2.3. Крепление бандажных крюков

Бандажные крюки **КБ** и **КНУ** на анкерных и угловых опорах крепятся двумя витками стальной ленты в верхнем отверстии и одним витком в нижнем монтажном отверстии крюка.

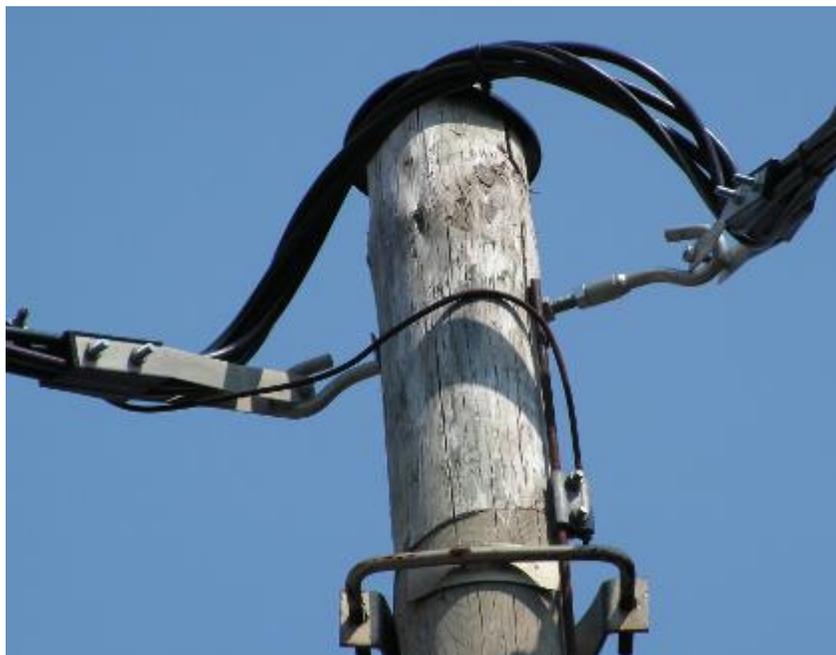
Бандажный крюк **КБ** для поддерживающего зажима **ЗПУ** на промежуточных опорах крепится одним витком в верхнем отверстии и одним витком в нижнем отверстии крюка. Правильный монтаж ленты гарантирует ее способность выдержать расчетную нагрузку.

Необходимо помнить, что в случае крепления бандажного крюка двумя витками, оба витка стальной ленты должны пройти внутри скрепы.



### 2.2.3. Установка сквозных крюков

Крюки сквозные **КС** используются для установки на деревянных опорах в предварительно просверленных отверстиях, либо в штатных отверстиях железобетонных опор. Применяя сквозные **КС** и накручивающиеся крюки **КН** можно простым способом монтировать параллельные линии СИП.



## 3. Этапы строительства ВЛИ 0,38кВ

### 3.1. РАЗВЕШИВАНИЕ РАСКАТОЧНЫХ РОЛИКОВ НА ОПОРАХ И ПРОТЯЖКА ПО НИМ ЖГУТА СИП

На крюках развешиваются раскаточные ролики таким образом:

1. На промежуточных опорах – одиночные ролики **РР-1**;
2. На опорах, с углом излома линии от  $90^\circ$  до  $150^\circ$  - ролики **РР2**



3. На угловых опорах, где угол излома линии проходит с внешней стороны опоры, чаще всего при строительстве ВЛИ с двумя параллельными жгутами СИП (обычно там монтируют крюки наружного угла **КНУ-1, КНУ-2**), развешивают ролики специальной конструкции **РР НУ**.

Применение раскаточных роликов обязательно для защиты СИП от повреждения во время натяжения провода при строительстве ВЛИ. Натягивание СИП нужно осуществлять лебедками, специально для этого приспособленными. Любой контакт СИП с землей может привести к повреждению его изоляции. Провод с такой изоляцией, закрепленный в анкерных либо поддерживающих зажимах не гарантирует нормальной работы ВЛИ. Загрязнение поверхности СИП оказывает негативное влияние на электрический контакт при установке на СИП соединительных зажимов, пробивающих изоляцию.

Монтаж СИП с помощью троса - лидер (каната) для натяжения нужно осуществлять с применением механических лебедок, монтируемых на автомобиле, либо прицепе, либо непосредственно на опоре. Достаточная сила натяжения, которая обеспечивает правильное раскручивание жгута сечением до  $4 \times 120 \text{ мм}^2 + 2 \times 35 \text{ мм}^2$  – сила 400 кгс.



### 3.2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНТАЖА ВЛИ - 0.38кВ



Вертлюг **H 041** служит для обеспечения правильного Разматывания жгута провода СИП с барабана.



Чулки для жгута СИП применяется для соединения троса - лидер (каната) с изолированным проводом в процессе раскатывания СИП по роликам. Чулки **ЧМ1** либо **ЧМ2** изготовлены из пластиковых нитей и позволяют выполнять монтаж ВЛИ ниже действующей ВЛ с голыми проводами под напряжением до 1000В.



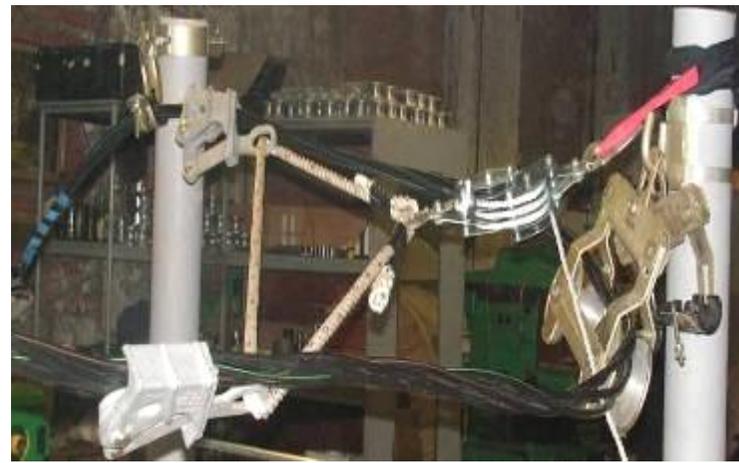
Для соединения чулка с вертлюгом применяют специальные фиксаторы **H026**. Фиксаторы изготовлены из стали и покрыты антикоррозионным составом.



Для правильного надевания изоляционного чулка на жгут СИП необходимо предварительно обрезать жилы провода, причем каждая следующая с конца провода жила обрезается короче предыдущей, примерно на 10 см.



Чулок надевается на жгут СИП, и через вертлюг и фиксатор крепится к тросу-лидеру (канату) сечением минимум 10мм.

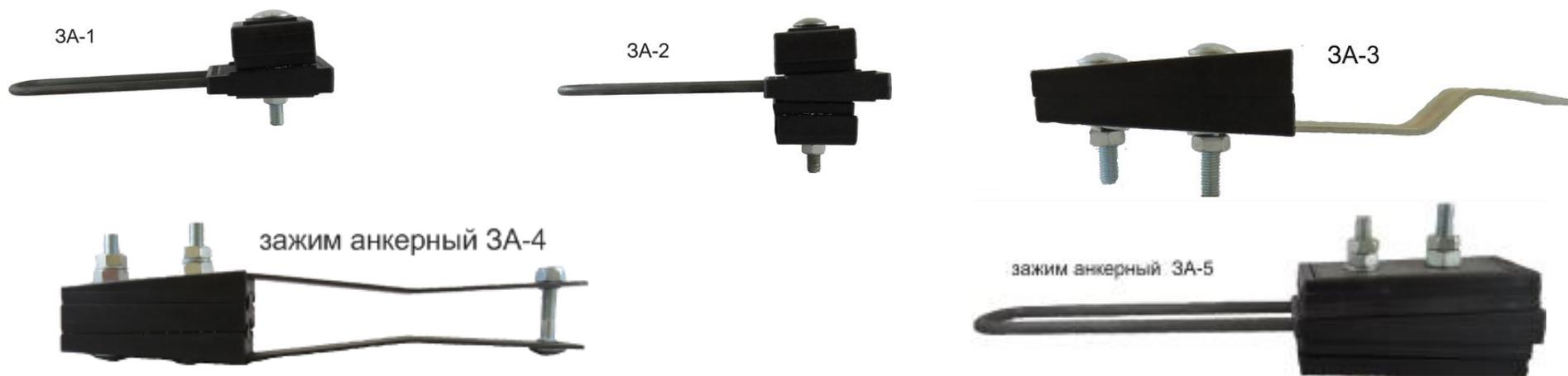


Барабан, на котором намотан СИП необходимо соответствующим образом установить на стойку, оборудованную тормозом. Обычно применяются стойки с механической либо гидравлической системой поднимания барабана. Несущая способность стойки подбирается в зависимости от веса барабана. Стойка с барабаном должна быть установлена на прочной и ровной поверхности. Во время разматывания жгута СИП необходимо поддерживать постоянную связь между рабочими, управляющими лебедкой и стойкой с барабаном. Раскручивание барабана можно прекратить в тот момент, когда натягиваемый конец жгута СИП спустится с ролика на концевой либо угловой опоре. В это время можно приступить к монтажу анкерного зажима на опоре со стороны стойки с барабаном.



### 3.3. ТИПЫ И МОНТАЖ АНКЕРНЫХ ЗАЖИМОВ

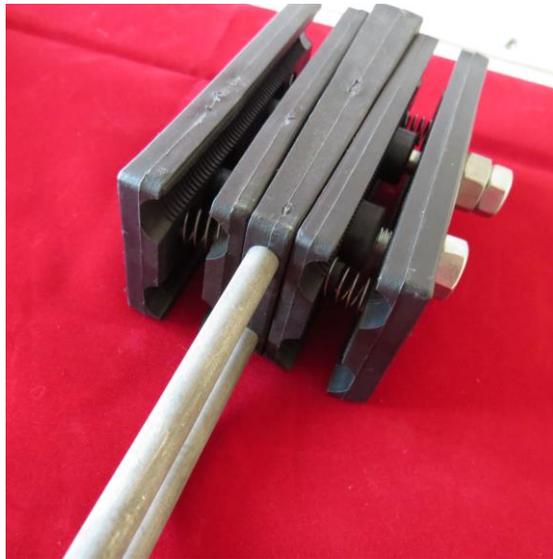
Анкерные зажимы **ЗА-1**, **ЗА-2**, **ЗА-3**, **ЗА-4**, **ЗА-5** служат для крепления натянутого жгута магистральной линии СИП и ответвлений к опорам либо фасадам зданий. Конструкция анкерных зажимов позволяет надежно удерживать в них изолированный провод и защищает изоляцию жил провода от механических повреждений.



Анкерные зажимы сконструированы так, чтобы упростить их монтаж на жилах СИП. Правильная установка анкерных зажимов гарантирует надежное крепление в них изолированных проводов воздушной линии, ее безаварийную работу.

Начинать монтаж анкерных зажимов нужно с раскручивания болтовых соединений, которыми зажим затем стягивается.

Раскручивать зажим нужно до тех пор, пока прижимные колодки не раскроются на достаточную величину.  
Необходимо помнить, что в анкерный зажим устанавливаются только четыре провода – три фазных и нейтральный провод.



В анкерном зажиме **ЗА-4** внутренний клин должен быть максимально выдвинут в сторону опоры, к которой он крепится.



Правильное положение пластины

Неправильное положение пластины

Распорный внутренний клин в **ЗА-1, ЗА-2** и **ЗА-5** должен быть максимально выдвинут в сторону натянутой линии.



Распорный клин установлен правильно.

Распорный клин установлен правильно.

Распорный клин установлен неправильно

3.3.1 Уложив между прижимными колодками жилы провода необходимо закрутить стягивающие болты с усилием указанным на внешней стороне корпуса зажима либо в паспорте на изделие. Для этого применяется динамометрический ключ **HD** с насадкой **HNL**. Провода освещения, вплетенные дополнительно в жгут с четырьмя основными проводами в анкерный зажим не устанавливаются.



В зависимости от длины пролета и сечения жгута СИП, установку анкерных зажимов можно осуществлять на земле либо на опоре.



1. Установка зажима на земле



2. Установка зажима на опоре

Перед установкой анкерного зажима на земле, необходимо поднять провод к крюку на опору и отметить место на жгуте провода, в котором анкерный зажим должен быть закреплен. Для этого на жгут СИП устанавливают монтажный зажим для натяжения СИП **H 023**, который в свою очередь привязывают к бесконечному канату **H 019RF**. Электромонтажник, находящийся на земле натягивая веревку, поднимает жгут СИП к крюку на опоре, а монтажник, находящийся на опоре устанавливает прищепку **H 034** на канате, в месте касания с крюком. Опустив СИП на землю, канат совмещают со жгутом СИП и в том месте, где стоит прищепка на жгуте СИП закрепляют анкерный зажим. Затем **H 023** переставляют ближе к анкерному зажиму, поднимают СИП на опору и закрепляют анкерный зажим на крюке.

Для установки анкерного зажима на опоре необходимо с помощью зажима **H 023** и полиспаста **H 017RF** либо лебедки ручной **ЛР 1500** натянуть СИП. На участке от зажима **H 023** до конца жгута провода находятся без натяжения. Это позволяет установить анкерный зажим в нужном месте и закрепить его на крюке. Затем нужно ослабить веревку полиспаста и снять с проводов **H 023**



Анкерные зажимы предназначены для крепления провода следующего сечения:

**ЗА-1:** от 2x16мм<sup>2</sup> до 2x35мм<sup>2</sup>; **ЗА-2:** от 4x16мм<sup>2</sup> до 4x35мм<sup>2</sup>; **ЗА-3:** от 2x35мм<sup>2</sup> до 2x95мм<sup>2</sup>; **ЗА-4:** от 4x35мм<sup>2</sup> до 4x95мм<sup>2</sup>  
**ЗА-5:** от 4x70мм<sup>2</sup> до 4x120мм<sup>2</sup>.



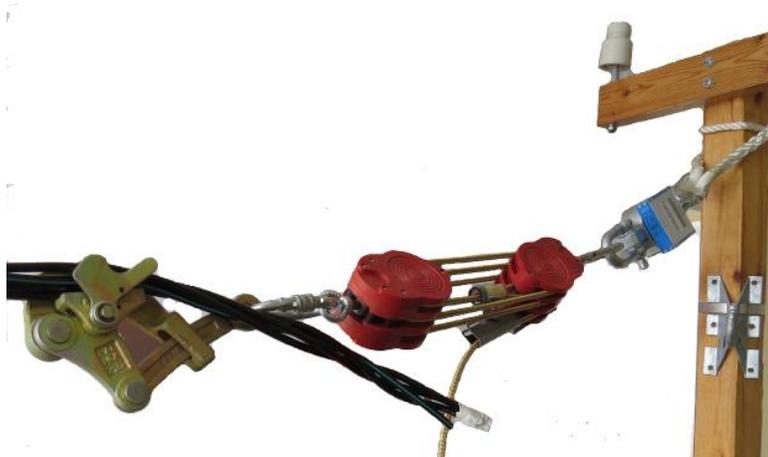
### 3.4. НАТЯЖЕНИЕ ВЛИ

После закрепления жгута СИП в анкерном зажиме и его подвески на бандажном крюке, бригада переходит на место работы у опоры, с которой начинала развешивание магистральной линии – возле которой установлена стойка с барабаном. На жгут СИП устанавливают зажим для натяжения СИП **H 023** (изготавливаются зажимы монтажные для жгута СИП размером - до 50мм<sup>2</sup>, до 95мм<sup>2</sup> и до 120мм<sup>2</sup>), к которому прикрепляют первый крюк полиспаста **H 017RF**, второй крюк закрепляется на стропе **H018** зафиксированной выше крюка бандажного на стойке.

Электромонтажник, находящийся на земле натягивая веревку, создает необходимую стрелу провисания изолированного провода. В случае, когда для натяжения провода СИП необходимо приложить усилие свыше 600кг, вместо полиспаста необходимо использовать ручную лебедку типа **ЛР 1500** соответствующую требуемой нагрузке. После чего, тормоз стойки с барабаном можно отпустить и отрезать провод СИП, оставив необходимую длину для последующего развития линии (если это предусмотрено проектом). Далее жгут СИП устанавливают в анкерный зажим **ЗА-2**, **ЗА-4**, либо **ЗА-5** (определяется проектом, в зависимости от сечения провода и длины монтируемого провода) и затягивают болты крепления анкерного зажима с требуемым усилием при помощи ключа **HD** с насадками **HN**.

Порядок действий по установке анкерного зажима в начале линии не отличается от порядка описанного выше (в конце линии), при этом используется только метод установки «на опоре». Анкерный зажим крепится на предварительно установленный крюк.

Для контроля величины натяжения ВЛИ используется динамометр типа **DYNA 2000**. Он устанавливается между зажимом монтажным **H 023** и полиспастом либо лебедкой.



Натяжение провода можно также контролировать по таблице провисания жгута провода СИП, с помощью измерительных штанг.

### 3.5. ТИПЫ И МОНТАЖ ПОДВЕСНЫХ ЗАЖИМОВ

После натяжения магистральной линии СИП и закрепления жгута изолированного провода в анкерных зажимах на концевых либо угловых анкерных опорах можно приступить к перенесению жгута СИП на подвесные зажимы, установленные на крюках заранее (зажимы **ЗПУ** рекомендуется устанавливать в открытом виде) перед установкой роликов. Для этого ближний к зажиму подвижный кронштейн ролика **РР-1** нужно снять с крюка и перенести жгут СИП на подвесной зажим. Теперь можно снять раскаточный ролик и закрепить весь жгут провода СИП в зажиме, вставив фиксирующую скобу на место в корпус зажима. Затягивать винт скобы нужно до плотного сжатия жгута СИП прижимными накладками. Конструкция зажима позволяет легко и быстро выполнить надежно крепление СИП на промежуточной опоре, т.к. не нужно отделять несущий нейтральный провод от жгута СИП.

Подвесные зажимы изготавливаются нескольких типов:

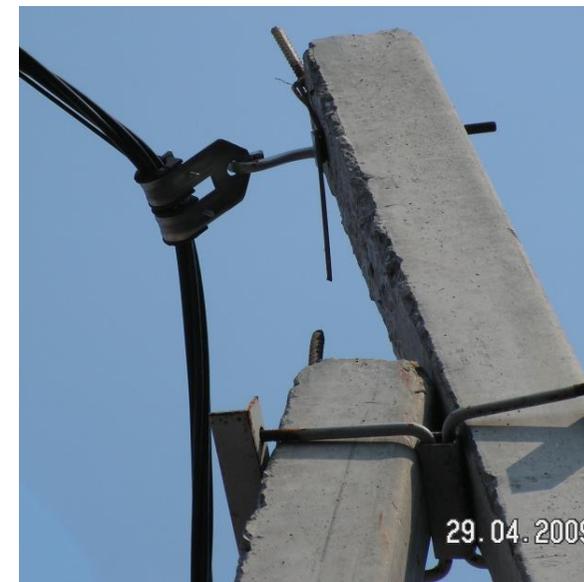
- зажим подвесной универсальный **ЗПУ-1** для СИП-4, СИП-2 сечением от 4x16мм<sup>2</sup> до 4x95мм<sup>2</sup>. **ЗП5УС** для СИП от 4x70 до 4x120мм<sup>2</sup>
- **ЗП-6, .....ЗП9** - зажим подвесной предназначен для подвешивания изолированных проводов СИП-4 (СИП-2А) с поперечным сечением провода 2x16 ÷ 4x95 мм<sup>2</sup> на промежуточных опорах либо угловых опорах воздушной линии под углом от 0° до 90°. Чаще всего используется на угловых опорах, в местах изменения направления магистральной воздушной линии.



- **ЗПУГ-1, ЗПУГ-5** - зажим подвесной предназначен для крепления СИП-4, СИП-2 сечением от 4x25мм<sup>2</sup> до 4x120мм<sup>2</sup> на промежуточных опорах либо угловых опорах воздушной линии под углом от 0° до 90°.



Анкерные зажимы **ЗА-1** и **ЗА-2** можно также использовать в качестве подвесных зажимов на линиях ответвлений к потребителю. Для этого необходимо наружные прижимные колодки зажима повернуть на  $90^\circ$ . Чаще используется в таком качестве там, где нужны более легкие зажимы и недорогие проектные решения. Зажимы **КПУ** и **КПУрр** устанавливаются на опору при помощи бандажной ленты, при этом не потребуются крюки или кронштейны. Зажимы **КПУрр** при монтаже ВЛИ используются в качестве монтажных роликов, а после монтажа выполняют функцию зажимов подвесных



## 3.6. ИЗОЛИРОВАНИЕ ЖИЛ СИП.

Для изолирования жил провода СИП применяют:

1. Изоляционные колпачки **ОЕ-2,.....ОЕ-4, СЕ 10-50, СЕ 35-95** либо **СЕСТ 16-150**. Атмосферостойкие колпачки изготавливаются из резины, имеют специальную форму и предназначены для многократного применения, их можно снять и повторно установить. Колпачки **ОЕ-2** - для СИП 16÷35мм<sup>2</sup>, **ОЕ-3** - для СИП 35÷70мм<sup>2</sup>, **ОЕ-4** - для СИП 95÷150мм<sup>2</sup>; **СЕ 10-50** - для СИП 10÷50мм<sup>2</sup>; **СЕ 35-95** - для СИП 35÷95мм<sup>2</sup>; **СЕСТ 16-150** - для СИП 16÷150мм<sup>2</sup>.



2. Изоляционные колпачки типа **ZO** из термоусаживаемого материала для герметизации концов проводов СИП сечением от 16 до 150мм<sup>2</sup>.

Устанавливаются колпачки стационарно при помощи газовой горелки, температура усадки +120°С.



В зависимости от поперечного сечения жил провода подбирается соответствующий колпачок. Чаще всего эти колпачки устанавливают на концах жгута провода СИП, на анкерных опорах.

## 3.7. КРЕПЛЕНИЕ ЖГУТА СИП К ОПОРЕ.

Крепление жгута провода СИП на опорах, для спуска к шкафам учета, мачтовым предохранителям и др. осуществляется дистанционными зажимами **ФД УС**, **ФД 1/2** и **УКВ**. Крепят фиксаторы к опоре при помощи бандажной ленты ЛБ1. Способ применения ленты аналогичен описанному выше способу крепления бандажных крюков.



#### 4.1. Подключение ответвления зажимами пробивающими изоляцию

1. Качественно построенная ВЛИ должна иметь не только правильно натянутый изолированный провод, установленные в соответствии с рекомендациями производителя анкерные и поддерживающие зажимы, но и правильно выполненные электрические ответвления как участка ВЛИ продолжающего магистральную линию с меньшим сечением СИП, так и ответвления к потребителю. Такие ответвления должны соответствовать ряду требований связанных с антикоррозионной стойкостью, окислением алюминия, его пластическими характеристиками от механического воздействия. Главное, чтобы на всем периоде эксплуатации ВЛИ на таких соединениях не возрастали потери напряжения, прокалывающие соединительные зажимы не «подгорали» от повышения температуры в следствии больших нагрузок. Это явление возможно из - за слабого электрического контакта.

2. Требования, предъявляемые к пробивающим зажимам довольно высоки.

Самое важное из них – это, чтобы во время их монтажа не возникла потребность в снятии изоляции с изолированного провода. Прокалывание изоляции СИП должно произойти таким способом, чтобы не наступило её расслоение и в тоже время не случилось чрезмерное нарушение алюминиевых жил провода, в результате чего резко снизится несущая способность жгута СИП. Особенно важно это учитывать при монтаже ВЛИ из четырехпроводной системы СИП, в которой каждая из жил провода является несущей. При установленном зажиме неправильным образом, чаще всего «режущие» кромки его электрических частей надрезают изоляцию настолько, что в результате механического напряжения жгута СИП наступает её разрыв. Этот факт неоднократно подтвержден результатами испытаний, которые проводят кабельные фабрики, для определения совместимости производимых ими СИП с линейной арматурой различных производителей.



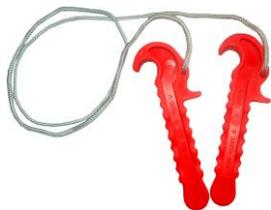
3. Прокалывание изоляции должно произойти таким способом, чтобы в образовавшиеся отверстия в последствии, к алюминиевым жилам не проникала вода. Иначе говоря, прокалывающие зажимы должны быть достаточно герметичными.
4. Зажимы **Z206**, **Z2061**, **Z106**, **Z1061** предназначенные для четырехпроводной системы СИП, имеют такую конструкцию, что иглы пробивающие изоляцию размещены на верхней (подвижной) и нижней частях зажима, сжимающих отдельный многожильный провод. Иглы имеют призматическую форму, благодаря чему, они врезаясь в изоляцию, герметизируют место прокола. Кроме того эта форма не ослабляет механической прочности жилы провода, что нередко бывает, при применении зажимов с ножевыми прокалывающими частями.



5. Зажим только тогда будет обеспечивать требуемый электрический контакт двух соединяемых проводов, когда будет зажат на этих проводах соответствующим образом. Сила, с которой необходимо закрутить болты зажима зависит от качества изоляции и алюминиевого сплава провода, на который он устанавливается и составляет 15 – 22 Нм. Для установки прокалывающих зажимов необходимо применять ключ для поддерживающих зажимов **НС** и динамометрический ключ **HD**, это тот же самый ключ, который необходимо применять при установке анкерных зажимов, на шток ключа нужно установить насадку **HNI - 6**.



6. Закручивать болты зажима нужно равномерно, без рывков. Динамометрические ключи, применяемые в электроэнергетике, отличаются по конструкции от традиционных тем, что внутри они имеют специальную пружину, которая «отбивает» ключ по достижению установленного момента силы. Каждый ключ должен иметь паспорт с указанием предела погрешности, которая определена в результате его приемочных испытаний.  
Устанавливать прокалывающие зажимы можно не отключая действующую линию, но при этом работы под напряжением нужно выполнять с соблюдением требований Типовой инструкции по ПРН до 1000В и использовать инструменты, предназначенные для работ под напряжением до 1000В. Работать под напряжением допускаются только электромонтеры, прошедшие курс обучения производству работ под напряжением!
7. Размещают прокалывающие зажимы на проводе на расстоянии около 8 см. друг от друга.  
Для отделения жил СИП используют изоляционные клинья **Н039**.  
Провода ответвления после установки зажимов нужно аккуратно скрепить ремешковым зажимом типа PER 15.



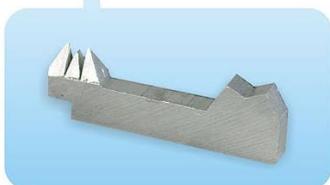


8. Герметичные, прокалывающие изоляцию СИП зажимы типа **PC 25, PC 95, PC 95-10, PC 4-150, PC 35 -150, NF 2,5-150, NF 25-150** применяются для присоединения к магистрали ВЛИ линейных ответвлений (участок линии, имеющий более двух пролетов) или ответвлений к вводу (участок от опоры магистрали или линейного ответвления до зажима ввода).  
Устанавливаются зажимы при помощи изолированного ключа **HOZ-13** или воротка **HL** с насадкой **HN-10, 13** путем закручивания болта до момента отрыва срывной головки.

фото 3



Зажим прокалывающий NF2.5-150



ключ HOZ-13



ключ вороток диэлектрический HL



PC95

#### 4.2. Соединение изолированных проводов в пролете

В случае необходимости соединения многопроволочных фазных изолированных проводов в пролете СИП до 1кВ сечением от 16мм<sup>2</sup> до 120мм<sup>2</sup> нужно использовать изолированные удлиненные прессуемые муфты типа **МЖРТ** (определяется проектом) и типа **МЖРТ ...N** (фото 2) для соединения несущей нейтрали сечением от 35мм<sup>2</sup> до 95мм<sup>2</sup>.

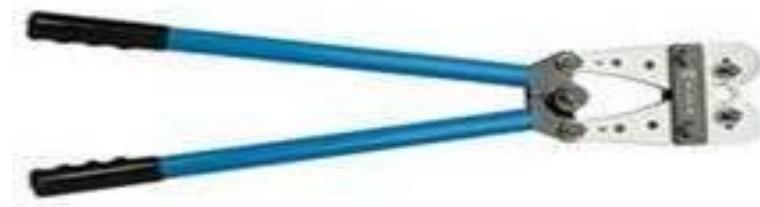
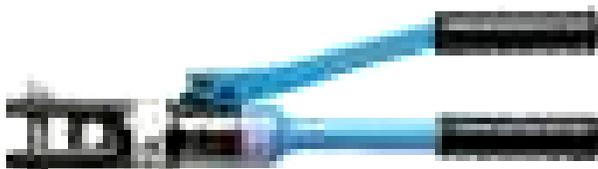


фото 1. Фазные гильзы МЖРТ



фото 2. Гильзы для несущей нейтрали МЖРТ...N

1. Для запрессовки муфт используют ручной гидравлический пресс типа **ПГР** либо механический пресс **ПКГ** и специальные вкладыши - матрицы E140, E173, E215, для запрессовки изолированных муфт.



2. Перед установкой муфты необходимо снять изоляцию с провода на расстоянии указанном на муфте стрелкой. Вставить провод в муфту до упора и запрессовать в местах, указанных на оболочке муфты.
3. Со второго провода нужно также снять изоляцию и выполнить действия, описанные в предыдущем пункте.

### 4.3. Защита ВЛИ от перенапряжений и коротких замыканий

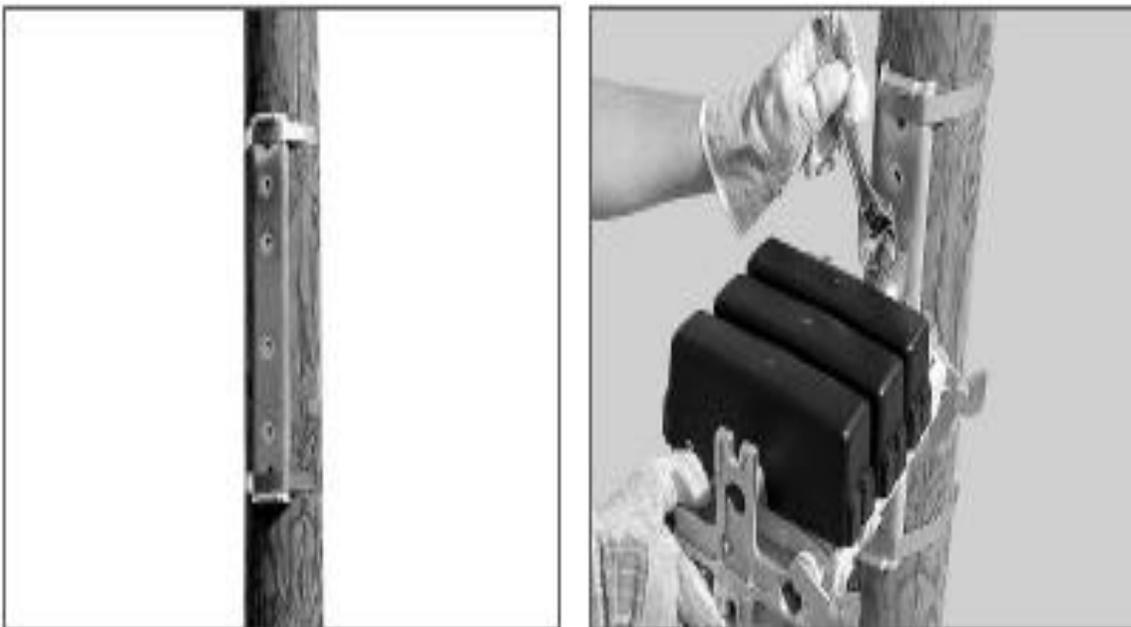
4.3.1 ВЛИ с самонесущими изолированными проводами должны быть защищены, как и все другие электроэнергетические объекты от перенапряжения и коротких замыканий. Эффективным устройством защиты для ВЛИ является мачтовые рубильники с плавкими вставками – предохранителями класса 00. Они устанавливаются на опорах с мачтовыми трансформаторами, на ответвительных опорах для защиты отдельных потребителей.

В нижнюю подвижную часть встроены держатели предохранителей, в которые вставляются плавкие вставки.

Верхняя неподвижная часть оснащена искрогасительными камерами, благодаря которым возможно отключение и включение ВЛИ под нагрузкой. Мачтовые рубильники удобны в эксплуатации, не требуют дополнительной защиты от атмосферных осадков. Легко монтируются на опорах, включаются и отключаются с земли с применением изоляционной штанги.

Мачтовые рубильники являются простыми и надежными аппаратами, работающими в различных климатических условиях.

Монтаж мачтового рубильника осуществляется путем закрепления на опоре кронштейна при помощи бандажной ленты ЛБ1, затем фиксации корпуса рубильника болтами крепления. СИП подключается к рубильнику встроенными прокалывающими зажимами.



- 4.3.2 Защита ламп уличных светильников от перенапряжений осуществляется при помощи зажимов прокалывающих, с предохранителем серии BZO-03.



Установка зажима на фазный провод СИП осуществляется путем закручивания болта до момента обрыва срывной головки. Корпус зажима раскручивается и после установки плавкой вставки типа DI для номинальной нагрузки до 16А устанавливается на место. Питание лампы светильника осуществляется многожильным медным проводом сечением 4мм<sup>2</sup>.

4.3.3 В начале и конце каждой магистрали ВЛИ на проводах СИП рекомендуется устанавливать зажимы для присоединения приборов контроля напряжения и переносного заземления **ЗП 35**.



Комплект ЗП35.(95). 4 состоит из следующих элементов:

1. Зажим прокалывающий с изолированной скобой из алюминия, сечение 35 (95)мм<sup>2</sup> с неизолированным участком - 4 шт. \*
2. Защитная диэлектрическая оболочка Ω, для изоляции неизолированного участка - 4 шт.

\*По согласованию с Заказчиком комплект для установки временного заземления может состоять из необходимого числа изделий

Монтаж зажима осуществляется путем затягивания болта зажима ключом накидным, либо торцовым №13. *Усилие затяжки* – до срыва головки болта.

Комплект зажимов переносного заземления **ЗП 35. (95) 4** используется для замера напряжения, закорачивания и защитного заземления при выполнении монтажных работ. Устанавливается на первой анкерной опоре, отходящей от ТП 10/0,4кВ магистральной линии ВЛИ 0,4 кВ, и других указанных в проекте местах. Устанавливается стационарно на фазных и N проводниках, на весь срок службы ВЛИ-0,4кВ.

*Зажим ЗП35 сконструирован специально, для применения в комплекте с традиционными заземлениями для ВЛ-0,4кВ с неизолированными проводами, типа ЗПЛ и др.* ЗП 35.(95)4 является самым экономичным и надежным комплектом для переносного заземления СИП.



**Sector Energo**<sup>group</sup>

[www.sectorenergo.ru](http://www.sectorenergo.ru)

Разработка, серийное производство линейной арматуры и средств малой механизации, приспособлений, такелажного оборудования, ручного инструмента для монтажа самонесущих изолированных проводов СИП-4 в России осуществляется производственной компанией объединения СЕКТОР ЭНЕРГО с 2006 года.

**Россия, 410080, г. Саратов**

**пр-т Строителей д. 37**

**тел. (8452) 91-70-71, факс (8452) 61-68-28**

**[www.sectorenergo.ru](http://www.sectorenergo.ru)**

**E-mail: [hubix@mail.ru](mailto:hubix@mail.ru)**