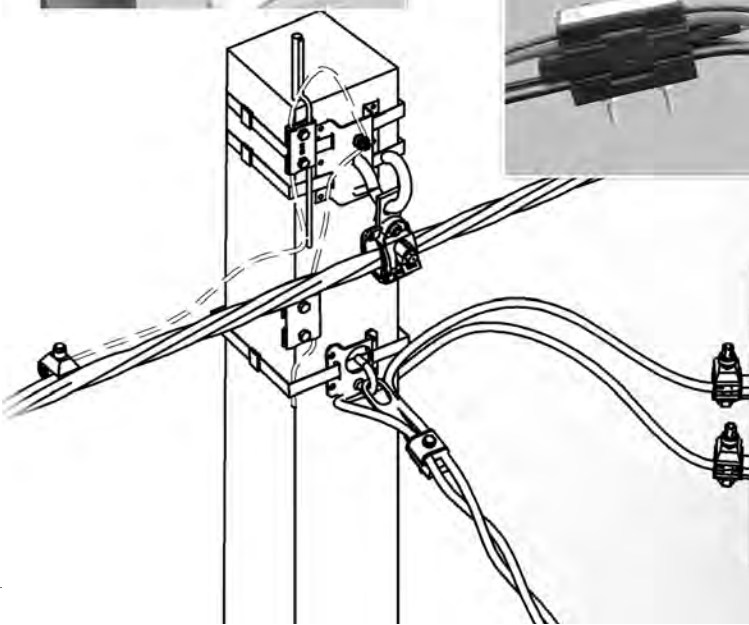


# Методическое пособие для повышения квалификации электромонтеров по монтажу воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами

## ЧАСТЬ 1



**Методическое пособие  
для повышения квалификации электромонтеров  
по монтажу воздушных линий электропередачи с самонесущими  
изолированными проводами**

Методическое пособие разработано в соответствии с «Правилами устройства электроустановок, гл. 2.4.», Инструкцией «Эксплуатация воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами. СОУ-Н МЕВ 40.1-21677681-85:2013», Проектом повторного применения «Железобетонные опоры ВЛИ 0,38 кВ. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы, арх. №202.2н».

Пособие предназначено для повышения квалификации электромонтеров и инженерно-технических работников энергокомпаний и электромонтажных организаций, овладения ими в короткие сроки необходимым набором теоретических знаний и практических навыков по монтажу воздушных линий электропередачи 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами без несущего троса.

Для подготовки по данному методическому пособию обучаемым необходимо иметь квалификацию «электромонтёра» не ниже 2-го разряда в соответствии с действующими «Типовыми учебными планами и программами для профессионально-технического обучения по профессии 7241.2».

В Пособии приведены специально-технические вопросы по технологии монтажа линий с самонесущими изолированными проводами (СИП) и их элементов. Организация допуска к проведению работ, вопросы охраны труда и техники безопасности в данном пособии не рассматриваются и должны выполняться согласно стандартным процедурам, принятым производителем работ.

Материал в Пособии разделён на две части:

В первой части даны базовые теоретические знания и практические навыки, необходимые монтажному персоналу для монтажа самонесущих изолированных линий 0,38 кВ под руководством мастера бригады или других представителей инженерно-технического персонала.

Во второй части рассмотрены вопросы монтажа наиболее сложных узлов линий, узлов многоцепных линий, подробно рассмотрен процесс выбора монтажного натяжения, стрел провеса и технологии натяжения линии, другие специфические моменты строительства ВЛИ. Материал второй части ориентирован в большей степени на мастеров линейных бригад, бригадиров, которые способны выполнить наиболее ответственные операции при монтаже линии или осуществляют общее руководство процессом строительства. Он также может быть полезен инженерно-техническому персоналу энергокомпаний, который осуществляют контроль качества работ.

Рекомендуемое время для освоения обучаемыми материала каждой части – 16 часов (2 дня) теоретических и практических занятий.

В конце каждой части приведен перечень контрольных вопросов для проверки уровня освоения теоретическими знаниями и практическими навыками.

**Оригинал-макет данного издания является собственностью  
ТОВ «СИКАМ УКРАИНА» и его репродуцирование  
(воспроизведение, копирование) любым способом приветствуется.)**

**Ваши отзывы, замечания и предложения по содержанию даного пособия  
просим присылать по адресу [tech@sicame.com.ua](mailto:tech@sicame.com.ua).**

## Часть 1.

### Устройство и основные операции монтажа воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами

#### ТЕМА 1. Воздушные линии электропередачи с самонесущими изолированными проводами: состав, основные элементы

Воздушной изолированной линией электропередачи (ВЛИ) называется сооружение для передачи электрической энергии по самонесущим изолированным проводам, расположенным под открытым небом и закреплённым с помощью специальной арматуры на опорах или кронштейнах, на стенах зданий и на инженерных сооружениях.

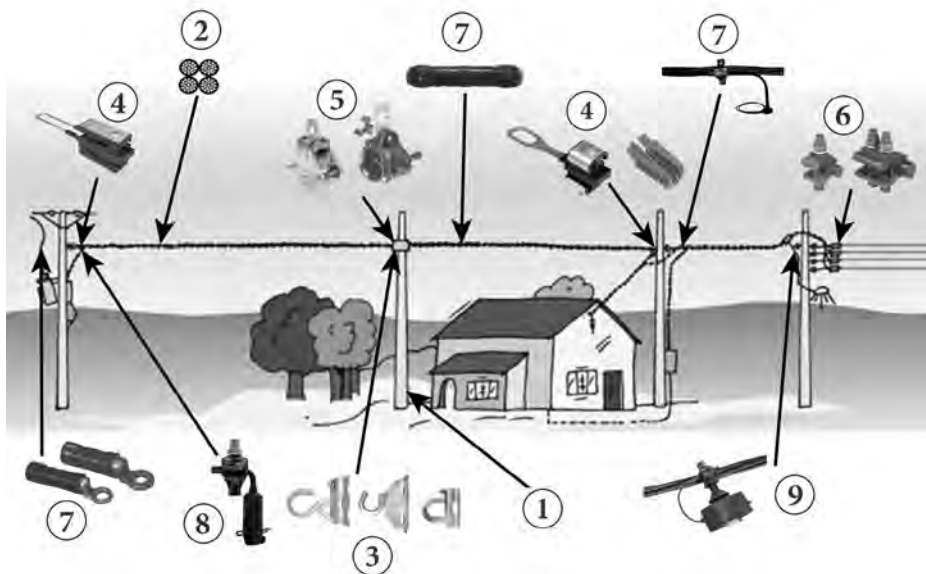
Основу ВЛИ составляет магистральный участок - от питающей трансформаторной подстанции до самой дальней конечной опоры. К магистрали подсоединяются линейные ответвления и ответвления для вводов в здания.

Линейное ответвление – это часть линии, которая имеет один или более пролётов и подсоединена одним концом к магистрали.

Ответвление для ввода в здание (сооружение) – провод от опоры, на которой выполнено ответвление, до конструкции ввода на здании или сооружении.

Воздушная изолированная линия электропередачи включает в себя следующие основные элементы:

- опоры - 1;
- самонесущий изолированный провод - 2;



- элементы оснащения опор (крюки, траверсы, кронштейны) - 3;

арматура для крепления проводов СИП на опорах:

- натяжные зажимы - 4;
- поддерживающие зажимы - 5;

арматура для электрических соединений проводов СИП:

- ответвительные прокалывающие зажимы - 6;
- прессируемые соединительные зажимы - 7;

- элементы для заземлений и временных подключений - 8;

- устройства защиты линии от грозовых и коммутационных перенапряжений, токов короткого замыкания - 9.

#### 1.1. Самонесущие изолированные провода без несущего троса

Самонесущий изолированный провод (СИП) без несущего троса представляет собой скрученные в жгут четыре или две изолированные жилы, которые не требуют применения специального несущего троса. Механическая нагрузка натяжения линии в таком проводе воспринимается всеми проводниками жгута равномерно.

Все токопроводящие жилы СИП (фазные и нейтральная) имеют равное поперечное сечение и одинаковую конструкцию, изготавливаются из алюминия, многопроволочные, витые, уплотнённые, с маркировкой фаз.

Основной особенностью такого провода является изоляция жил, которая согласно требованиям ПУЭ-2009 (ст. 2.4.2) и ДСТУ 4743:2007 (ст. 5.1.1.9) должна быть выполнена из сшитого свето-стабилизированного полиэтилена. Этот материал обладает следующими отличительными свойствами:

- устойчивостью к ультрафиолетовому облучению и климатическим воздействиям – перепадам температур, атмосферным осадкам, агрессивным средам;
- высокой механической прочностью;
- повышенной допустимой температурой нагрева при эксплуатации.

В Украине принят ДСТУ 4743:2007 «Провода самонесущие изолированные и защищённые для воздушных линий электропередачи». Этот стандарт устанавливает основные требования к конструкции и техническим характеристикам проводов СИП, их эксплуатационным свойствам и методам испытаний.

Обозначение, установленное стандартом для самонесущего изолированного провода для ВЛИ 0,38 кВ без несущего троса - СИП-4 (СИПн-4, СИПг-4) (буквами «н» и «г» маркируются провода, не распространяющие горения и с продольной герметизацией, соответственно).

Однако многие производители кабельной продукции используют собственную маркировку таких проводов. Это связано с тем, что технические условия на выпуск их продукции были утверждены еще до принятия стандарта.

Например ТУ завода «Южкабель» определяют маркировку этого типа проводов как СИП-5 и СИП-5нг для версии с изоляцией не распространяющей горение, а маркой СИП-4 обозначает провод в изоляции из термопластичного полиэтилена.

Распространена так же маркировка AsXS(n), которая перекочевала в Украину из польского национального стандарта и используется заводами «ТФ-Кабель» и

«Одескабель».

Путаница в маркировке, а так же то, что провода различных марок практически неотличимы по внешнему виду, иногда создает некоторые трудности. Рекомендуем при выборе провода обращать внимание не только на маркировку, но и на технические характеристики, заявленные производителем. Номинальные токи и токи КЗ проводов с изоляцией из «сшитого» полиэтилена существенно выше, чем у проводов с термопластичной изоляцией. Индикативным показателем может служить максимально допустимая рабочая температура провода и допустимая температура провода при КЗ до 250°C (для термопластичной изоляции этот показатель не превышает 125°C).

В качестве примера рассмотрим характеристики провода марки AsXSn производства компании «Одескабель»:

- номинальное рабочее напряжение переменного тока – 0,6/1 кВ;
- допустимая температура нагрева токопроводящих жил:  
при нормальном режиме эксплуатации – до +90°C;  
в режиме короткого замыкания – до +250°C.
- допустимый радиус изгиба – не более 18х диам. жилы.

Количество проводов и номинальное сечение мм <sup>2</sup>	Наружный диаметр провода мм	Расчетная масса не менее кг/км	Минимальная разрывная прочность жилы* кН	Допустимый ток нагрузки, А	Электрическое сопротивление жилы постоянному току Ом/км
2x16	15	139	2,5	100	1,910
2x25	17	196	4,0	130	1,200
2x35	19	260	5,5	160	0,868
4x16	18	278	2,5	100	1,910
4x25	21	392	4,0	130	1,200
4x35	24	500	5,5	160	0,868
4x50	29	732	7,8	195	0,641
4x70	32	1012	10,7	240	0,443
4x95	38	1337	13,7	300	0,320
4x120	41	1676	19,1	340	0,253

\* Разрывная прочность провода СИП без несущего троса определяется суммированием минимальной разрывной прочности всех жил с последующим делением на понижающий коэффициент K=1,2.

Самонесущие изолированные провода закрепляются на опорах ВЛИ без применения изоляторов с помощью специальной арматуры. Арматура для линий СИП должна быть рассчитана с учётом максимально-допустимых механических и электрических нагрузок, климатических воздействий для всех предназначенных режимов и зон эксплуатации ВЛИ.

## 1.2. Опоры

Для строительства ВЛИ напряжением до 1 кВ применяются, как правило, железобетонные или металлические опоры. Для применения на территории Украины опоры должны быть рассчитаны на 1-5 районы по гололёдным нагрузкам и на 1-5 районы по нагрузкам от давления ветра согласно требованиям ПУЭ-2009.

**По своему назначению опоры могут быть следующих типов:**

1) **промежуточные опоры** – устанавливаются на прямых участках трассы и в нормальном режиме работы не воспринимают усилий, направленных вдоль проводов линии;

2) **анкерные опоры** – применяются для ограничения анкерного пролёта, в местах изменения количества марок и сечения проводов. Эти опоры в нормальном режиме работы должны воспринимать усилия от разности натяжения проводов, направленные вдоль линии;

3) **угловые опоры** – устанавливаются в местах изменения направления трассы линии и в нормальном режиме работы должны воспринимать суммарную нагрузку от натяжения проводов смежных пролётов. Угловые опоры в свою очередь могут быть промежуточного и анкерного типов;

4) **концевые опоры** – устанавливаются в начале и в конце линии, а также в местах кабельных вставок. Такие опоры относятся к опорам анкерного типа и в нормальном режиме работы должны воспринимать одностороннее натяжение всех проводов;

5) **ответвительные опоры** – применяются для выполнения ответвления от линии;

6) **перекрестные опоры** – для осуществления пересечения линий двух и более направлений.

Ответвительные и перекрестные опоры в свою очередь по назначению могут быть всех указанных выше типов.

Независимо от типа опоры могут быть свободно стоящими, с подкосами или с оттяжками.

Условное обозначение опор имеет следующий буквенно-цифровой шифр:

**П1(1хСВ95-2)-1**, где:

- **П** – назначение опоры (П – промежуточная; КП – угловая промежуточная; А – анкерная; ПА – переходная анкерная; К – концевая; ПК – переходная концевая; КА – угловая анкерная; ВП – ответвительная промежуточная; ВА – ответвительная анкерная; ВКА – ответвительная угловая анкерная);

- **1** – количество цепей (1, 2, 3 или 4);

- **1** – количество стоек (1, 2 или 3);

- **СВ95-2** – тип стоек (СВ95-2; СВ105-3,6; СВ105-5; СК105-8; СК105-10; СК105-12; СК105-14);

- **1** – вариант выполнения крепления провода (1, 2, 3, 4, 5, 6 или ЛО – линия освещения).

## 1.3. Крюки, траверсы, элементы оснащения опор

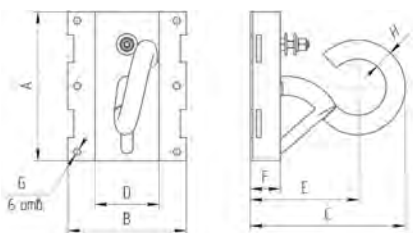


Крюки, кронштейны, траверсы и другие металлоконструкции ВЛИ предназначены для крепления натяжных (анкерных) и поддерживающих зажимов к опорам, зданиям и сооружениям.

Для защиты от коррозии и увеличения срока эксплуатации металлоконструкции должны иметь защитное покрытие. Одним из самых надёжных, экономичных и потому наиболее распространённых методов защиты чёрных металлов от коррозии считается горячее цинкование. В ст. 2.5.19 ПУЭ указано, что металлические элементы и детали необходимо защищать от коррозии путём горячего оцинкования.

Наибольшее распространение при строительстве ВЛИ получили следующие типы металлоизделий.

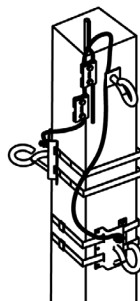
### Крюк универсальный



Крюк универсальный **CSC16uz** предназначен для подвески натяжных и поддерживающих зажимов на опорах различных типов (СВ, СК), на стенах зданий (сооружений). На опорах крюк крепится при помощи бандажной ленты типа IL(IF). На стенах и фасадах зданий и сооружений монтаж крюка производится при помощи дюбелей и шурупов (болтов).

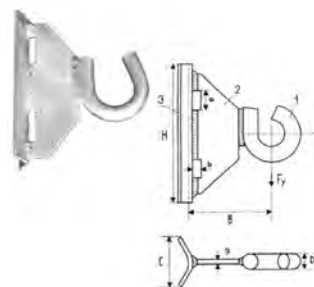
На крюке предусмотрено крепление для проводника заземления.

Обозначение	Размеры, мм							
	A	B	C	D	E	F	G	H
CSC 16uz	125	100	130,5	54	94	25	6	16



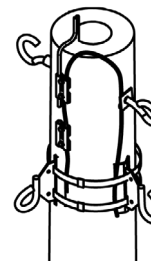
Но прежде всего крюк предназначен для подвески элементов арматуры на опорах типа СВ. Увеличенная площадь опорной поверхности специального профиля позволяет не только надёжно зафиксировать крюк на плоской поверхности таких опор, но и закреплять его на углах опоры. Это даёт возможность устанавливать крюк в необходимом направлении.

### Крюки для круглых опор



Крюки **GHSO** служат для подвески натяжных и поддерживающих зажимов на круглых опорах типа СК, не имеющих отверстий для крепления, либо, если отверстие уже занято для подвески другой линии. Крепится при помощи бандажной ленты типа IL(IF).

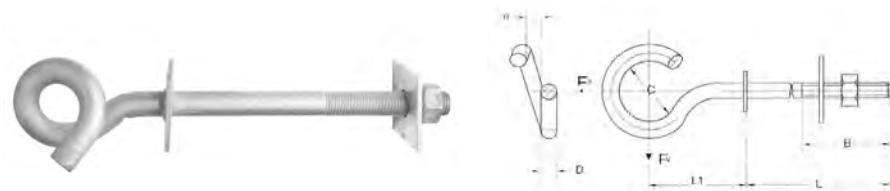
Обозначение	Размеры, мм						
	H	D	a	b	B	C	g
GHSO 16	150	16	25	6	85	46	4
GHSO 20	150	20	25	6	90	46	4



Конструкция крюка позволяет перемещать его по поверхности опоры и устанавливать в необходимом направлении.

### Крюки проходные

Крюки проходные **GHW** применяются для подвески элементов арматуры на опорах, имеющих сквозные отверстия. Это наиболее простой, быстрый и надёжный способ для крепления натяжных и анкерных зажимов.



Обозначение	Размеры, мм							
	d	шайба	D	B	L	L1	C	e
GHW 16/200	M 16	4x50x50	16	120	200	80	36	20
GHW 16/250	M 16	4x50x50	16	120	250	80	36	20
GHW 20/200	M 20	4x50x60	20	120	220	80	36	20
GHW 20/250	M 20	4x50x60	20	120	250	80	36	20

## Крюки накручивающиеся



Накручивающиеся крюки **GHN** предназначены для подвески элементов арматуры на опорах и применяется совместно с крюком проходным **GHW**.

Обозначение	Размеры, мм							
	d	D	L	D1	B	b	C	e
GHN 16	M16	16	76	26	20	20	36	20
GHN 20	M20	20	80	30	32	22	36	20

## Крюки для плоских поверхностей



Для подвески элементов арматуры на стенах и фасадах зданий и сооружений используются крюки для плоских поверхностей **GHP**. Крюк крепится к поверхности при помощи дюбелей и шурупов (болтов).

Обозначение	Размеры, мм									
	H	a	b	c	e	f	G	D	d1	d0
GHP 16	195	100	95	82	70	16	3	36	12	10,5
GHP 20	195	100	95	82	70	20	3	36	16	10,5

## Крюк для ответвлений



Крюк для ответвлений **CST12** применяется для подвески элементов арматуры на опорах различных типов, а также на стенах зданий (сооружений). Монтаж крюка на опорах производится при помощи бандажной ленты, а на стенах и фасадах зданий - при помощи дюбелей и шурупов (болтов).

На крюке имеется крепление для проводника заземления.

## Кронштейн для ответвлений

Кронштейн для ответвлений **PA69** является оптимальным решением для крепления натяжных зажимов со съёмной дужкой на стенах зданий и на опорах. Кронштейн



изготовлен из полиамида армированного стекловолокном с высокой механической прочностью, стоек к воздействию погодных факторов. На опоре кронштейн может быть закреплён при помощи бандажной ленты типа **IL**(IF), а на фасадах зданий – болтом **M16** или 4-мя шурупами **Ø5** мм.

Разрушающая нагрузка кронштейна 2 кН.

## Траверса



Кроме рассмотренных выше крюков и кронштейнов, для закрепления арматуры **ВЛИ** на вибрированных опорах типа **СВ** может быть применена траверса **KN-1**. Траверса закрепляется на опоре при помощи скобы и гаек. В зависимости от расположения этой траверсы на опоре по отношению к проводам линии (продольное или поперечное), она используется для подвески натяжных или поддерживающих зажимов магистральной линии соответственно. Кроме того, на крюки траверсы может быть закреплена арматура линейного ответвления или ответвления для ввода в здание.

## Бандажная лента. Скрепа



Как уже отмечалось, крепление крюков (кроме проходных) и кронштейнов на опорах производится при помощи бандажной ленты. Стальная бандажная лента типа **IL** (**IF**) изготавливается из немагнитной нержавеющей стали со скруглёнными кромками.

Замковое устройство (скрепа) **CF** также изготовлено из нержавеющей стали.

Обозначение ленты	Обозначение скрепы	Ширина ленты, мм	Толщина ленты, мм	Минимальная разрушающая нагрузка, кН	Цвет упаковки	Количество в упаковке, м
IL 104-50	CF 10	10	0,4	2,8	светло-синий	50
IF 107-50	CF 10	10	0,7	4,9	светло-синий	50
IL 204	CF 20	20	0,4	5,6	синий	50
IF 207	CF 20	20	0,7	9,8	синий	50

## 1.4. Арматура для крепления проводов СИП на опорах

### 1.4.1. Натяжные зажимы для магистральных линий

Магистральным натяжным (анкерным) зажимом называется устройство, предназначенное для крепления проводов СИП магистральной линии (линейного ответвления) с заданным монтажным натяжением на опорах анкерного типа.



GUKo1



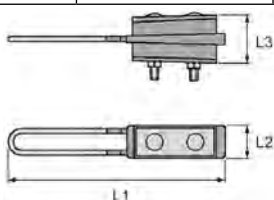
GUKo2

Натяжные зажимы **GUKo** служат для постоянного анкерного закрепления проводов СИП и обеспечивают прочность заделки не менее 80% разрывной прочности натягиваемого провода. Применяются для закрепления проводов основной магистрали.

Особенностью конструкции этих зажимов является:

- пластиковые детали крепления изготовлены из полиамида, армированного стекловолокном с высокой механической прочностью и устойчивостью к погоднo-климатическим факторам, обеспечивают равномерное распределение усилия на изоляцию провода;
- клиновидная конструкция обеспечивает компенсацию пластической деформации изоляции при эксплуатации и гарантирует надёжное закрепление СИП в течение всего срока службы зажима;
- стальная скоба для подвески зажима обработана методом горячей оцинковки;
- зажимные пластины из алюминиевого сплава повышают прочность конструкции;
- пружины для автоматического открывания зажима обеспечивают удобство при монтаже.

Обозначение	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, кН	L1, мм	L2, мм	L3, мм
GUKo 1	4 x (25-70)	37,0	290	47	70
GUKo 2	4 x (70-120)	62,0	306	56	85



### 1.4.2. Натяжные зажимы для ответвительных линий

Ответвительным натяжным зажимом называется изделие арматуры, предназначенное для концевое закрепления проводов ответвления на опоре и на вводе в здание (сооружение).



GUKp2

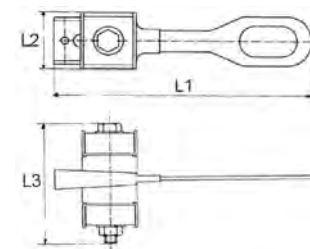


GUKp4

Натяжные зажимы **GUKp** предназначены для постоянного анкерного закрепления проводов СИП с двумя или четырьмя жилами и обеспечивают прочность заделки не менее 80% разрывной прочности натягиваемого провода. Применяются для закрепления проводов ответвления и линий уличного освещения.

Конструкция и применяемые материалы аналогичны рассмотренным выше зажимам типа GUKo.

Обозначение	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, кН	L1, мм	L2, мм	L3, мм
GUKp 2	2 x 16 - 2 x 35	9,5	175	40	85
GUKp 4	4 x 16 - 4 x 35	19,0	175	40	85



## Клиновой натяжной зажим для ответвлений



Зажим **PC63** предназначен для монтажа ответвлений проводов СИП с двумя или четырьмя жилами сечением от 6 мм<sup>2</sup> до 25 мм<sup>2</sup>.

Конструкция зажима включает в себя:

- корпус зажима и фиксирующие клинья - изготовлены из полиамида армированного стекловолокном с высокой механической прочностью и устойчивостью к погоднo-климатическим факторам;
- форма корпуса и фиксирующих клиньев обеспечивают равномерное распределение нагрузки на изоляцию провода;
- съёмная дужка - из нержавеющей стали для подвески зажима.

Разрушающая нагрузка зажима 2 кН.

### 1.4.3. Поддерживающие зажимы

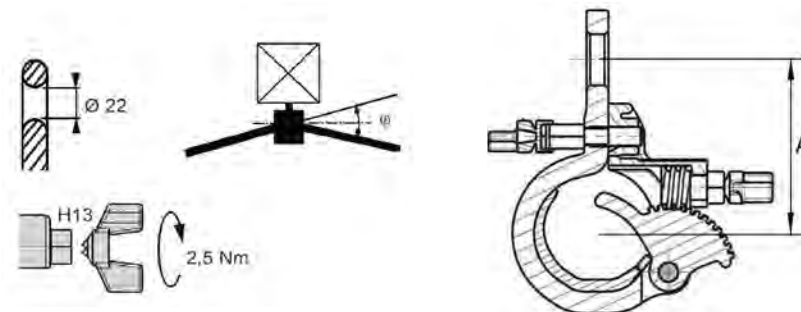
Поддерживающим зажимом называется устройство, предназначенное для крепления проводов СИП на промежуточных и угловых промежуточных опорах.

#### Поддерживающие зажимы для магистральных линий



Поддерживающие зажимы **PSP122** предназначены для постоянной подвески проводов СИП на промежуточных опорах. Применяются для подвески проводов основной магистрали при углах отклонения линии до 60°.

Обозначение	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	φ, угол отклонения линии	А, мм	Разрушающая нагрузка, кН
PSP 122 TRA (F)	2 / 4 x (16-120)	≤60°	70	18,0

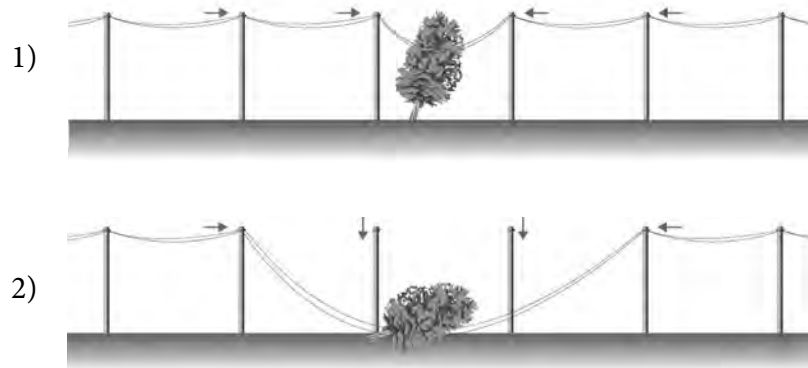


Основными особенностями конструкции зажима являются:

- корпус зажима изготовлен из алюминиевого сплава;
- в крышку зажима встроен фиксирующий элемент, который прижимает провод в зажиме с нормируемым усилием;
- усилие прижатия провода регулируется болтом со срывной барашковой головкой;
- зажим опции F имеет болт крышки корпуса со срывной барашковой головкой, что позволяет выполнять монтаж зажима без применения инструмента.

Конструкция зажима предотвращает каскадное разрушение опор при аварийных нагрузках: прижимной элемент обеспечивает надежную фиксацию провода в зажиме при нормальном режиме работы линии (разность продольных натяжений до 50 кг). При увеличении разности продольных натяжений свыше 150 кг обеспечивается проскальзывание провода в зажиме без повреждения изоляции.

#### Работа зажима при различных типах повреждений ВЛИ



- 1) проскальзывание провода в зажимах соседних опор при незначительных нагрузках;
- 2) разрушение зажимов на ближайших опорах и проскальзывание провода без разрушения опор при критических нагрузках.



## Поддерживающий угловой зажим



Поддерживающий угловой зажим **GP2Q** служит для постоянной подвески СИП на промежуточных и угловых опорах. Может быть применён для подвески проводов СИП при углах отклонения линии до 90° (с учётом минимального допустимого радиуса изгиба провода). Система фиксации провода обеспечивает надёжное закрепление в зажиме широкого диапазона сечений СИП. Зажим оснащён монтажными роликами. Это позволяет раскатывать провод через зажим во время строительства линии, что существенно упрощает монтаж провода на угловых опорах.

Обозначение	Сечение провода, мм²	Минимальная разрушающая нагрузка, кН	Масса, кг
GP2Q	2 x 16 - 4 x 120	30,0	1,0

## 1.5. Арматура для электрического контактного соединения проводов СИП

### 1.5.1. Соединительные прокалывающие зажимы

Прокалывающие зажимы являются одним из ключевых элементов арматуры для СИП - они должны обеспечить надёжное и долговременное контактное соединение проводов СИП с минимальными потерями электроэнергии. Для этого прокалывающие соединительные зажимы должны обеспечивать:

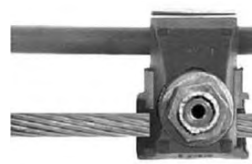
- минимальное механическое повреждение (снижение разрывной прочности) основного провода магистрали;
- герметичность места прокола изоляции провода и зоны формирования контакта;
- минимальное и стабильное переходное сопротивление в зоне контакта «зажим-провод» при максимально допустимых электрических нагрузках (вплоть до токов короткого замыкания) и разрешённых температурных режимах эксплуатации провода;
- коррозионную и климатическую стойкость.

Прокалывающие зажимы производства SICAME Group обладают указанными свойствами и соответствуют всем требованиям общеевропейских стандартов EN50483, что подтверждено официальными протоколами проведенных испытаний.

По своему конструктивному исполнению прокалывающие зажимы производства SICAME бывают трёх типов: **TTD...**, **NTD...**, **TND...**.



**TTD**  
(Transtactor Transtactor Derivation)  
прокалывающее соединение двух проводов СИП



**TND**  
(Transtactor Nu Derivation)  
ответвление «голым» проводом от СИП



**NTD**  
(Nu Transtactor Derivation)  
ответвление СИП от «голого» провода

Начальные буквы маркировки прокалывающих зажимов показывают их назначение:

- Буква **T** - «TransFactor» – проникающий контакт (слово образовано из слов «Trans» – проникать и «Contactor»);
- **N** – «Nu» – голый;
- **D** – «Derivation» – ответвление.

Поэтому маркировка зажима **TTD** (Transtactor Transtactor Derivation) расшифровывается - прокалывающее соединение двух проводов СИП, зажим с двухсторонним прокалыванием изоляции. В таких зажимах контактные элементы изготовлены из медного лужёного сплава, имеют прокалывающие зубья, как со стороны провода магистрали, так и со стороны провода ответвления.

**NTD** (Nu Transtactor Derivation) – ответвление СИП от «голого» провода.

**TND** (Transtactor Nu Derivation) – ответвление «голым» проводом от СИП. Такие зажимы (**NTD**, **TND**) ещё называют зажимами с односторонним прокалыванием изоляции.

Необходимо заметить, что зажимы **NTD** и **TND** не взаимозаменяемы!

Зажимы **NTD...** используются для присоединения магистрали СИП к «голому» проводу, а так же для присоединения вводов СИП к абонентам к неизолированной магистрали. Зажимы **TND...** чаще всего используют для повторных заземлений.

Обозначение прокалывающих зажимов состоит из трех символов, обозначающих их назначение (**TTD**, **NTD**, **TND**) и трех цифр, определяющих диапазоны сечений проводов, которые они соединяют.

После цифр следуют символы, определяющие модификацию, тип конструктивного исполнения, материалы элементов конструкции. Эти параметры не влияют на технические характеристики и функциональность зажимов. Например **TTD 151 FJ2TA**, **NTD 301 AFA**. Далее мы не указываем символы, обозначающие модификацию.

Назначение и диапазоны сечений соединяемых проводов так же обозначены графически на корпусе каждого зажима.

## Магистральные соединительные зажимы с двусторонним прокалыванием изоляции



Прокалывающие зажимы **TTD 301** и **TTD 401** применяются для присоединения к основной магистрали ВЛИ проводов СИП линейного ответвления. Корпус зажима изготовлен из полиамида армированного стекловолокном с высокой механической прочностью и устойчивостью к погоднo-климатическим факторам. Зажимы герметичные, имеют электрическую прочность изоляции 6 кВ под водой. Сила сжатия прокалывающих контактных элементов контролируется болтами со срывной головкой. Конструкция зажима предусматривает возможность монтажа под напряжением.

Обозначение	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода ответвления, мм <sup>2</sup>	Номинальный ток, А	Ток КЗ (1 с), кА	Болт	
					Размер головки, мм	Момент срыва, Нм
TTD 301	25-95	25 - 95	350	11,0	13	14
TTD 401	50-185	50-150	440	15,2	13	18

## Ответвительные соединительные зажимы с двусторонним прокалыванием изоляции



TTD 051



TTD 241



TTD 151

Ответвительные зажимы предназначены для присоединения к магистралям СИП ответвлений для ввода в здания (TTD151, TTD241) и фонарей уличного освещения (TTD051). Корпус зажима изготовлен из полиамида армированного стекловолокном с высокой механической прочностью и устойчивостью к погоднo-климатическим факторам. Зажимы герметичные, имеют электрическую прочность изоляции 6 кВ под водой. Сила сжатия прокалывающих контактных элементов контролируется болтом со срывной головкой. Конструкция зажима предусматривает возможность монтажа под напряжением.

Обозначение	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода ответвления, мм <sup>2</sup>	Номинальный ток, А	Болт	
				Размер головки, мм	Момент срыва, Нм
TTD 051	16-95	1,5-10	120	13	19
TTD 151	25-95	6-35	180	13	14
TTD 241	50-150	6-35	180	13	14

## Магистральные соединительные зажимы с односторонним прокалыванием изоляции



Зажимы с односторонним прокалыванием изоляции **NTD 301** и **NTD401** применяются для присоединения к неизолированным проводам основной магистрали проводов СИП линейного ответвления. Корпус зажима изготовлен из полиамида армированного стекловолокном с высокой механической прочностью и устойчивостью к погоднo-климатическим факторам. Контактные пластины выполнены из алюминиевого сплава и для предотвращения окисления смазаны нейтральным смазочным материалом. Сила сжатия контролируется болтами со срывной головкой.

Обозначение	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода ответвления, мм <sup>2</sup>	Номинальный ток, А	Ток КЗ (1 с), кА	Болт	
					Размер головки, мм	Момент срыва, Нм
NTD 301	Al 7 - 95	35-95	350	11,0	13	14
NTD 401	Al 50 - 150	50-150	440	15,2	13	14

## Ответвительные соединительные зажимы с односторонним прокалыванием изоляции



Зажим **NTD 151** служит для выполнения ответвлений от неизолированной магистрали для ввода в здания (сооружения) проводов СИП.

Обозначение	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода ответвления, мм <sup>2</sup>	Номинальный ток, А	Болт	
				Размер головки, мм	Момент срыва, Нм
NTD 151	Al 16 - 95	2,5-35	200	13	14



Зажимы **TND 151** и **TND 231** предназначены для выполнения ответвлений от линии СИП с помощью неизолированных проводов. Основное применение в Украине – выполнение повторных заземлений PEN(PE) – проводников магистралей СИП. Позволяют реализовать контактное соединение провода СИП с алюминиевым либо стальным заземляющим проводником

Обозначение	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода ответвления, мм <sup>2</sup>	Номинальный ток, А	Болт	
				Размер головки, мм	Момент срыва, Нм
TND 151	16-95	6 - 35 Al / Fe	180	13	14
TND 231	35-95	10- 50 Al / Fe	220	13	14

### 1.5.2. Прессуемые соединительные зажимы

Прессуемые соединительные зажимы предназначены для соединения проводов СИП в пролётах или в петлях анкерных опор. SICAME Group выпускает несколько типов прессуемых соединительных зажимов:



- зажимы **MJPT...N** - применяются для соединения основных магистралей ВЛИ в пролётах. Выпускаются для сечений от 25 до 120 мм<sup>2</sup>. Обеспечивают прочность торцевого соединения не менее 90% разрывной прочности соединяемого провода.



- зажимы **MJPT...** - применяются для соединения основных магистралей ВЛИ сечением от 10 до 150 мм<sup>2</sup> в петлях анкерных опор. Обеспечивают прочность соединения не менее 80% прочности соединяемого провода.

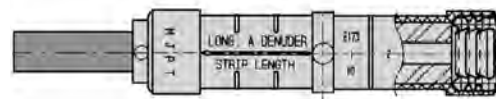


- зажимы **MJPB...** - применяются для линий ответвления для ввода в здания и линий уличного освещения сечением от 16 до 35 мм<sup>2</sup>. Рассчитаны на растягивающее усилие до 60% прочности провода.

Полное обозначение зажима состоит из буквенного обозначения типа и цифр, обозначающих сечения проводов, которые соединяет зажим. Например **MJPB 16, MJPT 70 N, MJPT 120, MJPT 95-70**.

Конструкции этих зажимов аналогичны и включают в себя трубку из алюминиевого сплава, изолирующий корпус из вязкоупругого пластика, уплотнительную кольцевую манжету. Цвет манжеты соответствует определённому сечению провода. На изоляции зажима нанесена следующая информация:

- сечение соединяемых проводников;
- количество и порядок проведения опрессовок;
- длина зачистки изоляции провода;
- тип необходимой для опрессовки матрицы.



мм <sup>2</sup>	Цветовая маркировка
16	Голубой
25	Оранжевый
35	Красный
50	Желтый
70	Белый
95	Серый
120	Розовый
150	Фиолетовый

Зажимы обеспечивают герметичное соединение провода с электрической прочностью изоляции 6 кВ под водой и максимально допустимыми для данного сечения провода электрическими нагрузками. Зажимы соответствуют всем требованиям общеевропейских стандартов EN50483, что подтверждено протоколами испытаний.

Таким образом, обзор выпускаемой SICAME Group арматуры для ВЛИ показывает, что выпускаемые типы и номенклатура изделий позволяют выполнять любые проектные решения строительства линий СИП с высокими показателями качества и надёжности.

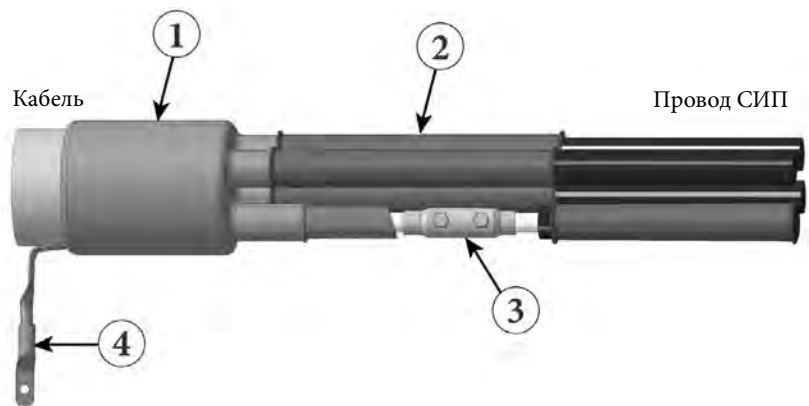
### 1.5.3. Соединительные муфты для перехода воздушной линии СИП в кабельную

При строительстве ВЛИ часто возникает необходимость перехода воздушных линий в кабельные. Эта задача может быть реализована на основе применения переходных кабельных муфт производства SICAME Group.

Переходные термоусаживаемые муфты типа T4THS... предназначены для электрического контактного соединения проводов СИП с 4-х жильными кабелями в полиэтиленовой изоляции, например, типов АВВГ, ВВГ, АВББШв, ВББШв и т.п. с номинальным напряжением 0,6/1 кВ. Восстановление изоляции жил, внешней оболочки кабеля и герметизация зоны контактного соединения производится при помощи термоусаживаемой кабельной перчатки и термоусаживаемых трубок с клеевым составом, устойчивых к ультрафиолету.

Переходная муфта T4THS... состоит из следующих элементов:

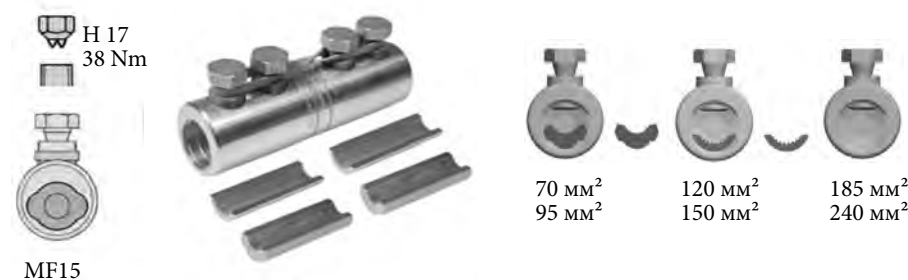
- кабельная термоусаживаемая перчатка E4R... - (1);
- термоусаживаемые трубки GR Трк1... - (2);
- болтовой соединитель MF15 SEAU - (3);
- наконечник заземляющего проводника YCA025M8TH (в случае применения бронированного кабеля) - (4).



Выбор переходной муфты производится в зависимости от сечения соединяемых проводов СИП и кабеля согласно приведенной таблице.

Тип муфты	Сечение жил СИП, мм <sup>2</sup>	Сечение жил кабеля, мм <sup>2</sup>
T4THS 16-35	от 16 до 35	от 16 до 35
T4THS 35-70	от 35 до 70	от 35 до 70
T4THS 70-240	от 70 до 240	от 70 до 240

Основной конструктивной особенностью этих муфт является применение специальных болтовых соединителей типа MF15 со срывными головками. Эти соединители позволяют соединять витые многопроволочные жилы провода СИП с жилами кабеля, которые могут быть алюминиевыми или медными, иметь витую многопроволочную или монолитную конструкцию и сечение до 240 мм<sup>2</sup>.



Обозначение	Тип жилы кабеля	Сечение Alu / Cu мм <sup>2</sup>	Центрирующие вкладыши для сечений, мм <sup>2</sup>
MF 15		70 - 240	70-95, 120-150



Основные наиболее часто применяемые типы арматуры для линий СИП сечением до 95 мм<sup>2</sup> приведены на следующем рисунке.



Рисунок 1. Основные элементы арматуры для ВЛИ

## ТЕМА 2. Порядок монтажа воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами

Монтаж ВЛИ должен выполняться в соответствии с проектом, специально разработанным для данной конкретной линии. В общем случае для строительства типового участка ВЛИ можно выделить следующие этапы выполнения монтажных работ:

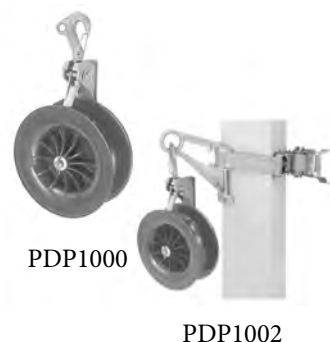
1. Установка опор.
2. Монтаж крепёжных устройств (крюков, траверс).
3. Раскатка СИП на опорах.
4. Натяжение участка ВЛИ и анкерное закрепление.
5. Монтаж поддерживающих зажимов.
6. Обустройство электрических подключений и соединений
  - 6.1. Соединение монтажных участков ВЛИ при помощи прессуемых соединительных зажимов.
  - 6.2. Подключение линейных ответвлений и ответвлений для ввода в здание (монтаж прокалывающих зажимов)
7. Установка заземлений и защита ВЛИ от перенапряжений.

### 2.1. Инструмент и оборудование для монтажа линий СИП

Самонесущий изолированный провод относится к высокотехнологичным изделиям и обеспечивает долговременное и надёжное функционирование линии. Важным условием при строительстве линий является соблюдение требуемых технологических операций и применение необходимого инструмента и оборудования для монтажа элементов арматуры и раскатки СИП.

#### Монтажные ролики для раскатки СИП

Во время монтажа линии для раскатки СИП на опорах могут быть использованы следующие типы монтажных роликов:



- монтажные ролики типа **PDP1000** или **PDP1002** – для раскатки СИП на угловых и концевых опорах. Шкив ролика изготавливается из термопластика, кронштейн – из высокопрочного сплава алюминия. Ролик PDP1002 оснащён бандажным ремнём и замковым устройством;

Обозначение	Способ крепления	Вес, кг	Диаметр ролика, мм	Канавка, мм	Допустимая нагрузка, даН
PDP 1000	на крюке	2,3	160	80	800
PDP 1002	кронштейн с бандажной лентой	8,7	160	80	800



- монтажный ролик **PO800** – все детали изготовлены из сплава алюминия, шкив с эпоксидным покрытием;

Обозначение	Способ крепления	Вес, кг	Диаметр ролика, мм	Канавка, мм	Допустимая нагрузка, даН
PO 800	на крюке	2,6	130	60	800



- ролик **KL-4** - изготовлен из полиамида с кронштейном из стали с горячим оцинкованием

Обозначение	Способ крепления	Вес, кг	Диаметр ролика, мм	Канавка, мм	Допустимая нагрузка, кН
KL-4	на крюке	1,5	120	50	800

## Кабельные чулки

Кабельные чулки **LD42...** применяются для соединения монтажного троса с проводом СИП при раскатке по опорам. Изготавливаются из металлической прочной сетки с коушем, на внутренней поверхности которой нанесено абразивное антифрикционное напыление. В зависимости от диаметра пучка СИП необходимо применять чулки, рассчитанные на соответствующее сечение провода.



Обозначение	Сечение СИП, мм²	Диаметр пучка СИП, мм	Вес, кг	Допустимая нагрузка, кН
LD4203	4x16-4x35	13-32	0,12	5,5
LD4205	4x50-4x120	27-47	0,5	8
LD4209	4x240	50-65	1,5	15

## Вертлюг

Вертлюг **LD24...** предназначен для предотвращения скручивания провода СИП при его сматывании с барабана и раскатке по опорам. Изготавливается из нержавеющей стали. Устанавливается между раскаточным тросом и кабельным чулком.



Обозначение	Внешний диаметр, мм	Допустимая нагрузка, даН
LD2420	23	800
LD2422	32	1500

## Лебёдка ручная с функцией реверса

Лебёдки ручные **P500 (P1500)** применяются для создания монтажного натяжения СИП на анкерном участке линии. Необходимость изменения усилия натяжения СИП при монтаже обуславливают применение лебёдок именно с функцией реверса.



Обозначение	Допустимая нагрузка, кН	Толщина троса, мм	Длина троса, мм	Вес, кг
P-500	5	5	360-1370	2,4
P-1500	15	5	460-1870	4,1

### Монтажные зажимы

Монтажные зажимы **ABC-GRIP** предназначены для захвата и удержания провода СИП при создании монтажного натяжения анкерного участка линии. В зависимости от диаметра пучка СИП применяются монтажные зажимы нескольких типоразмеров.

Рисунок	Модель №	Допустимая нагрузка, кН	Сечение кабеля min, мм²	Сечение кабеля max, мм²	Длина захвата, мм	Размер коуша, мм	Вес, кг
	ABC-S-GRIP	3,5	4×16	4×35	80	24×30	0,6
			2×16	2×50			
	ABC-M-GRIP	10,0	4×25	4×95	160	32×42	2,4
	ABC-L-GRIP	18,0	4×95	4×150	180	32×42	2,6

### Динамометр

Динамометр **TM-10** служит для измерения натяжения провода СИП. Динамометры подбирают по значению допустимой нагрузки и цене деления шкалы прибора.



Обозначение	Допустимая нагрузка, кН	Габариты			
		Цена деления, кгс	А мм	В мм	Вес, кг
TM-10	10	20	190	75	1,0
TM-5	5	10	160	75	0,9

### Натяжитель для бандажной ленты PINF



Натяжитель PINF предназначен для натяжения, изгиба и обрезки стальной бандажной ленты во время крепления крюков на опорах. Натяжитель состоит из корпуса, цилиндрических ножиц для обрезки ленты, прижимного эксцентрика, силового винта и вращающейся рукоятки с упорным подшипником.

### Натяжитель для бандажной ленты PCL



Натяжитель PCL также предназначен для натяжения, изгиба и обрезки стальной бандажной ленты во время крепления крюков на опорах, но имеет другую конструкцию и принцип действия. Состоит из двух рукояток с храповым механизмом, натяжного валика, гильотинных ножиц для обрезки ленты и переключателя режимов работы (натяжение-резка).

### Ножницы для резки кабеля



Ножницы секторные **MRK34** с изолированными рукоятками и храповым механизмом предназначены для резки медных и алюминиевых проводников диаметром до 34 мм.

### Отделительные клинья



Клинья **CIE 100** применяются для отделения одной жилы от пучка СИП во время монтажа прокалывающих и прессуемых зажимов.

### Гидравлический пресс



Гидравлический ручной пресс **HVD 51** предназначен для опрессовки соединительных зажимов типа MJPT, соединительных гильз и наконечников из меди и алюминия. При достижении требуемого усилия работа гидравлики выключается автоматически. В конструкции рабочей головки предусмотрена быстрая замена матриц. Рычаг декомпрессии позволяет произвести автоматический возврат поршня..

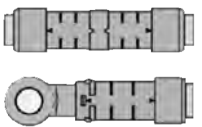
Обозначение	Рабочее усилие опрессовки, кН	Ход поршня, мм	Регулировка положения головки	Вес, кг
HVD 51	50	10-16	180°	1,9

### Матрицы для опрессовки

Матрицы D5E... используются для шестигранной опрессовки соединительных зажимов MJPT, а также других типов соединительных гильз и наконечников. В зависимости от сечения проводников необходимо использовать матрицы соответствующих типоразмеров.



D5 E 140-173

Шестигранные матрицы	Прессуемое сечение, мм <sup>2</sup>	Тип матрицы
<p>Возможна опрессовка следующих типов наконечников, гильз и соединительных зажимов MJPB – MJPT – MJPT...N</p> 	16	D5 E140-173
	25	
	35	
	50	
	70	
	95	D5 E215
	120	

## 2.2. Этапы монтажа ВЛИ

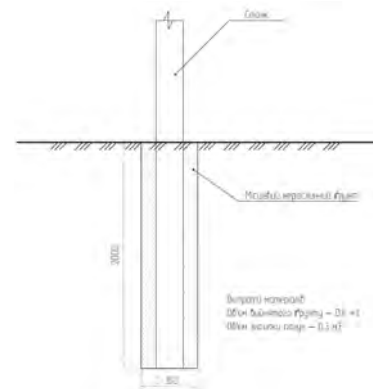
### 2.2.1. Расстановка опор

Расстановка опор должна производиться согласно проекту. В качестве опор могут быть использованы следующие стойки:

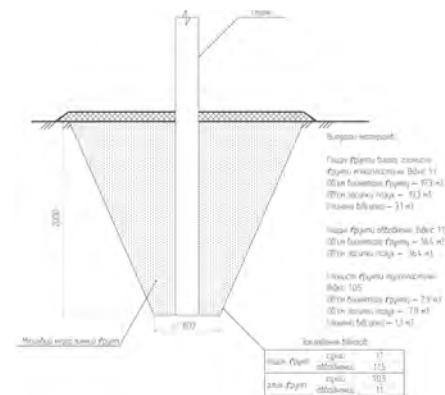
- железобетонные вибрированные типа СВ95;
- железобетонные центрифугированные типа СК105;
- металлические многогранные.

Закрепление стоек опор в грунте производится в пробуренные или выкопанные котлованы глубиной 2,0м, 2,5м или 2,7м. Засыпка пазух котлованов выполняется с уплотнением трамбовкой слоями не более 20 см. При этом согласно Раздела 202.2н/2 Типового проекта [5] применяются следующие варианты и способы закрепления опор в грунте:

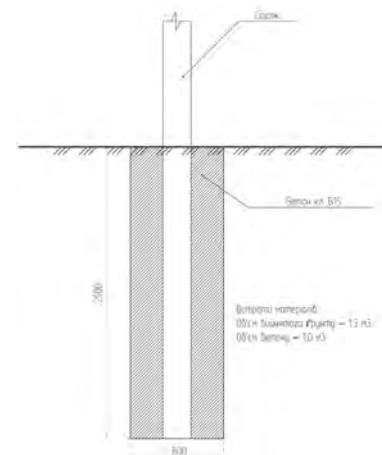
- закрепление в пробуренном котловане на 2,0 м или на 2,5 м с засыпкой пазух;



- закрепление в копаном котловане на 2,0 м или на 2,5 м с засыпкой пазух;

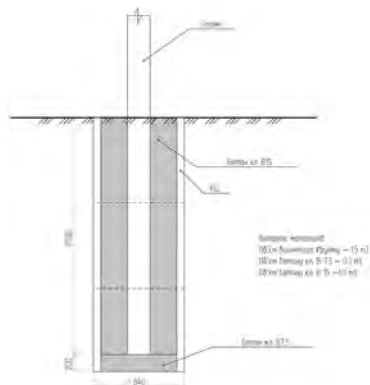


- закрепление в пробуренном котловане на 2,5 м с бетонированием пазух;

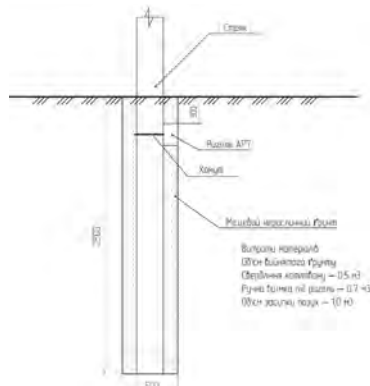




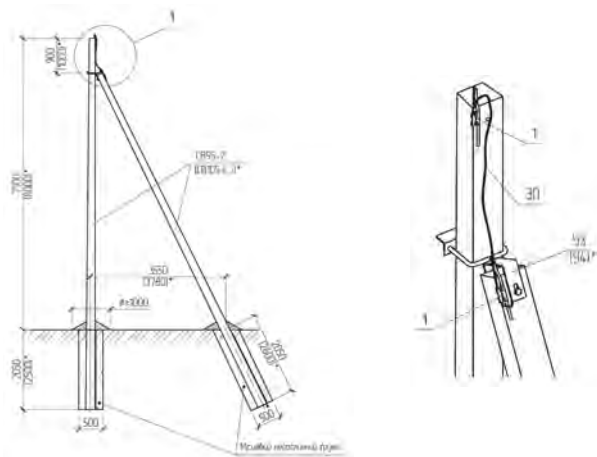
- закрепление в пробуренном котловане на 2,7 м с бетонированием в железобетонных кольцах;



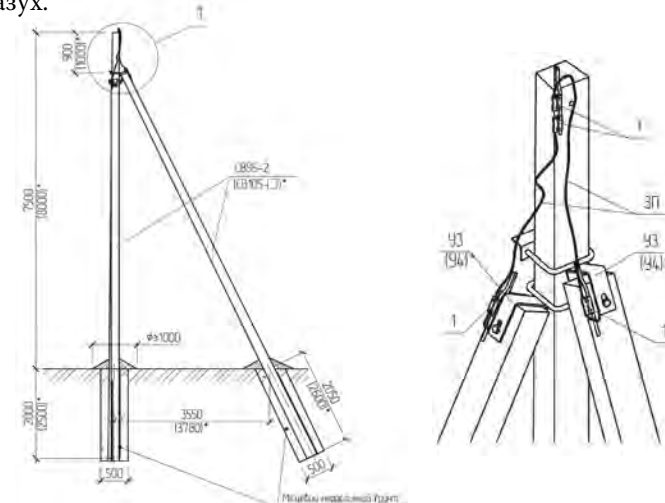
- закрепление в пробуренном котловане на 2,5 м с ригелем АР7 с засыпкой пазух;



- закрепление в пробуренном котловане на 2,0 (2,5) м с подкосом с засыпкой пазух;



- закрепление в пробуренном котловане на 2,0 (2,5) м с двумя подкосами с засыпкой пазух.



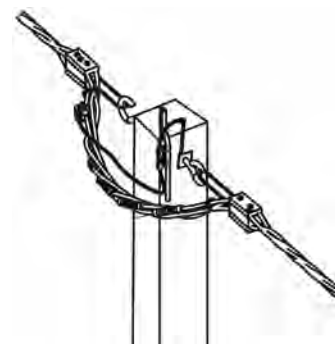
Условное обозначение способа закрепления опор в грунте имеет следующий буквенно-цифровой шифр: ЗГ1х2,5БТ, где:

- ЗГ- закрепление в грунте;
- 1 – количество стояков;
- 2,5 – размер заглубления;
- БТ – способ заполнения пазух котлована (НГ – грунт в пробуренном котловане; БТ – бетонирование; ЖБ – железобетонные кольца; РГ – ригель; ПГ – грунт в копаном котловане).

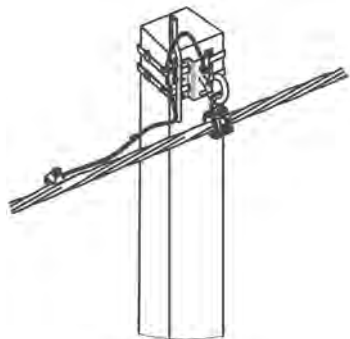
## 2.2.2. Закрепление крюков

Монтаж крюков на опорах нужно производить так, чтобы обеспечить максимально прямое прохождение провода и правильное распределение на металлоконструкции нагрузок от натяжения провода.

При установке на опорах крюки необходимо располагать следующим образом:



**а). на анкерных, анкерных угловых и концевых опорах** - крюки располагаются в направлении натяжения провода (в направлении на рядом стоящую опору);



**б). на промежуточных опорах прямолинейных участков** – крюки располагаются сбоку опоры перпендикулярно направлению проводов линии;

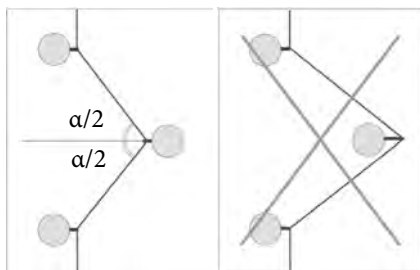


Рис. 1

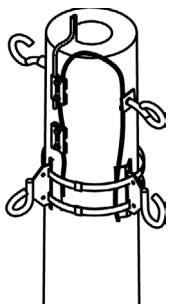
Рис. 2

**в). на угловых промежуточных опорах:**  
– крюк должен быть расположен по биссектрисе угла  $\alpha$ , образованного направлениями провода на две рядом стоящие опоры – Рис.1;  
– крюк должен располагаться с внутренней стороны опоры – Рис.2.

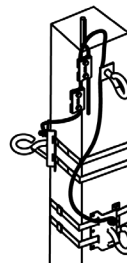


**г). на ответвительных опорах** – крюк монтируется в направлении линии ответвления.

С целью выполнения указанных выше требований расположения крюков на опорах округлой (СК) или прямоугольной (СВ) формы рекомендуется:



**а). На опорах СК** применять крюки типа GHSO, которые имеют опорную поверхность незначительной площади. Это позволяет выставлять крюки на поверхности опоры в необходимом направлении для сохранения устойчивости к вертикальным, горизонтальным и поперечным нагрузкам..



**б). На опорах СВ** применять крюки типа CSC16, которые имеют опорную поверхность увеличенной площади и специального профиля. Это позволяет надёжно зафиксировать крюк на плоской поверхности либо на углу опоры в необходимом направлении.

Закрепление крюков на опорах выполняется при помощи бандажной ленты из нержавеющей стали типа ИГ, концы которой фиксируются с помощью скрепы СФ. Натяжение ленты для надёжной фиксации крюков и её обрезка до требуемой длины производится с помощью специального инструмента – натяжителя.

### Монтаж крюков с креплением бандажной стальной лентой



1. Отрезать необходимое количество ленты.



2. Ввести конец ленты в паз скрепы на 5-10 см, загнуть ленту под скрепу и сплющить место изгиба



3. Продеть ленту в отверстие крюка, обернуть ленту вокруг опоры и снова ввести свободный конец ленты в паз скрепы.



4. Закрепить оставшийся отрезок ленты в прижимном устройстве натяжителя и натянуть ленту.



5. Удерживая за корпус натяжителя, загнуть ленту в сторону скрепы и отрезать лишний участок ленты.



6. Загнуть и обжать «усики» скрепы молотком.

- При монтаже крюков на анкерных опорах верхний хомут выполняется в два обхвата.
- На анкерной опоре на одной сборке с креплением бандажной лентой допускается установка не более двух крюков.

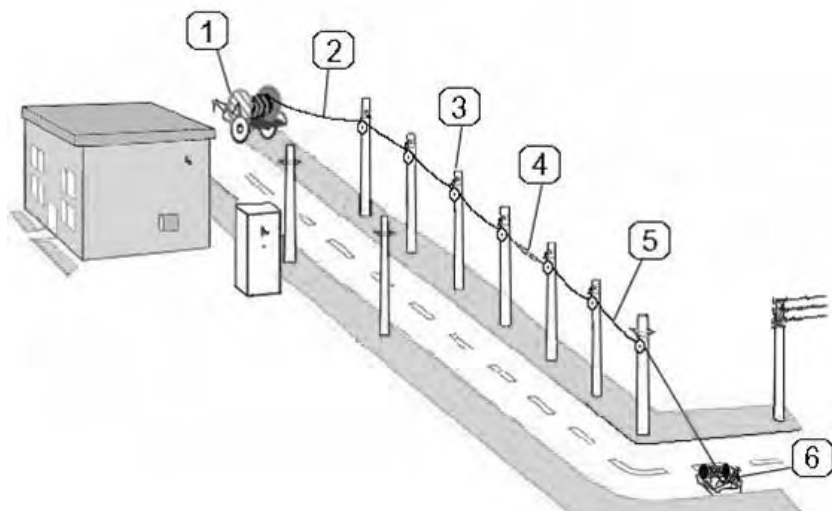
### 2.2.3. Раскатка линии

Особенностью монтажа ВЛИ является раскатка СИП с применением монтажных роликов и троса. Такая технология обеспечивает защиту от механических повреждений изоляции провода СИП при проведении монтажных работ и высокую надёжность ВЛИ в течение всего срока службы.

При раскатке ВЛИ необходимо учитывать, что строительная длина СИП (расстояние между двумя анкерными опорами) не должна превышать 800 м.

При выполнении работ по монтажу ВЛИ необходимо соблюдать требования ГKD 34.20.260-2002.

Перед раскаткой СИП на заранее установленные на опорах крюки подвешиваются монтажные ролики (3), в них заправляется раскаточный трос (5) (эти операции можно совместить с монтажом крюков).



С одной стороны строительного участка на расстоянии 10-15 м от первой опоры устанавливается раскаточное устройство (1) с барабаном СИП так, чтобы провод при раскатке сходил сверху барабана. С другой стороны участка устанавливается приспособление для натягивания раскаточного троса (6).

На конце провода СИП, (2) сматываемого с барабана, закрепляется монтажный чулок (4). Конец провода СИП предварительно покрывается изолянтной. Чулок перед установкой сжимается по длине и в таком состоянии одевается на провод до упора. Затем чулок растягивается и фиксируется на СИП изолянтной. К кольцу чулка одной стороной присоединяется вертлюг, с другой стороны которого закрепляется раскаточный трос (5).



В начале раскатки плавно выбирается «слабина» троса, затем провод СИП протягивается по роликам через весь строительный участок до выхода из ролика последней опоры. При раскатке барабан необходимо «подтормаживать» и следить, чтобы СИП не касался земли и элементов опор.

Когда раскатка СИП закончена, на последней опоре необходимо снять кабельный чулок с вертлюгом и оставить достаточный запас провода (около 0,5 м) для электрического соединения в анкерной петле со следующим строительным участком.

### 2.2.4. Монтаж натяжных зажимов

После окончания раскатки СИП по опорам, необходимо придать проводу требуемое монтажное натяжение и закрепить анкерный участок натяжными зажимами.

Для этого с одной стороны анкерного участка на провод СИП монтируется натяжной зажим. С другой стороны участка с помощью натяжного зажима, лебёдки и динамометра устанавливается заданное согласно проекту монтажное натяжение и монтируется второй анкерный зажим.

Определение значений монтажного натяжения и технологические операции по натяжению проводов СИП на анкерном участке будут рассмотрены во второй части данного пособия.

### Монтаж магистральных натяжных зажимов



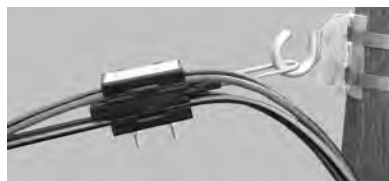
1. Проверить по маркировке, что зажим подходит для сечения данного провода. Раскрутить гайки зажимных винтов, отвести клин зажима в крайнее раскрытое положение.



2. Уложить жилы провода в зажим. Сигнальные провода и дополнительные линии освещения, при наличии, прокладываются вдоль зажима.



3. Равномерно и плотно затянуть гайки зажимных винтов накидным или рожковым ключом стандартного размера. Динамометрический ключ применять НЕ НУЖНО.



4. Навесить зажим на крюк.

### Монтаж ответвительных натяжных зажимов



1. Проверить по маркировке, что зажим подходит для сечения данного провода. Раскрутить гайку стяжного болта. Выкрутить стяжной болт и отвести клин зажима в крайнее раскрытое положение.



2. Уложить жилы провода в канавки зажима.



3. Затянуть стяжной болт зажима ключом стандартного размера. Затянуть гайку стяжного болта. Динамометрический ключ применять НЕ НУЖНО.



4. Навесить зажим на крюк

### Монтаж клиновых натяжных зажимов для ответвлений



1. Проверить по маркировке, что зажим подходит для сечения данного провода. Отвести клинья зажима в крайнее раскрытое положение.



2. Уложить жилы провода в канавки зажима.



3. Равномерно и плотно затянуть провода в зажиме, продвинув клинья внутрь корпуса. Осадить клинья лёгким ударом молотка



4. Навесить зажим на крюк (при необходимости демонтировать дужку зажима).

### 2.2.5. Монтаж поддерживающих зажимов

После выполнения натяжения анкерного участка ВЛИ производится замена монтажных роликов на поддерживающие зажимы.



1. Открутить болт с барашковой гайкой крепления крышки зажима и открыть крышку. Повесить зажим на крюк рядом с монтажным роликом.



2. Переложить провод из ролика в зажим





3. Закрыть крышку зажима и затянуть болт крепления крышки до срыва барашковой гайки. Зафиксировать провод в зажиме, закрутив болт прижимной лапки до срыва барашковой гайки.



4. Снять с крюка монтажный ролик.

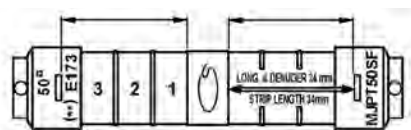
### 2.2.6. Электрические соединения в линии СИП

Соединение строительных участков ВЛИ чаще всего выполняется в петлях анкерных опор. Также оно может быть произведено в пролёте ВЛИ.

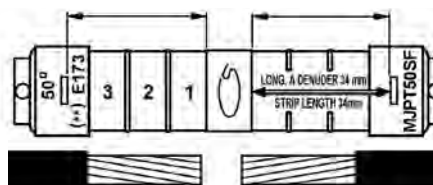
Для соединения СИП в пролёте используются прессуемые соединительные зажимы MJPT...N, которые обеспечивают соединение с механической прочностью не менее 90% разрывного усилия провода. В одном пролёте ВЛИ допускается не более одного соединения СИП.

Соединение в петлях анкерных опор выполняется прессуемыми соединителями MJPT.

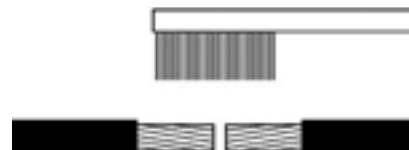
### Монтаж прессуемых соединительных зажимов



1. Проверить по маркировке, что зажим подходит для сечения данного провода.



2. Удалить изоляцию на концах соединяемых проводников согласно размерам на зажиме.



3. Зачистить жилы проводников металлической щёткой от окислов алюминия и покрыть нейтральной смазкой.



5. Согласно обозначению на зажиме выбрать шестигранные матрицы и установить их в пресс



4. Вставить зачищенные концы проводников в зажим до упора.



6. Согласно указанной на зажиме последовательности выполнить опрессовку ручным или электрическим прессом (с усилием опрессовки 50 кН)

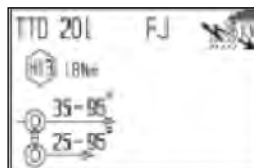
При монтаже прессуемых соединительных зажимов необходимо обеспечить их ступенчатое расположение на проводе, как показано на Рисунке. Для равномерного распределения монтажного натяжения на все жилы провода СИП продольное расстояние между ближайшими зажимами должно быть одинаковым. На расстоянии 10-20 см от крайних зажимов должны быть установлены стяжные ремешки CCD для предупреждения раскручивания провода СИП.



Рисунок 2. Расположение прессуемых соединительных зажимов

Присоединение проводов ответвлений к магистралям ВЛИ производится с помощью прокалывающих соединительных зажимов. Также с помощью этих зажимов может быть выполнено соединение строительных участков ВЛИ в петлях анкерных опор.

## Монтаж прокалывающих соединительных зажимов



1. Проверить по маркировке, что зажим подходит для сечения данного провода.

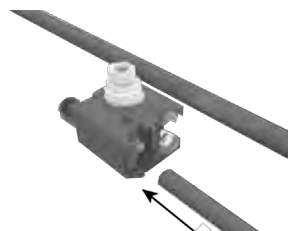
2. Используя отделительные клинья, выделить из пучка СИП жилу, на которую будет монтироваться зажим



3. Ослабить болт зажима и развести половинки его корпуса в соответствие с размерами провода магистрали



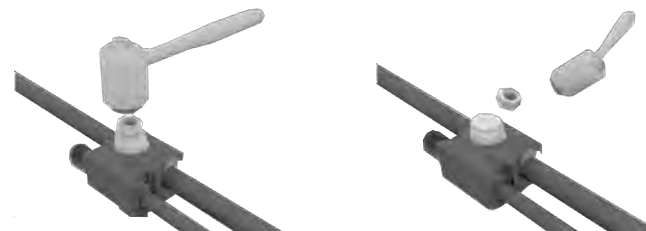
4. Переставить (или удалить лишний) герметизирующий колпачок в соответствие с направлением провода ответвления



5. Вставить провод ответвления в зажим до упора в дно герметизирующего колпачка



6. Одеть зажим открытой стороной на провод магистрали и, удерживая рукой снизу за корпус, закрутить болт зажима от руки до упора.



7. Используя торцевую головку с трещоткой или накидной ключ плавно, без рывков, затягивать болт до срыва пластиковой головки.



- Для затягивания и срыва пластиковых головок болтов необходимо использовать шестигранный накидной ключ или торцевую головку.

- При наличии на зажиме двух срывных головок их необходимо затягивать поочерёдно для предупреждения перекоса деталей зажима.

- Видеоролики, поясняющие порядок монтажа арматуры для ВЛИ можно посмотреть на сайте компании [sicame.com.ua](http://sicame.com.ua) в разделе «Поддержка».

### 2.2.7. Монтаж ответвлений

Все типы опор должны быть рассчитаны на однофазные или трёхфазные ответвления в одну или две стороны от магистрали. На ответвлениях для ввода в здания и сооружения в зависимости от количества фаз и электрической нагрузки как правило применяются двухжильные или четырёхжильные провода СИП сечением 16-25 мм<sup>2</sup>.

Длина линии ответвления от опоры до ввода в здание должна быть не более 25м. При большем расстоянии необходимо устанавливать дополнительную промежуточную опору. На опоре и на здании должны быть установлены анкерные крепления.

В зависимости от длины линии ответвления, сечения и количества жил провода СИП применяются следующие ответвительные комплекты арматуры:



- крюк для ответвлений CST12 в комплекте с натяжным зажимом GUKp2 или GUKp4 - для СИП от 2х16 до 4х35 мм<sup>2</sup>.

Этот комплект может быть использован в строительстве линий ответвления для ввода в здание длиной более 25 м (с дополнительной опорой) и для строительства линий уличного освещения.



- кронштейн РА69 в комплекте с клиновым натяжным зажимом РС63 (для СИП от 2х6 до 4х25 мм<sup>2</sup>) – рекомендуется применять для линий ответвления для ввода в здание длиной до 15 м.

Работы по монтажу ответвлений до ввода в здания (сооружения) выполняются в следующей последовательности:

- монтаж на здании (сооружении) кронштейна (крюка) для анкерного зажима;
- установка натяжного зажима на провод ответвления (оставить концы жил длиною, достаточной для присоединения к проводам ввода или счётчику на здании);
- монтаж натяжного зажима с проводом ответвления на кронштейн (крюк) на здании;
- монтаж на опоре кронштейна (крюка);
- натяжение СИП ответвления от здания к опоре, отметка на проводе места установки натяжного зажима и места среза концов жил от бухты (барабана);
- монтаж натяжного зажима на провод ответвления со стороны опоры;
- закрепление СИП на опоре - навешивание натяжного зажима на кронштейн (крюк) опоры;
- присоединение проводов ответвления к проводам ввода на здании;
- присоединения проводов ответвления к магистрали ВЛИ с помощью прокалывающих зажимов.

### ТЕМА 3. Основные габаритные расстояния при строительстве линий СИП

#### 3.1. Расположение проводов на опорах

ВЛИ следует размещать таким образом, чтобы их опоры не загромождали входы в здания и въезды во дворы, не создавали препятствий движению транспорта и пешеходов.

В населённой и ненаселённой местности расстояние по вертикали от проводов СИП до поверхности земли или до проезжей части улицы при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 5,0 м. В труднодоступной местности это расстояние может быть уменьшено до 2,5 м, а в недоступной (склоны гор, скалы) – до 1,0 м.

В случае пересечения непроезжей части улицы ответвлениями к вводам в здания (сооружения) расстояние от СИП до тротуаров и пешеходных дорожек при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 3,5 м.

Расстояние по вертикали от СИП ответвления для ввода в здание (сооружение) до поверхности земли перед конструкцией ввода должно быть не менее 2,75 м.

Расстояние от проводов СИП до деревьев и кустов не нормируется. В таком случае допускается вырубка отдельных деревьев, которые создают угрозу повреждению провода линии или препятствуют прохождению линии.

Совместная подвеска на общих опорах неизолированных проводов воздушной

линии (ВЛ) напряжением до 1 кВ и проводов СИП допускается при соблюдении следующих условий:

- неизолированные провода ВЛ должны быть расположены выше проводов СИП;
- расстояние между проводами ВЛ и СИП на опоре и в пролёте при температуре воздуха +15 °С без ветра должно быть не менее 0,5 м.

При совместной подвеске на общих опорах разных цепей ВЛИ напряжением до 1 кВ расстояние между линиями СИП на опоре и в пролёте должно быть не менее 0,3 м.

В случае совместной подвески на общих опорах неизолированных проводов воздушной линии напряжением до 10 кВ и проводов СИП напряжением до 1 кВ расстояние по вертикали между ближайшими проводами линий разного напряжения (на опоре и в пролёте при температуре воздуха +15 °С без ветра) должно быть не менее 1 м. Провода ВЛ напряжением до 10 кВ при этом следует располагать выше проводов линии СИП до 1 кВ.

При совместной подвеске на общих опорах воздушной линии с защищёнными проводами (ВЛЗ) напряжением до 10 кВ и проводов СИП напряжением до 1 кВ расстояние по вертикали между ближайшими проводами линий разного напряжения (на опоре и в пролёте при температуре воздуха +15 °С без ветра) должно составлять не менее 0,5 м. Провода ВЛЗ напряжением до 10 кВ при этом следует располагать выше проводов линии СИП до 1 кВ.

Допускается пересечение линий напряжением до 1 кВ в пролёте. В этом случае расстояние по вертикали между ближайшими проводами пересекаемых линий (на опоре и в пролёте при температуре воздуха +15 °С без ветра) должно быть не менее: между неизолированными проводами ВЛ и ВЛИ – 0,5 м; между проводами ВЛИ – 0,1 м.

В случае пересечения ВЛИ напряжением до 1 кВ с автомобильными дорогами общего пользования наименьшее расстояние по вертикали от провода СИП до покрытия проезжей части должно быть 7,0 м. При сближении ВЛИ с автомобильными дорогами расстояние от СИП до дорожных знаков и удерживающих их тросов должно быть не менее 0,5 м.

При пересечении ВЛИ с трубопроводом расстояние от проводов линии при их наибольшем провисе до элементов трубопровода должно быть не менее 1 м.

#### 3.2. Прокладка ответвлений СИП по стенам зданий и сооружений

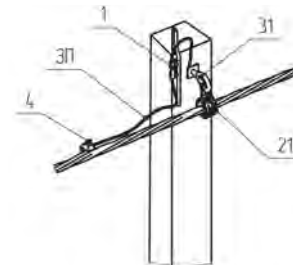
Прокладку СИП по стенам зданий и сооружений необходимо выполнять таким образом, чтобы они были недостижимы для прикосновения с мест, где возможно частое пребывание людей (окна, балконы, террасы). Расстояния для прокладки СИП в этих случаях приведены на рисунке.

Запрещается прокладка СИП по стенам взрыво- и пожароопасных зданий и сооружений (АЗС, газораспределительные станции и т.п.).



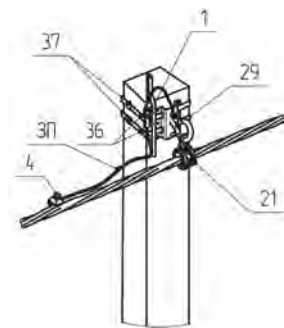
Минимальное расстояние по горизонтали от СИП до элементов ближайших зданий и сооружений при наибольшем отклонении: до балконов, террас, окон до глухих стен	1,0 м 0,15 м
Минимальное расстояние по вертикали при прохождении над крышами строений: для промышленных зданий и сооружений для малых архитектурных форм (торговые павильоны, киоски и т.д.) где не предусмотрено пребывание людей	2,5 м 0,5 м
Минимальные расстояния при прохождении СИП по стене здания по вертикали: над окном или входными дверями под окном или балконом до земли	0,3 м 0,5 м 2,75 м
по горизонтали: до окон до балконов и входных дверей	0,5 м 1,0 м
Минимальное расстояние в просвете от стены строения до СИП	6 см

#### ТЕМА 4. Типовые узлы крепления проводов СИП на опорах (по проекту повторного применения №202.2н) Закрепление СИП на промежуточных опорах:



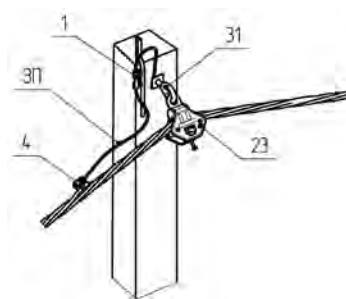
##### а). с отверстием и проходным крюком:

- 1 – зажим плащечный ПС-1-1;
- 31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250);
- 21 – зажим поддерживающий PSP 122;
- 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;
- ЗП – заземляющий проводник – провод А16.



##### б). с креплением крюка бандажной лентой:

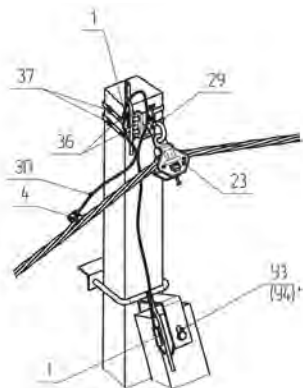
- 1 – зажим плащечный ПС-1-1;
- 29 – крюк универсальный CSC 16uz;
- 21 – зажим поддерживающий PSP 122;
- 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;
- ЗП – заземляющий проводник – провод А16;
- 36 – бандажная лента IF 207;
- 37 – скрепа CF 20.



##### в). на угловой опоре:

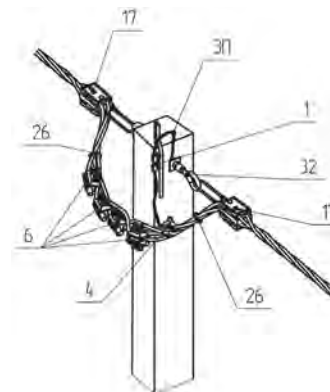
- 1 – зажим плащечный ПС-1-1;
- 31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250);
- 23 – зажим поддерживающий угловой GP2Q;
- 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;
- ЗП – заземляющий проводник – провод А16.





**г). на угловой опоре с подкосом:**

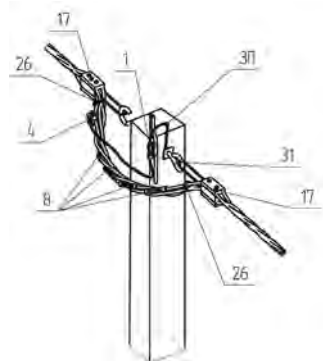
1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
29 – крюк универсальный CSC 16uz;  
23 – зажим поддерживающий угловой GP2Q;  
УЗ – кронштейн УЗ (У4);  
4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
ЗП – заземляющий проводник – провод А16;  
36 – бандажная лента IF 207;  
37 – скрепа CF 20.



**в). с соединением СИП в петле анкерной опоры прокалывающими зажимами:**

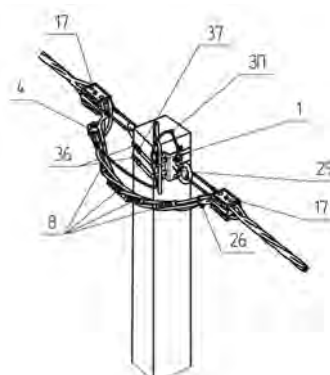
1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
32 – крюк накручивающийся GHN 16;  
17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
26 – хомут стяжной CCD9-62;  
4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
6 – зажим прокалывающий магистральный TTD 301 (TTD 401);  
ЗП – заземляющий проводник – провод А16.

**Решения по закреплению СИП на анкерных опорах:**



**а). с отверстием и проходным крюком:**

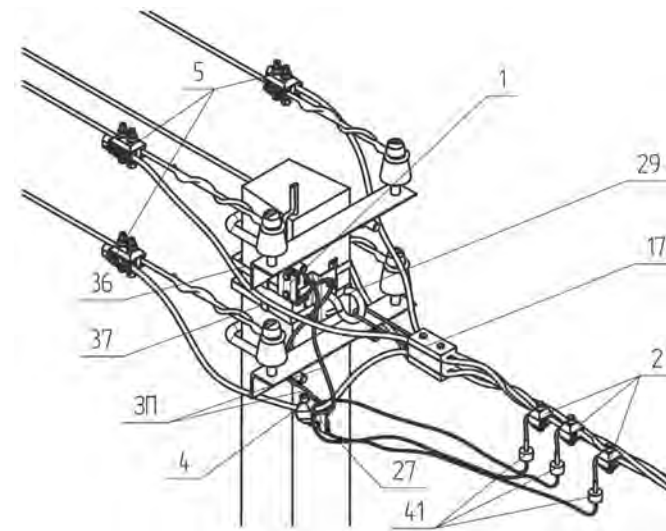
1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
ЗП – заземляющий проводник – провод А16;  
31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250);  
17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
26 – хомут стяжной CCD9-62;  
8 – зажим соединительный прессуемый MJPT...;  
4 – зажим для повторных заземлений TND 151;



**б). с креплением крюка бандажной лентой:**

1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
29 – крюк универсальный CSC 16uz;  
17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
26 – хомут стяжной CCD9-62;  
8 – зажим соединительный прессуемый MJPT...;  
36 – бандажная лента IF 207;  
4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
37 – скрепа CF 20;  
ЗП – заземляющий проводник – провод А16.

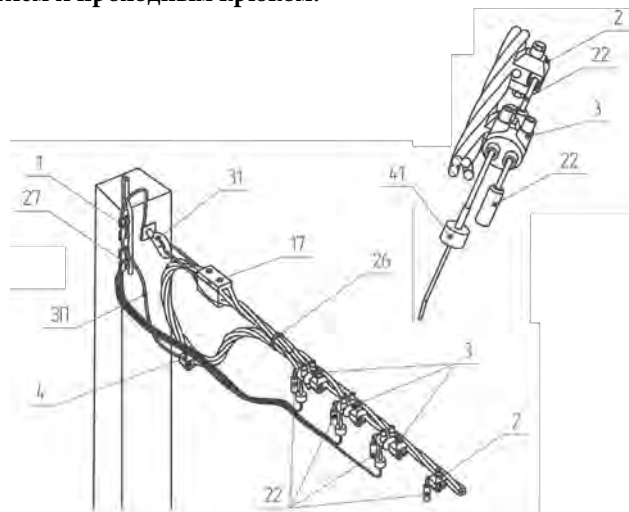
**г). с переходом неизолированной линии в СИП:**



1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
29 – крюк универсальный CSC 16uz;  
17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
2 – зажим прокалывающий для ответвлений TTD 151 (TTD 241);  
41 – ограничитель перенапряжения BOP-R 0,5/5;  
27 – зажим плашечный RDAU 95-35;  
4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
ЗП – заземляющий проводник – провод А16;  
37 – скрепа CF 20;  
36 – бандажная лента IF 207;  
5 – зажим прокалывающий односторонний NTD 301 (NTD 401).

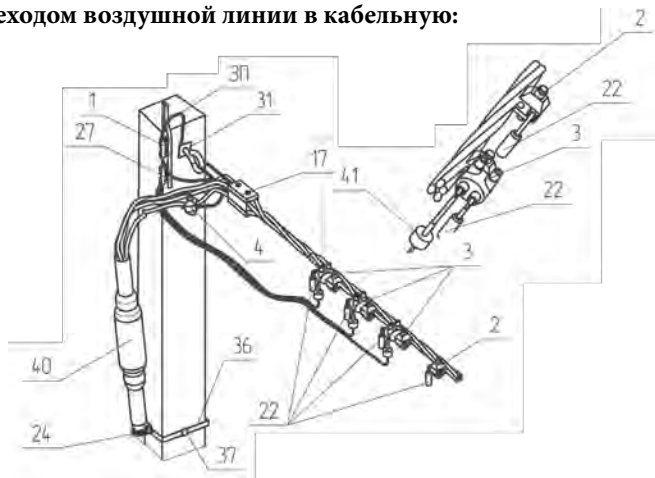
## Закрепление СИП на концевых опорах:

### а). с отверстием и проходным крюком:



- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
 31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250);  
 17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
 26 – хомут стяжной CCD9-62;  
 3 – зажим прокалывающий для двух выводов ТТ2D 83;  
 2 – зажим прокалывающий для ответвлений ТТD 151 (ТТD 241);  
 22 – модуль для заземлений FCC 1;  
 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
 3П – заземляющий проводник – провод А16;  
 27 – зажим плашечный RDAU 95-35;  
 41 – ограничитель перенапряжения BOP-R 0,5/5.

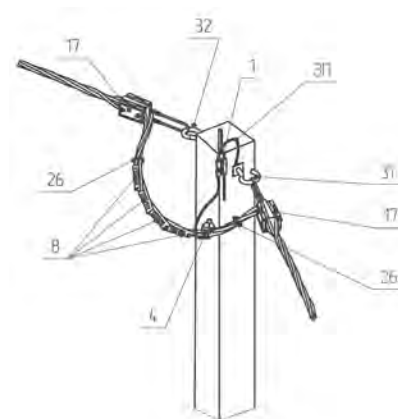
### б). с переходом воздушной линии в кабельную:



- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
 3П – заземляющий проводник – провод А16;  
 31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250);  
 17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
 3 – зажим прокалывающий для двух выводов ТТ2D 83;  
 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
 22 – модуль для заземлений FCC 1;  
 2 – зажим прокалывающий для ответвлений ТТD 151 (ТТD 241);  
 36 – бандажная лента IF 207;  
 37 – скрепа CF 20;  
 24 – держатель для кабелей DIC 3050;  
 40 – концевая муфта T4THS...;  
 27 – зажим плашечный RDAU 95-35;  
 41 – ограничитель перенапряжения BOP-R 0,5/5

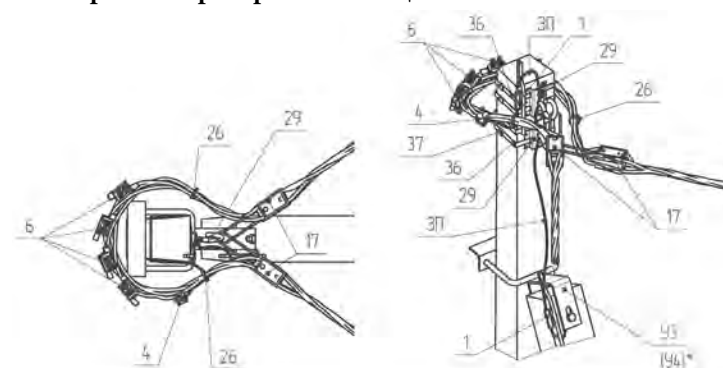
## Примеры закрепления СИП на угловых анкерных опорах:

### а). с проходным крюком и соединением СИП в петле анкерной опоры прессуемыми зажимами:



- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;  
 3П – заземляющий проводник – провод А16;  
 31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250);  
 17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
 26 – хомут стяжной CCD9-62;  
 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
 8 – зажим соединительный прессуемый MJPT...;  
 32 – крюк накручивающийся GHN 16.

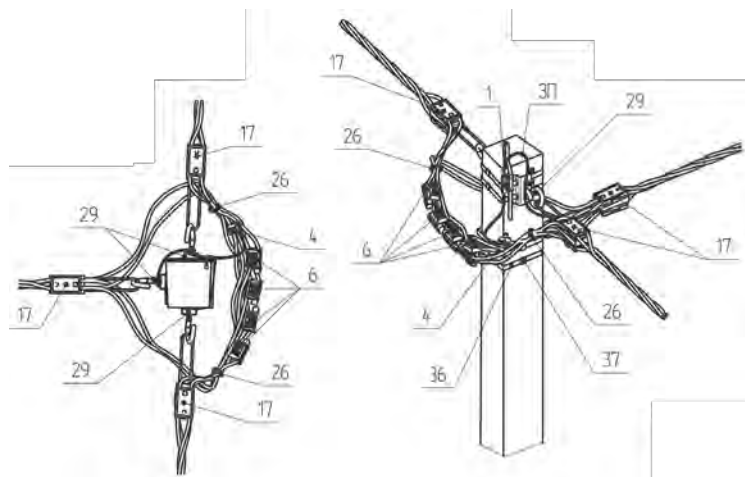
### б). с подкосом, креплением крюков бандажной лентой и соединением СИП в петле анкерной опоры прокалывающими зажимами:



1 – зажим плащечный ПС-1-1;  
 29 – крюки универсальные CSC 16uz – расположены на разных уровнях;  
 26 – хомут стяжной CCD9-62;  
 17 – натяжные магистральные зажимы GUKo1 (GUKo2)- расположены на разных уровнях;  
 УЗ – кронштейн УЗ (У4);  
 ЗП – заземляющий проводник – провод А16;  
 36 – бандажная лента IF 207;  
 37 – скрепа CF 20;  
 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
 6 – зажим прокалывающий магистральный TTD 301 (TTD 401).

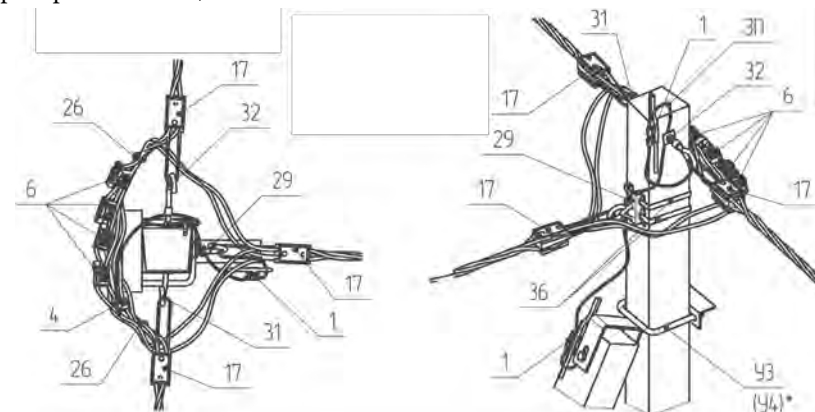
### Решения по закреплению СИП на ответвительных анкерных опорах:

а). с креплением крюков бандажной лентой и соединением линий магистрали и ответвления в петле анкерной опоры прокалывающими зажимами:



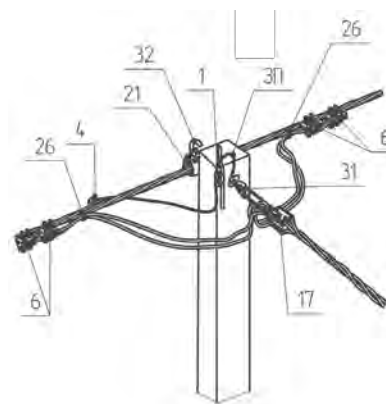
1 – зажим плащечный ПС-1-1;  
 ЗП – заземляющий проводник – провод А16;  
 29 – крюки универсальные CSC 16uz – расположены на разных уровнях;  
 17 – натяжные магистральные зажимы GUKo1 (GUKo2) – расположены на разных уровнях;  
 26 – хомут стяжной CCD9-62;  
 37 – скрепа CF 20;  
 36 – бандажная лента IF 207;  
 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
 6 – зажим прокалывающий магистральный TTD 301 (TTD 401).

б). с подкосом и соединением линий магистрали и ответвления в петле анкерной опоры прокалывающими зажимами:



1 – зажим плащечный ПС-1-1;  
 ЗП – заземляющий проводник – провод А16;  
 32 – крюк накручивающийся GHN 16;  
 6 – зажим прокалывающий магистральный TTD 301 (TTD 401);  
 17 – натяжные магистральные зажимы GUKo1 (GUKo2);  
 УЗ – кронштейн УЗ (У4);  
 36 – бандажная лента IF 207;  
 29 – крюки универсальные CSC 16uz;  
 31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250).

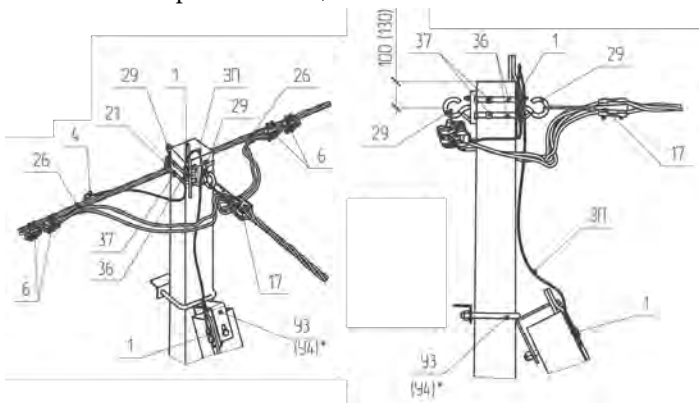
### Закрепление СИП на ответвительных промежуточных опорах:



а). с проходным крюком и соединением линий магистрали и ответвления прокалывающими зажимами:

1 – зажим плащечный ПС-1-1;  
 ЗП – заземляющий проводник – провод А16;  
 26 – хомут стяжной CCD9-62;  
 6 – зажим прокалывающий магистральный TTD 301 (TTD 401);  
 31 – крюк-болт GHW 16/200 (16/250);  
 17 – натяжной магистральный зажим GUKo1 (GUKo2);  
 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;  
 21 – поддерживающий магистральный зажим PSP 121 (PSP 122);  
 32 – крюк накручивающийся GHN 16.

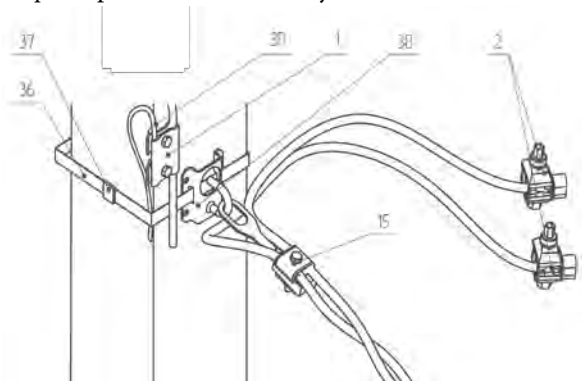
б). с подкосом, креплением крюков бандажной лентой и соединением линий магистралей и ответвления прокалывающими зажимами:



- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;
- ЗП – заземляющий проводник – провод А16;
- 29 – крюки универсальные CSC 16uz;
- 26 – хомут стяжной CCD9-62;
- 6 – зажим прокалывающий магистральный TTD 301 (TTD 401);
- 17 – натяжные магистральные зажимы GUKo1 (GUKo2);
- У3 – кронштейн У3 (У4);
- 36 – бандажная лента IF 207;
- 37 – скрепа CF 20;
- 4 – зажим для повторных заземлений TND 151;
- 21 – поддерживающий магистральный зажим PSP 121 (PSP 122).

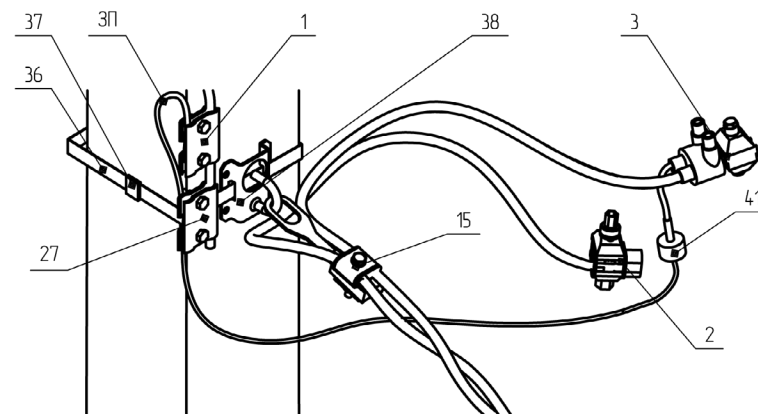
### Решения по организации ответвлений к потребителям:

На любой опоре дополнительно к основным узлам закрепления проводов СИП могут быть выполнены ответвления к вводам в здания (сооружения). В зависимости от количества фаз, сечения применяемых проводов, длины линии ответвления и других факторов возможны следующие основные типы ответвлений:



### а). однофазное ответвление к вводу в здание:

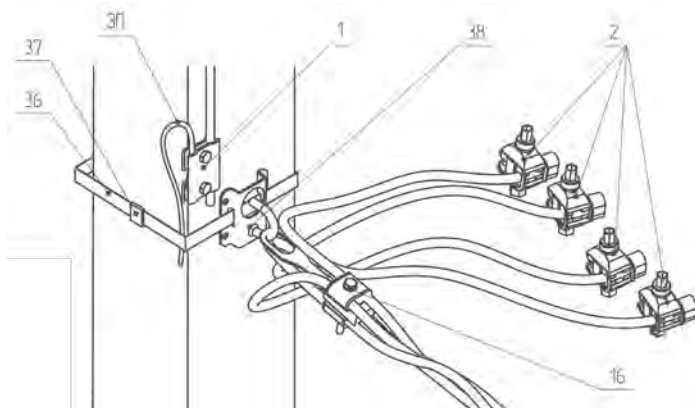
- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;
- 38 – крюк для ответвлений CST12;
- 2 – зажим прокалывающий ответвительный TTD151;
- 15 – натяжной ответвительный зажим GUKp2;
- 36 – бандажная лента IF 207;
- 37 – скрепа CF 20;
- ЗП – заземляющий проводник – провод А16.



### б). однофазное ответвление к вводу в здание с защитой от грозовых перенапряжений:

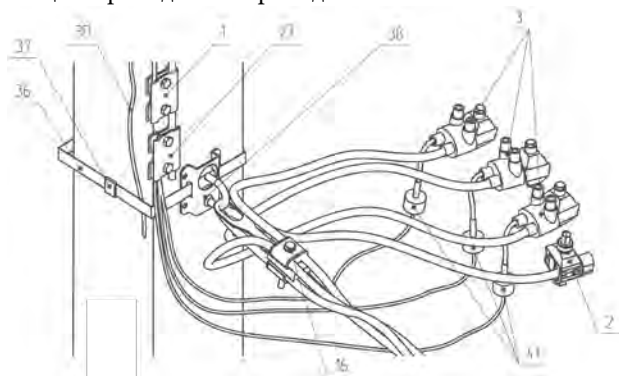
- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;
- 38 – крюк для ответвлений CST12;
- 3 – зажим прокалывающий ответвительный для двух выводов TT2D83;
- 41 – ОПН с индикатором пробоя BOP-R 0,28/5;
- 2 – зажим прокалывающий ответвительный TTD151;
- 15 – натяжной ответвительный зажим GUKp2;
- 27 – зажим плашечный RDAU 95-35;
- 36 – бандажная лента IF 207;
- 37 – скрепа CF 20;
- ЗП – заземляющий проводник – провод А16.





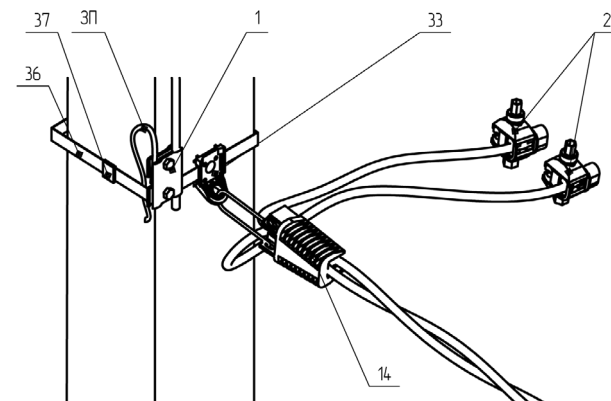
**в). трёхфазное ответвление к вводу в здание:**

- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;
- 38 – крюк для ответвлений CST12;
- 2 – зажим прокалывающий ответвительный TTD151;
- 16 – натяжной ответвительный зажим GUKp4;
- 36 – бандажная лента IF 207;
- 37 – скрепа CF 20;
- 3П – заземляющий проводник – провод А16.



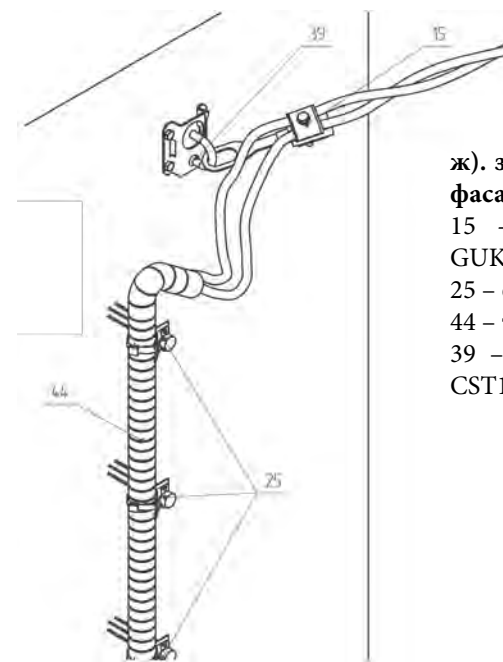
**г). трёхфазное ответвление к вводу в здание с защитой от грозовых перенапряжений:**

- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;
- 27 – зажим плашечный RDAU 95-35;
- 38 – крюк для ответвлений CST12;
- 3 – зажим прокалывающий ответвительный для двух выводов TT2D83;
- 2 – зажим прокалывающий ответвительный TTD151;
- 41 – ОПН с индикатором пробоя BOP-R 0,28/5;
- 16 – натяжной ответвительный зажим GUKp4;
- 36 – бандажная лента IF 207;
- 37 – скрепа CF 20;
- 3П – заземляющий проводник – провод А16.



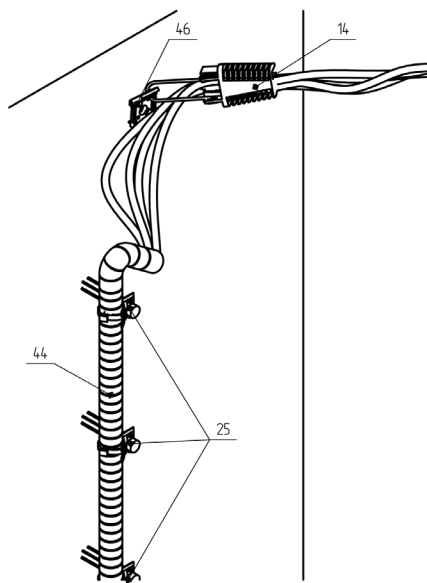
**д). ответвление к вводу в здание с использованием кронштейна РА69 и клиновидного натяжного зажима:**

- 1 – зажим плашечный ПС-1-1;
- 33 – кронштейн РА69F;
- 2 – зажим прокалывающий ответвительный TTD151;
- 14 – натяжной клиновидный ответвительный зажим PC63F27;
- 36 – бандажная лента IF 207;
- 37 – скрепа CF 20;
- 3П – заземляющий проводник – провод А16.



**ж). закрепление провода ответвления на фасаде здания:**

- 15 – натяжной ответвительный зажим GUKp2;
- 25 – фасадный кронштейн SC 93-6PC;
- 44 – труба ПВХ;
- 39 – крюк для ответвлений с дюбелями CST12.



з). закрепление провода ответвления на фасаде здания с использованием кронштейна РА69 и клинового натяжного зажима:

- 14 – натяжной клиновой ответвительный зажим РС63F27;
- 25 – фасадный кронштейн SC 93-6PC;
- 44 – труба ПВХ;
- 46 – кронштейн с дюбелями РА69F.

## ТЕМА 5. Практические занятия по выполнению технологических операций монтажа ВЛИ

Практические занятия по отработке операций монтажа ВЛИ проводятся на учебном полигоне или на свободном участке местности. В качестве опоры для учебного монтажа металлоконструкций и арматуры могут быть использованы опоры учебного полигона или имитаторы опор. При наличии на опоре воздушной линии электропередачи она должна быть обесточена с закорачиванием и заземлением проводников.

Перед проведением практических занятий с обучаемыми проводится инструктаж и под роспись доводятся меры безопасности при выполнении монтажных работ. Доводится цель и задачи практического занятия, перечень практических вопросов, последовательность их отработки. По окончании занятия проводится подведение итогов и ответы на вопросы.

Все учебные вопросы по монтажу металлоконструкций и арматуры проводятся без подъёма обучаемых на опоры на удобной для работы высоте. Для проведения практических занятий предварительно должны быть подготовлены:

- провод СИП-4 – не менее 10м;
  - образцы арматуры и металлоконструкций – по 2 единицы каждого наименования;
  - инструмент – согласно перечню отрабатываемых практических вопросов.
- Отработка практических вопросов производится поочерёдно в составе учебной

группы. Каждый учебный вопрос отрабатывается обучаемыми под руководством инструктора в следующей последовательности:

- объявление наименования учебного вопроса, последовательности его изучения, перечня применяемого инструмента;
- подготовка обучаемыми инструмента, провода СИП и элементов арматуры для отработки данного учебного вопроса;
- практический показ инструктором (или подготовленным обучаемым) порядка выполнения технологических операций монтажа по данному учебному вопросу;
- практическая отработка вопроса каждым обучаемым группы;
- оценка практических навыков и умений обучаемых;
- ответы на вопросы.

В ходе практических занятий отрабатываются следующие практические вопросы:

### а). Технология монтажа крюка на бандажной ленте.

При отработке данного учебного вопроса необходимо обратить внимание на правильную заправку ленты в скрепу, необходимое усилие натяжения ленты и выполнение «перехвата» натяжителем для бандажной ленты PINF или PCL.

Для выполнения последующих практических вопросов занятия рекомендуется смонтировать по одному крюку как минимум на трёх рядом расположенных опорах

### б). Подготовка и раскатка провода СИП.

В данном учебном вопросе необходимо выполнить монтаж раскаточных роликов на установленные ранее крюки. Затем смонтировать монтажный чулок на провод СИП, установить вертлюг, раскаточный трос и произвести раскатку провода по роликам.

### в). Монтаж магистральных и ответвительных натяжных зажимов.

На крайних опорах построенного таким образом учебного участка ВЛИ выполнить монтаж натяжных зажимов для магистральных линий. Обратить внимание на поочерёдную затяжку гаек зажимов для предупреждения перекоса корпуса. Натяжение провода СИП на данном этапе обучения произвести «вручную» (вопросы установки проектного монтажного натяжения провода СИП рассмотрены в Части 2).

При отработке операций по установке ответвительных зажимов необходимо изучить порядок монтажа болтовых и клиновых зажимов.

### г). Установка поддерживающих зажимов.

На промежуточной опоре отработать монтаж поддерживающего зажима для магистральных линий. Выполнить перекладку провода СИП из монтажного ролика в поддерживающий зажим. Обратить внимание на необходимость закручивания болта прижимной планки зажима до срыва барашковой гайки.

#### д). Монтаж прокалывающих соединительных зажимов.

При отработке данного учебного вопроса необходимо обратить внимание на обязательную проверку соответствия сечений проводов СИП магистрали и ответвления указанным значениям на прокалывающем зажиме. Изучить вопрос размещения прокалывающих зажимов на магистрали относительно поддерживающих зажимов ВЛИ, выбор направления провода ответвления и его монтаж в прокалывающий зажим. Отработать затяжку болтов прокалывающих зажимов до срыва головки. Для прокалывающих зажимов с двумя болтами обратить внимание на необходимость их поочередной затяжки для предупреждения перекоса корпуса.

#### е). Подготовка провода и монтаж прессуемых соединительных зажимов.

Отработку данного учебного вопроса необходимо начинать с изучения маркировки прессуемых зажимов, подбора их к сечению провода СИП и определения длины участка снятия изоляции провода. Обратить внимание на выбор матриц, порядок установки матриц в пресс и последовательность опрессовки зажима.

По окончании занятия проводится подведение итогов и ответы на вопросы.

### ТЕМА 6. Подведение итогов. Контрольные вопросы

После проведения занятий с обучаемыми по материалу Части 1 данного пособия необходимо выделить как минимум 1 час учебного времени для проверки качества усвоения материала обучаемыми, подведения итогов и ответов на вопросы. Для оценки результатов обучения могут быть использованы приведенные здесь контрольные вопросы. Каждый обучаемый должен показать свои теоретические знания по устройству ВЛИ, конструкции и характеристикам применяемой арматуры и инструмента (вопросы группы А), а также практические навыки по выполнению основных операций монтажа ВЛИ (вопросы группы Б). Основное внимание необходимо уделить знанию маркировки и назначения основных элементов арматуры (приведены на Рисунке 1. данного пособия).

#### а). Вопросы для проверки теоретических знаний:

- Состав и основные элементы воздушной изолированной линии (ВЛИ).
- Особенности конструкции самонесущих изолированных проводов без несущего троса.
- Основные технические характеристики проводов СИП.
- Виды и типы опор, применяемых при строительстве ВЛИ.
- Типы и конструкция крюков для строительства ВЛИ. Способы закрепления на опорах и на зданиях.
- Особенности конструкции и требования к материалам бандажной ленты и скрепы; основные характеристики.
- Конструкция и характеристики натяжных магистральных зажимов для ВЛИ.

- Конструкция и характеристики натяжных ответвительных зажимов для ВЛИ.
- Конструкция и характеристики поддерживающих зажимов для ВЛИ. Роль поддерживающих магистральных зажимов в предупреждении повреждений ВЛИ.
- Типы и обозначения прокалывающих зажимов. Параметры и данные, указанные на маркировке зажима.
- Каким прокалывающим зажимом можно соединить магистраль СИП сечением 95 мм<sup>2</sup> и ответвление СИП 16 мм<sup>2</sup>?
- Каким прокалывающим зажимом можно выполнить соединение PEN-проводника СИП сечением 70 мм<sup>2</sup> с заземляющим неизолированным проводником сечением 16 мм<sup>2</sup>?
- Конструкция и характеристики прессуемых зажимов для СИП. Типы прессуемых зажимов, правила их применения при строительстве ВЛИ.
- Этапы монтажа воздушных линий электропередачи с самонесущими изолированными проводами.
- Типы и характеристики монтажных роликов и кабельных чулков.
- Конструкция и характеристики монтажных зажимов ABC-GRIP.
- Способы закрепления опор в грунте.
- Правила расположения крюков на анкерных, промежуточных и ответвительных опорах.
- Допустимые расстояния проводов СИП до поверхности земли в населённых пунктах.
- Требования по совместной подвеске на общих опорах проводов СИП и неизолированных линий электропередачи.
- Требования по прокладке проводов СИП по стенам зданий (сооружений).

#### б). Вопросы для проверки практических навыков:

- Порядок монтажа крюка с креплением бандажной лентой.
- Монтаж магистрального натяжного зажима.
- Порядок монтажа ответвительных натяжных зажимов.
- Порядок монтажа поддерживающих зажимов.
- Подготовка провода и монтаж прессуемых соединительных зажимов.
- Порядок монтажа прокалывающих соединительных зажимов.
- Монтаж ответвлений до ввода в здание (сооружение). Выбор ответвительного комплекта арматуры.

### **Литература:**

1. Правила устройства электроустановок, Изд. «Форт», 2009
2. ГКД 34.20.175-2002. «Вимоги до проектування повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізолюваними проводами».
3. ГКД 34.20.260-2002. «Інструкція з монтажу повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізолюваними проводами».
4. СОУ-Н МЕН 40.1-21677681- 85:2013 «Експлуатація повітряних ліній електропередавання напругою до 1 кВ з самоутримними ізолюваними проводами. Інструкція».
5. «Типові будівельні конструкції, вироби та вузли. Залізобетонні опори ПЛІ 0,38 кВ. Проект повторного застосування», арх. №202.2н, 2013.
6. Пособие по монтажу воздушных изолированных линий низкого напряжения (до 1 кВ). Изд. ООО «СИКАМ Украина», 2011.





ТОВ "СИКАМ Україна"  
04209, г. Киев, ул. Богатирская, 11  
тел.: +38 (044) 332-10-90  
[sicame.com.ua](http://sicame.com.ua)