

# Проектирование линий СИП с использованием арматуры E.NEXT

## СИП

В настоящее время в линиях электропередач, в большинстве случаев, эксплуатируются неизолированные провода типов А и АС. В связи с существенными недостатками они вытесняются самонесущим изолированным проводом (СИП). Преимущества, которые имеет СИП, позволяют модернизировать существующие линии с улучшением их технико-эксплуатационных характеристик.

### Неизолированные провода линий электропередач

Неизолированные провода предназначены для передачи электрической энергии в воздушных электрических сетях.

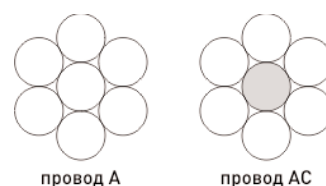
Провод А — провод алюминиевый, концентрической скрутки, неизолированный.

Провод АС — провод сталеалюминиевый, состоящий из сердечника из стальных оцинкованных проволок и наружного повива из алюминиевых проволок. Применяется в больших пролетах между опорами воздушной линии электропередач.

Срок службы проводов: не менее 45 лет.

Длительно допустимая температура проводов в процессе эксплуатации: до 90°C.

Температура эксплуатации: -60...+40°C.



провод А

провод АС

Тип А						Тип АС					
S, мм <sup>2</sup>	D, мм	Вес, кг/км	Электрическое сопротивление при 20°C, Ом/км	Разрывное усилие, Н	Длительно допустимая токовая нагрузка, А	Sa/Sc, мм <sup>2</sup>	D, мм	Вес, кг/км	Электрическое сопротивление при 20°C, Ом/км	Разрывное усилие, Н	Длительно допустимая токовая нагрузка, А
						10/1,8	4,5	42,7	2,695	3690	80
16	5,1	43	1,8	2519	105	16/2,7	5,6	65,0	1,772	5600	105
25	6,4	68	1,14	3940	135	25/4,2	6,9	100	1,146	8530	130
35	7,5	94	0,83	5272	170	35/6,2	8,4	149	0,773	12480	175
50	9,0	135	0,576	7585	215	50/8,0	9,6	194	0,592	15990	210
70	10,7	189	0,412	10633	265	70/11	11,4	274	0,420	22520	265
95	12,3	252	0,308	13769	320	95/16	13,5	384	0,299	31210	330
120	14,0	321	0,246	17973	375	120/19	15,2	471	0,245	39830	380
150	15,8	406	0,194	22736	440	150/19	16,8	554	0,195	44100	445
185	17,5	502	0,157	28106	500	185/24	18,9	705	0,154	55200	510
240	20,0	655	0,12	35603	590	240/32	21,6	921	0,118	72600	610
300	22,1	794	0,1	44237	680	300/48	24,1	1186	0,098	97700	690

Sa — сечение провода, Sc — сечение стальной проволоки, D — диаметр.

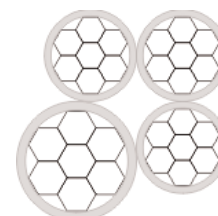
## СИП

### Самонесущие изолированные провода линий электропередач

Самонесущие изолированные провода (СИП) — скрученные в жгут (вокруг голого или изолированного несущего нулевого провода) изолированные алюминиевые провода.

Существуют следующие виды СИП на напряжение 0,6(1) кВ:

- СИП с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена с неизолированной нулевой несущей жилой (СИП 1);
- СИП с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена с нулевой несущей неизолированной жилой (СИП2);
- СИП с изолированной нулевой несущей жилой (СИП 1А, СИП 2А);
- СИП с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена без отдельной несущей жилы (СИП4, AsXs);
- СИП с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена без отдельной несущей жилы (СИП 5);
- СИП с алюминиевыми токопроводящими жилами, упрочненными стальной проволокой, с изоляцией из светостабилизированного термопластичного полиэтилена, без отдельной несущей жилы (СИП-6);
- СИП с алюминиевыми токопроводящими жилами, упрочненными стальной проволокой, с изоляцией из сшитого полиэтилена, без отдельной несущей жилы (СИП-7);



СИП 2А



СИП 4

По назначению самонесущие изолированные провода разделяют на:

- СИП для сооружения магистральных линий электропередач напряжением более 1 кВ (СИП1, СИП2, СИП3);
- СИП для ответвительных линий электропередач напряжением до 1 кВ (СИП2, СИП4, AsXs).

Рабочие жилы выполнены из уплотненных проволок алюминия со стабильными механическими свойствами по всей длине.

Изоляция жил обеспечивает высокую эксплуатационную надежность и повышенную стойкость к токам короткого замыкания. В проводах марок СИПн, СИПнг, AsXSn используется изоляция, нераспространяющая горение.

Провод имеет следующую маркировку:

- основные жилы имеют продольные выступы или цветные полосы на изоляции, позволяющие идентифицировать каждую жилу в проводе. Возможна их маркировка в виде цифр «1», «2», «3», которая наносится печатным способом или тиснением.

- на нулевой несущей жиле распознавательные знаки не предусмотрены.

Срок службы проводов: не менее 40 лет.

Длительно допустимая температура проводов в процессе эксплуатации: до 80°C.

Температура эксплуатации: -50...+50°C.

Применяемые в воздушных линиях (ВЛ) электропередач СИП имеют следующие преимущества, по сравнению с используемыми неизолированными проводами:

- меньшие монтажные и эксплуатационные затраты;
- простота монтажных работ, возможность подключения новых абонентов под напряжением и без отключения остальных потребителей от энергоснабжения, что сокращает сроки ремонта и монтажа;
- большая, по сравнению с применяемыми голыми проводами марок А и АС, надежность в обеспечении потребителей электрической энергией;
- низкие потери мощности из-за уменьшения более чем в 3 раза реактивного сопротивления изолированных проводов по сравнению с неизолированными;
- высокая электробезопасность, низкая вероятность коротких замыканий;

## СИП

- применение в местах, подверженных коррозии: берег морей или соленых озер, промышленные районы;
  - снижение несанкционированных подключений к линии и случаев вандализма и воровства;
  - возможность вести монтаж проводов по фасадам зданий в условиях городской застройки;
  - улучшение общей эстетики в городских условиях и значительное снижение случаев поражения электротоком при монтаже, ремонте и эксплуатации линии;
  - возможность совместной подвески с линиями связи, что дает существенную экономию на опорах.
- Применение СИП имеет следующие недостатки:
- большая стоимость изолированных проводов по сравнению с неизолированными проводами марок А и АС;
  - недостаточная готовность отечественных энергосистем к переходу на изолированные ВЛ, связанная с отсутствием информации, нормативной документации, инструмента и подготовленного персонала.

Характеристики СИП:

### СИП-2

Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Диаметр фазной/нулевой жил, мм	Масса кг/км	Прочность на разрыв нулевой несущей жилы, кН	Допустимый ток, А	Электрическое сопротивление фазной/нулевой жилы, Ом/км
1x16+1x25	5,1/6,1	14	7,4	105	1,91/1,38
3x16+1x25	5,1/6,1	21	7,4	100	1,91/1,38
3x35+1x35	7,1/7,1	25	10,3	130	0,868/0,986
3x25+1x54,6	6,1/9,6	30	16,6	130	1,2/0,63
3x35+1x50	7,1/8,35	29	14,2	160	0,868/0,72
3x35+1x54,6	7,1/9,6	33	16,6	160	0,868/0,63
3x50+1x50	8,35/8,35	32	14,2	195	0,641/0,72
3x50+1x54,6	8,35/9,6	36	16,6	195	0,641/0,63
3x50+1x70	8,35/9,95	37	20,6	195	0,641/0,493
3x70+1x54,6	9,95/9,6	38	16,6	240	0,443/0,63
3x70+1x70	9,95/9,95	37	20,6	240	0,443/0,493
3x95+1x70	11,7/9,95	41	20,6	300	0,32/0,493
3x120+1x95	13,1/11,7	45	27,9	340	0,253/0,363
4x25+1x35	6,1/7,1	25	10,3	130	1,2/0,986

## СИП

### СИП-4(AsXS)

Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Диаметр, мм	Масса, кг/км	Прочность на разрыв, кН	Допустимый ток, А	Электрическое сопротивление, Ом/км
2x16	15	140	2,5	105	1,910
2x25	19	202	4,1	130	1,200
2x35	20	264	5,6	160	0,868
2x50	23	363	7,3	195	0,641
2x70	27	490	10,8	240	0,443
2x95	31	637	13,7	290	0,320
2x120	34	813	16,8	340	0,253
4x16	19	280	2,5	93	1,910
4x25	23	404	4,1	130	1,200
4x35	24	528	5,6	160	0,868
4x50	29	718	7,3	195	0,641
4x70	32	980	10,8	240	0,443
4x95	39	1375	13,7	290	0,320
4x120	41	1625	16,8	340	0,523

## Монтаж линий электропередач напряжением до 1кВ с использованием СИП

При строительстве линий электропередач руководствуются следующими базовыми определениями:

- **пролет (длина пролета)** — горизонтальные расстояния между центрами двух опор, на которых подвешены провода;
- **угол поворота линии** — угол между направлениями линии в смежных пролетах;
- **габарит провода** — вертикальное расстояние между низшей точкой провода в пролете до пересекаемых инженерных сооружений или до поверхности земли или воды;
- **стрела провеса провода** — вертикальное расстояние между низшей точкой провода в пролете и горизонтальной прямой, соединяющей точки подвеса провода на опорах. Если высота точек крепления разная, стрела провеса рассматривается относительно высшей и низшей точек крепления провода;
- **тяжение** — усилие с которым натягивают и закрепляют на опорах провод. Тяжение может изменяться в зависимости от силы ветра, температуры воздуха, толщины гололеда на проводах. Усилие с которым натягивают провод и его стрела провеса зависят от марки провода, длины пролета, района климатических условий. Для определения этих параметров пользуются монтажными таблицами или кривыми, где указаны данные в зависимости от температуры воздуха при монтаже;
- **ВЛИ** — воздушная линия с самонесущим изолированным проводом.

Монтаж воздушной линии с самонесущими изолированными проводами выполняется строго в соответствии с проектом, специально разработанным для данной конкретной воздушной линии и с учетом «Правил устройства воздушных линий электропередач напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами».

Перед выполнением монтажа ВЛИ необходимо убедиться в наличии в исходном проекте таких данных, как стрелы провеса ВЛИ в каждом пролете и усилия натяжения провода на каждом участке или секции ВЛИ. Если таких данных в проекте нет, то произвести расчет.

Выбор сечения провода зависит от передаваемой мощности и от механических нагрузок, ожидаемых при эксплуатации. Кроме постоянных нагрузок, действующих на фундаменты, опоры, провода, арматуру, линия подвергается воздействию переменных нагрузок. Степень воздействия переменных нагрузок зависит от климатических и географических условий района по которому проходит линия электропередач.

Изменение температуры воздуха вызывает увеличение или уменьшение длины провода с одновременным изменением стрелы провеса и тяжения.

*Температура.* При положительной температуре воздуха увеличивается длина провода, снижается тяжение и напряжение материала. При отрицательной температуре — уменьшается длина провода и увеличивается тяжение и напряжение материала.

*Гололед.* При температурах  $-5...0^{\circ}\text{C}$  с наветренной стороны провода образуется слой льда или изморозь. Нагрузка складывается из массы льда и нагрузки, создаваемой давлением ветра на площадь обледененного цилиндра.

*Ветровая нагрузка.* Зависит от скорости ветра, направления относительно трассы и площади поверхности на которую направлено действие ветра.

*Вибрация провода.* Возникает при непорывистом ветре, дующем со скоростью 0,5 м/сек и наиболее интенсивна при скорости ветра 3-5 м/сек. В воздухе, обтекающем провод, образуются завихрения, вызывающие колебания провода в вертикальной плоскости. Чем сильнее натянут провод тем больше он подвержен вибрации.

*Пляска проводов.* Возникает при сильном порывистом ветре в районах, подверженных гололеду. Провод порывом сильного ветра подбрасывается вверх и на нем образуется бегущая волна.

Прокладку и монтаж проводов следует выполнять при температуре окружающей среды не ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Климатические условия для расчета ВЛ должны приниматься в соответствии с картами районирования по скоростному напору ветра и толщине стенки гололеда, исходя из повторяемости 1 раз в 5 лет и высоты подвеса проводов до 12 метров.

## СИП



Карта районирования Украины по пляске проводов



Карта районирования Украины по стенке гололеда

Толщину стенки гололеда следует принимать равной:

- 5 мм в районах I и II,
- 10 мм в районе III,
- 15 мм в районе IV.



Карта районирования Украины по ветру

Скоростной напор ветра на провода ВЛ определяется по высоте расположения приведенного центра тяжести всех проводов, и при высоте до 15 м принимается по таблице:

Район по ветру	Скоростной напор ветра, $q_{max}$ , даН/м <sup>2</sup> (скорость ветра $v_{max}$ , м/с) с повторяемостью		
	1 раз в 5 лет	1 раз в 10 лет	1 раз в 15 лет
I	27 (21)	40 (25)	55 (30)
II	35 (24)	40 (25)	55 (30)
III	45 (27)	50 (29)	55 (30)

Определение сечения провода воздушной линии напряжением до 1 кВ необходимо выбирать по условиям допускаемых напряжений, а расчет арматуры — по методу разрушающих нагрузок.

Высота расположения приведенного центра тяжести проводов  $h_{пр}$  определяется для габаритного пролета по формуле:

$h_{np} = h_{cp} - 2/3 f$ , где:

$h_{cp}$  — средняя высота крепления проводов на опоре, м;

$f$  — наибольшая стрела провеса провода, м.

Для участков ВЛ, проходящих по застроенной местности или по лесным массивам, максимальный нормативный скоростной напор ветра допускается уменьшить на 30%, а скорость ветра на 16%. Для участков ВЛ, проходящих через места с сильными ветрами (резко выделяющаяся над окружающей местностью возвышенность, прибрежная полоса рек или озер) табличные данные максимального скоростного напора ветра следует увеличить на 40%, а скорость ветра на 18%.

При расчете проводов на ветровые нагрузки, направление ветра следует принимать под углом  $90^\circ$  к ВЛ. Удельные нагрузки на провода состоят из нагрузки веса провода и гололедных образований, давления ветра на провод без гололеда и с гололедом. Удельные нагрузки относятся к единице длины и поперечного сечения провода.

Нагрузка от массы провода:

$y_1 = g G_0 / F_p \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$ , где:

$g = 9.81 \text{ м/сек}^2$ ,

$G_0$  — масса 1 метра провода, кг/м,

$F_p$  — действительное сечение всего провода,  $\text{мм}^2$ .

Нагрузка от массы гололеда :  $y_2 = g G / F_p \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$ , где:

$G$  — масса гололеда, кг

$G = V g_0$ , где:

$g_0 = 0.9 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$ , объемная масса гололеда,

$V$  — объем гололеда на проводе длиной 1 метр,  $\text{см}^3$

$V = 3.14 b (d + b) \text{ см}^3$ ,

где:

$d$  — диаметр провода, мм,

$b$  — толщина стенки гололеда, мм.

Нагрузка от давления ветра на провод с гололедом:

$y_3 = (a C_x 0.25 q_{max}(d+2b)) / 1000 F_p \cdot 10^6 \text{ Н/м}^3$ , где:

$q_{max}$  — скоростной напор ветра :  $q_{max} = V^2 / 1.6 \text{ (Н/м}^2\text{)}$ , где:  $V$  — скорость ветра (м/сек);

$a$  — коэффициент учитывающий неравномерность скорости ветра по длине пролета, принимаемый в зависимости от скоростного

напора ветра  $q_{max} \text{ (Н/м}^2\text{)}$ :  $270 \text{ Н/м}^2 - 1$ ;

$400 \text{ Н/м}^2 - 0.85$ ;

$550 \text{ Н/м}^2 - 0.75$ ;

$700 \text{ Н/м}^2 - 0.7$ .

$C_x$  — аэродинамический коэффициент, для проводов покрытых гололедом равен 1,2.

Суммарная нагрузка на провод составляет:  $Y = \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2}$ .

Все виды нагрузок на СИП должны воспринимать все жилы скрученного жгута.

Длина пролета провода между опорами, при котором напряжение провода в режиме наибольшей нагрузки равно допустимому вычисляется по формуле:

$L = 80 / y_1 \cdot \sqrt{(6 (10 + a(t - t_{min}))) / 0.76}$ , где:

$t$  — среднегодовая температура воздуха,

$t_{min}$  — минимальная температура воздуха.

Электромеханическая разрушающая нагрузка на арматуру, используемую для крепежа провода:

$P = 2.7 (y_3 \cdot L + G)$ , где:

$G$  — вес арматуры, кг.



# СИП

## Этапы монтажных работ по установке СИП

1. Установка опор
2. Монтаж крепежных устройств
3. Размотка провода
4. Натяжение самонесущего изолированного провода и его анкерное закрепление
5. Соединение проводов
6. Защита линии от перенапряжений и коротких замыканий. Заземление
7. Подключение уличных светильников
8. Техническое обслуживание

### 1. Установка опор

Линии с СИП позволяют использовать разнообразные опоры, в том числе и существующие. Опоры устанавливаются согласно проекту и могут быть выполнены на основе стоек:

Материал опоры	Преимущества	Недостатки
железо-бетонная	технологичность изготовления высокая механическая прочность долговечность арматура защищена от коррозии	перевозка специальным транспортом высокая масса сложность демонтажа образование трещин в материале небезопасность монтажных работ
деревянная	простота обслуживания механическая прочность при воздействии стихийных явлений не требовательны к виду перевозки возможна установка вручную низкая стоимость высокие электроизоляционные свойства	антисептирование опор для защиты от гниения наличие вредных веществ в рабочей зоне бревна опор должны соответствовать диаметру и конусности трудоемкое изготовление опор
металлическая	целесообразность применения на территории городов позволяет создавать конструкции рассчитанные на большие нагрузки высокая механическая прочность	особые требования к транспортировке, для сохранения цинкового покрытия обработка подземной части гидроизоляционными материалами высокая стоимость подверженность коррозии

В зависимости от назначения, опоры делятся на промежуточные, анкерные, угловые, концевые и специальные.

**Промежуточные опоры** устанавливают на прямых участках трассы воздушной линии. Они воспринимают вертикальные нагрузки от массы провода, арматуры, а также горизонтальные нагрузки от давления ветра на провода и опору. Имеют легкую конструкцию.

В аварийном режиме при обрыве проводов воспринимают нагрузку от тяжения оставшихся проводов и подвергаются кручению и изгибу.

**Анкерные опоры** устанавливают на прямых участках трассы для перехода ВЛИ через инженерные сооружения или естественные преграды. Опоры воспринимают продольную нагрузку от разности тяжения проводов в смежных анкерных пролетах. Конструкция требует быть жесткой и прочной.

**Угловые опоры** устанавливаются на углах поворота трассы ВЛИ и воспринимают равнодействующую

силу тяжения проводов смежных пролетов, направленную по биссектрисе внутреннего угла поворота линии. Бывают промежуточными или анкерными:

— угловые промежуточные опоры устанавливают при небольших углах поворота трассы, с небольшими нагрузками;

— угловые анкерные опоры устанавливают при больших углах поворота трассы.

**Концевые опоры** являются разновидностью анкерных и устанавливаются в начале и конце линии. Воспринимают нагрузку от одностороннего тяжения проводов.

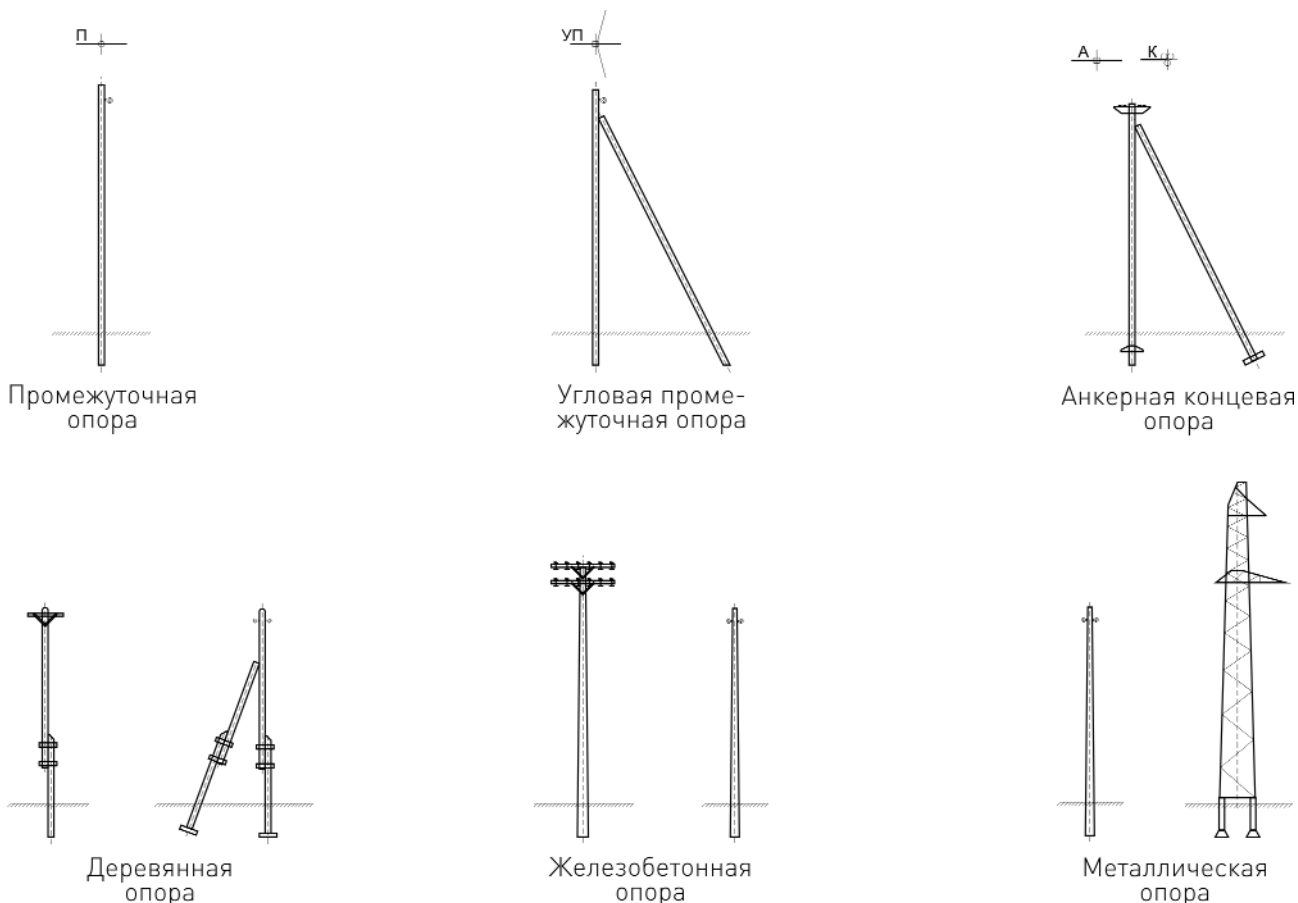
**Специальные опоры:**

— транспозиционные — для изменения порядка расположения проводов на опорах,

— ответвительные — для устройства ответвлений от магистральной линии,

— перекрестные — для скрещивания линий,

— противовеерные — для усиления устойчивости анкерных участков, опоры больших пролетов, и др.



Строительство воздушных линий электропередач с использованием СИП предусматривает учет допустимой величины нагрузки на опоры. При проектировании и установке опор для ВЛИ следует учитывать климатические особенности эксплуатации в отечественных распределительных сетях: в зимний период провода линии могут потяжелеть в несколько раз за счет поочередных воздействий на них оттепели, мокрого снега и заморозков. В этих условиях более предпочтительны пропитанные деревянные опоры, устанавливаемые непосредственно в грунт.

Для определения длины пролета руководствуются следующей формулой:

Длина пролета провода между опорами, при котором напряжение провода в режиме наибольшей нагрузки равно допустимому:

## СИП

$L = 80 / \gamma_1 \times \sqrt{6 (10 + a(t - t_{\min})) / 0.76}$ , где:  
 $t$  — среднегодовая температура воздуха,  
 $t_{\min}$  — минимальная температура воздуха.

При установке опор следует учитывать, что расстояния по горизонтали от подземных частей опор или заземлителей опор до подземных кабелей, трубопроводов и наземных колонок различного назначения должны быть не менее:

- водо-, паро- и теплопроводы, распределительные газопроводы, канализационные трубы — 1 м;
- пожарные гидранты, колодцы, люки канализации, водоразборные колонки — 2 м;
- кабели (кроме кабелей связи, сигнализации и проводного вещания) — 1 м;
- то же, но при прокладке в изоляционной трубе — 0,5 м.

В местах пересечения воздушной линии до 1 кВ между собой могут применяться промежуточные опоры и опоры анкерного типа. При пересечении воздушных линий между собой в пролете место пересечения следует выбирать возможно ближе к опоре верхней пересекающей воздушной линии, при этом расстояние по горизонтали от опор пересекающей воздушную линию до проводов пересекаемой линии при наибольшем их отклонении должно быть не менее 2 м.

На опорах, ограничивающих пролет пересечения воздушной линии и линии связи или проводного вещания, СИП закрепляется анкерными зажимами.

Расстояние от подземной части металлической или железобетонной опоры и заземлителя деревянной опоры до подземного кабеля линий связи и линий проводного вещания в населенной местности должно быть не менее 3 м. В стесненных условиях допускается уменьшение расстояния до 1 м, при этом кабель должен быть проложен в стальной трубе или покрыт швеллером или угловой сталью по длине в обе стороны от опоры не менее 3 м.

Расстояние от подземной части металлической или железобетонной опоры и заземлителя деревянной опоры до подземного кабеля линий связи и линий проводного вещания в ненаселенной местности должно быть:

Эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом.м	Наименьшее расстояние, м	
	от подземного кабеля Линий связи и линий проводного вещания до заземлителя или подземной части железобетонной и металлической опоры	До подземной части деревянной опоры, не имеющей заземляющего устройства
до 100	10	5
от 100 до 500	15	10
от 500 до 1000	20	15
более 1000	30	25

При пересечении ВЛИ с неизолированными проводами линий связи и линий проводного вещания, опоры воздушной линии, ограничивающие пролет пересечения с линией связи магистральных и внутризоновых сетей связи и с соединительными линиями сельской телефонной связи, должны быть анкерного типа. При пересечении всех остальных линий связи и линий проводного вещания на воздушной линии допускается применение промежуточных опор, усиленных дополнительной приставкой или подкосом.

## СИП

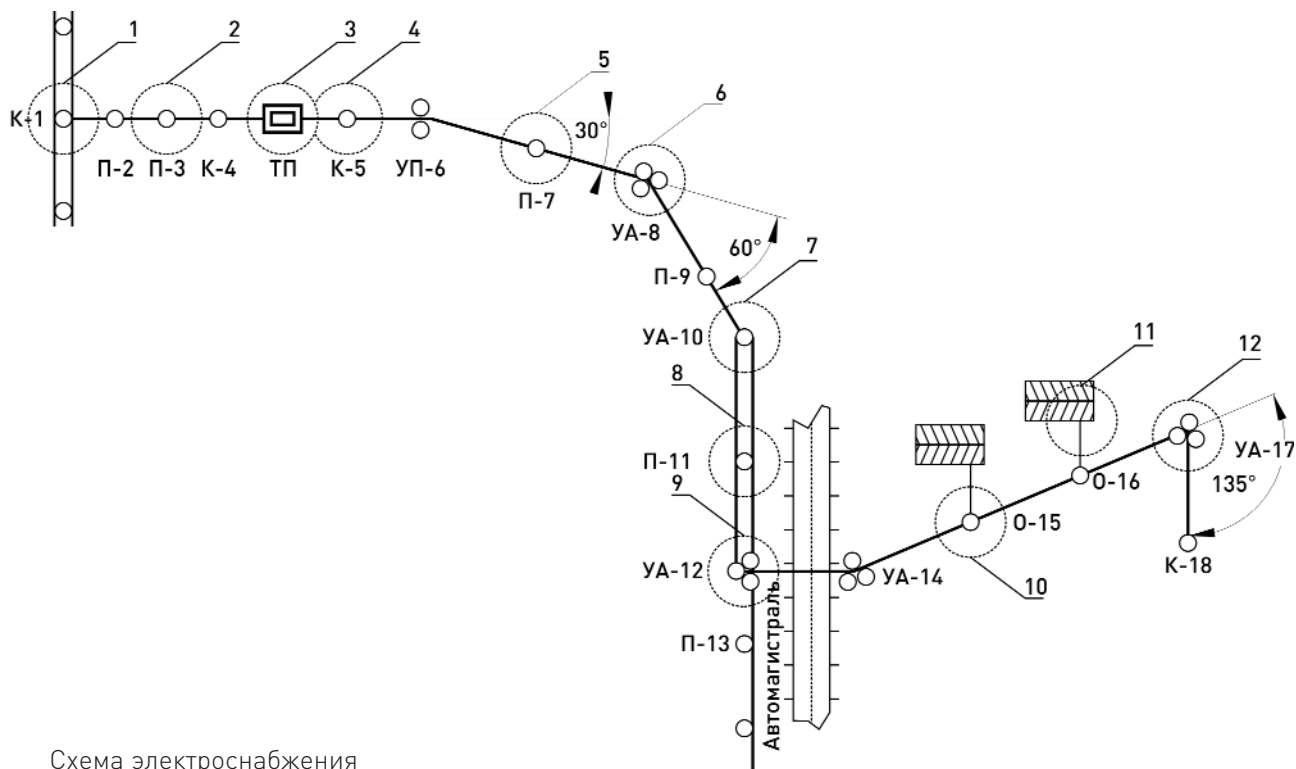
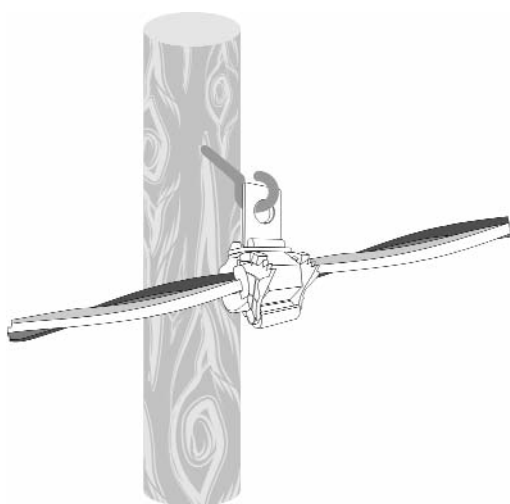
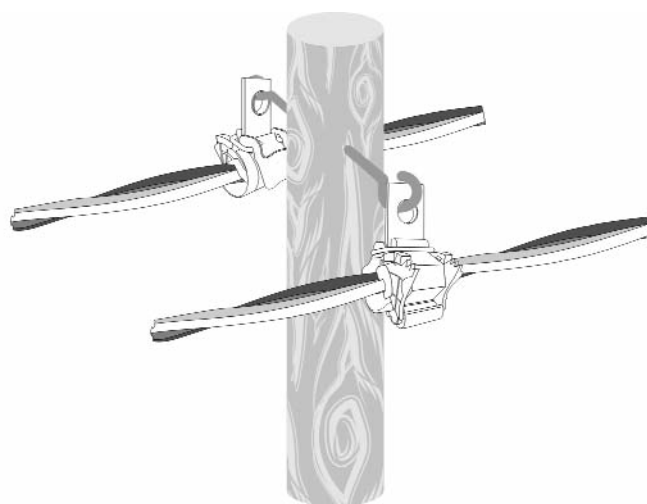


Схема электроснабжения



Одноцепная линия



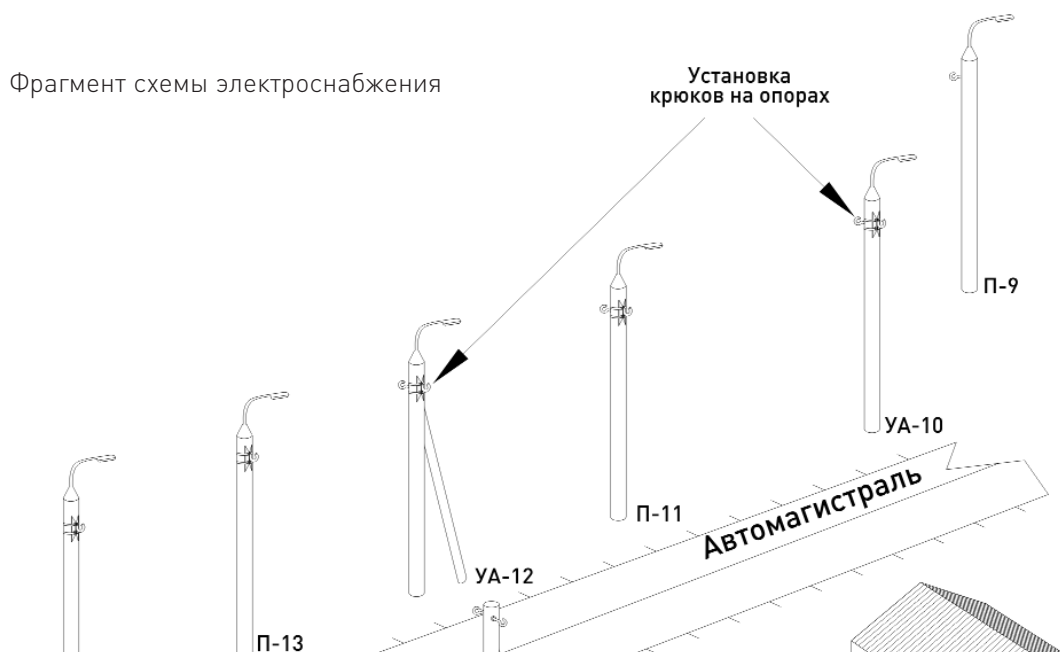
Двухцепная линия

# СИП

## 2. Монтаж крепежных устройств

Монтаж СИП к опорам электропередач предусматривает специальную арматуру, стойкую к ультрафиолетовому излучению и факторам внешней среды. В зависимости от назначения, арматуру разделяют на арматуру для натяжки, поддержания провода, элементы крепления к опорам или стенам зданий, арматуру для электрического соединения проводов и вспомогательное оборудование.

Монтаж крепежных устройств включает в себя закрепление на опорах, на фасадах зданий и сооружений металлических кронштейнов или крюков, используемых для фиксации изолированных зажимов, которые удерживают СИП.



Типы кронштейнов для каждого места закрепления комплектуются в строгом соответствии с проектом на ВЛИ и учетом технических характеристик устанавливаемых кронштейнов на выдерживаемую механическую нагрузку.

Закрепление кронштейнов на опорах не имеющих технологические отверстия и на деревянных опорах осуществляется с помощью стальной ленты из нержавеющей стали, на фасадах зданий — с помощью анкерных болтов либо шурупов.

Расположение крепежных элементов должно учитывать какая арматура на них будет крепиться и ее количество. Необходимо обязательно учесть минимальные расстояния будущей изолированной линии до других объектов, линий располагающихся совместно и по пересечению.

При совместной подвеске:

- провода воздушной линии высшего напряжения должны располагаться на опорах выше линии низшего напряжения;
- изолированные провода наружного освещения, прокладываемые на опорах ВЛИ, могут размещаться выше или ниже СИП, могут быть скрученными в жгут с СИП;
- изолированные провода наружного освещения на опорах неизолированной ВЛИ должны располагаться над PEN(PE) неизолированным проводником;
- расстояние по вертикали между изолированными и неизолированными проводами ВЛИ разных фаз на опоре при ответвлении от ВЛИ и при пересечении разных ВЛИ на общей опоре должно быть не менее 10 см;
- расстояния от проводов ВЛ до любых элементов опоры должно быть не менее 5 см;

— при совместной подвеске на общих опорах изолированной ВЛ и неизолированной ВЛ до 1кВ расстояние по вертикали между ними на опоре и в пролете при температуре окружающего воздуха +15°C без ветра должно быть не менее 0.4 м;

— при совместной подвеске на общих опорах двух или более изолированных проводов ВЛ расстояние между ними должно быть не менее 0.3 м;

— при совместной подвеске на общих опорах проводов ВЛИ до 1кВ и до 20 кВ расстояние по вертикали между ближайшими проводами на общей опоре и в середине пролета при температуре окружающего воздуха +15°C без ветра должно быть не менее 1.0 м;

— наименьшие расстояния от СИП до поверхности земли или воды а также до различных сооружений при прохождении над ними воздушной линии определяется при высшей температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током;

— расстояние по вертикали от проводов изолированной ВЛИ до поверхности земли в населенной и ненаселенной местности до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 5 м. В труднодоступной местности — 2.5 м, в недоступной (скалы, утесы, склоны гор) — 1 м.

— провода ВЛИ должны располагаться над проводами линий связи и линий проводного вещания. В городах и поселках городского типа вновь строящиеся линии связи и линии проводного вещания допускается располагать над проводами воздушной линии до 1 кВ.

В пересечениях:

— наименьшее расстояние от проводов при пересечении несудоходных рек и каналов до наибольшего уровня воды должно быть не менее 2 м, а до уровня льда — не менее 6 м;

— пересечение воздушных линий до 1 кВ между собой рекомендуется выполнять на перекрестных опорах, допускается их пересечение в пролете. Расстояние по вертикали между проводами пересекающихся линий должно быть не менее 0,1 м на опоре и 1 м в пролете;

— пересечения ВЛИ с линией связи и линией проводного вещания может выполняться в пролете и на опоре. Угол пересечения воздушной линии с линией связи и линией проводного вещания должен быть при возможности близок к 90°. Расстояние по вертикали от проводов воздушной линии до проводов или подвесных кабелей линий связи и линий проводного вещания в пролете пересечения при наибольшей стреле провеса провода воздушной линии должно быть не менее 1 м. Место пересечения проводов воздушной линии с проводами или подвесными кабелями линий связи и линий проводного вещания в пролете должно находиться по возможности ближе к опоре воздушной линии, но не менее 2 м от нее. Расстояние по вертикали от проводов воздушной линии до проводов и подвесных кабелей линий связи или линий проводного вещания при пересечении на общей опоре должно быть не менее 0.5 м;

— при пересечении воздушной линии с неизолированными проводами линий связи и линий проводного вещания пересечение может выполняться как в пролете так и на опоре. Провод СИП на участке пересечения должен иметь коэффициент запаса прочности на растяжение при наибольших расчетных нагрузках не менее 2.5.

На опорах, где предполагается присоединение ответвлений к ВЛИ необходимо учесть следующие допуски:

— расстояние по вертикали между изолированными и неизолированными проводами ВЛИ разных фаз на опоре при ответвлении от ВЛИ и при пересечении разных ВЛИ на общей опоре должно быть не менее 10 см;

— расстояния от проводов ВЛ до любых элементов опоры должно быть не менее 5 см;

— соединения проводов воздушной линии в пролете пересечения с подвесным кабелем линий связи и линий проводного вещания не допускается;

— при пересечении непроезжей части улиц ответвлениями от ВЛИ к вводам в здания расстояния от СИП до тротуаров пешеходных дорожек должно быть не менее 3.5 м.

— расстояние по вертикали от проводов изолированной ВЛИ до поверхности земли в населенной и ненаселенной местности до земли и проезжей части улиц должно быть не менее 5 м.

— расстояние от СИП и изолированных проводов до поверхности земли на ответвлениях к вводу должно быть не менее 2.5 м;

## СИП

— расстояние по горизонтали от СИП при наибольшем их отклонении до элементов зданий и сооружений должно быть не менее 1.0 м до балконов, террас и окон и 0.2 м до глухих стен зданий, сооружений.

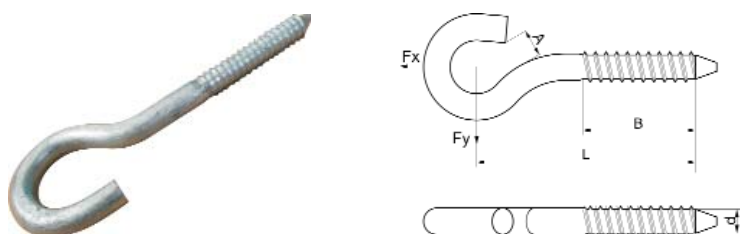
— при прохождении линии над крышами зданий и сооружений, расстояние от них до проводов по вертикали должно быть не менее 2.5 м.

— при совместной подвеске на общих опорах двух или более ВЛИ расстояние между жгутами СИП должно быть не менее 0.3 м.

Расчетные усилия в узлах крепления и кронштейнах в нормальном режиме не должны превышать 40% их механической разрушающей нагрузки.

При подборе крюков, необходимо учитывать чтобы ушко арматуры оделось в петлю крюка.

На деревянных опорах, рекомендуется использовать крюки для деревянных опор, изготовленные из стали горячего цинкования:



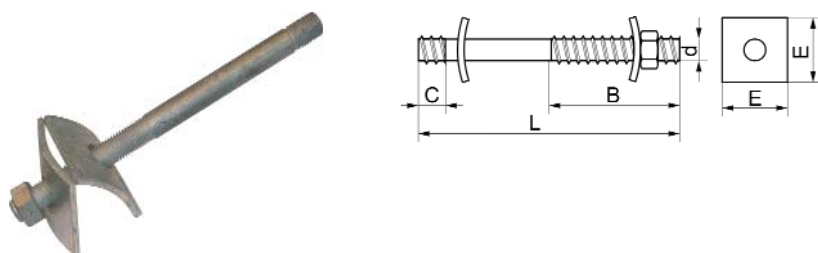
Наименование	d, мм	L, мм	A, мм	B, мм	Допустимая нагрузка, $F_x$ , кН	Допустимая нагрузка, $F_y$ , кН	Вес, кг
Крюк для деревянных опор e.wood.hook.pro.12.165	12	165	30	65	5,3	4,1	0,24
Крюк для деревянных опор e.wood.hook.pro.16.170	16	170	30	70	8,8	6,6	0,44
Крюк для деревянных опор e.wood.hook.pro.20.165	20	165	30	65	16,6	12,9	0,73



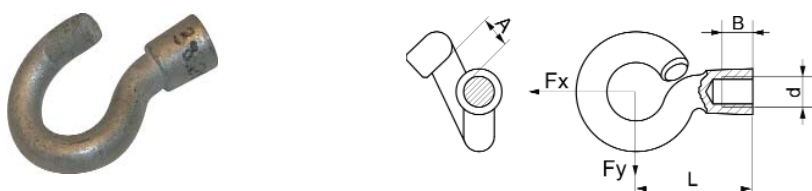
## СИП

В случае когда делается сквозное отверстие в опоре или если такие уже имеются целесообразно применение проходных болтов или сквозных крюков.

Проходной болт, вставляется в отверстие опоры. На него накручивается крюкообразная гайка, для одноцепных линий — с одной стороны, для многоцепных линий — с обеих сторон.



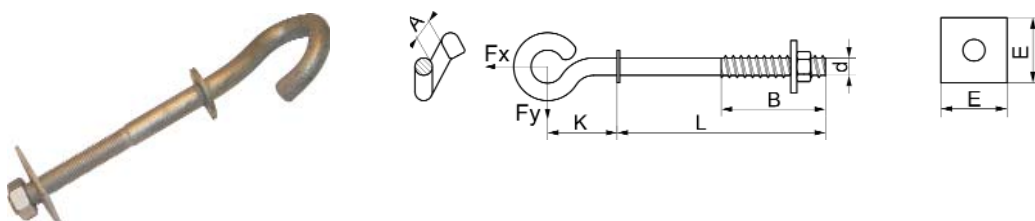
Наименование	D, мм	L, мм	B, мм	C, мм	E, мм	Вес, кг
Проходной болт e.com.bolt.pro.240.16	M16	240	120	25	70	0,50
Проходной болт e.com.bolt.pro.240.20	M20	240	120	25	70	0,60
Проходной болт e.com.bolt.pro.280.16	M16	280	120	25	70	0,61
Проходной болт e.com.bolt.pro.280.20	M20	280	120	25	70	0,72
Проходной болт e.com.bolt.pro.360.16	M16	360	120	25	70	0,69
Проходной болт e.com.bolt.pro.360.20	M20	360	120	25	70	0,87



Наименование	d, мм	L, мм	A, мм	B, мм	Допустимая нагрузка, Fx, кН	Допустимая нагрузка, Fy, кН	Вес, кг
Крюк-гайка e.nut.hook.pro.38.16	M16	80	20	18	15,4	2,0	0,44
Крюк-гайка e.nut.hook.pro.38.20	M20	80	25	18	15,5	4,0	0,55

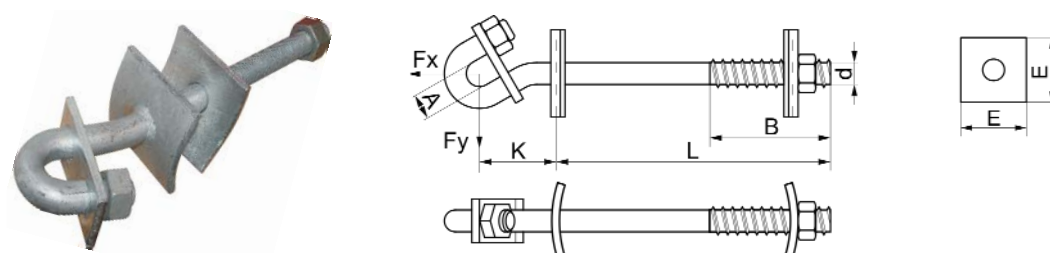


## СИП



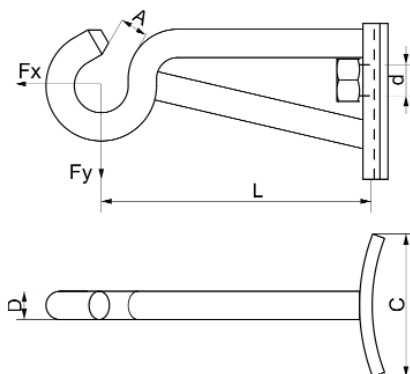
Наименование	D, мм	L, мм	B, мм	A, мм	K, мм	E, мм	Допустимая нагрузка, Fx, кН	Допустимая нагрузка, Fy, кН	Вес, кг
Сквозной крюк e.through.hook.pro.200.16	M16	200	120	20	80	65	11,9	2,4	0,78
Сквозной крюк e.through.hook.pro.200.20	M20	200	120	25	80	65	14,5	4,6	1,22
Сквозной крюк e.through.hook.pro.240.16	M16	240	120	20	80	65	11,9	2,4	0,84
Сквозной крюк e.through.hook.pro.240.20	M20	240	120	25	80	65	14,5	4,6	1,32
Сквозной крюк e.through.hook.pro.320.16	M16	320	120	20	80	65	11,9	2,4	0,97
Сквозной крюк e.through.hook.pro.320.20	M20	320	120	25	80	65	14,5	4,6	1,51
Сквозной крюк e.through.hook.pro.350.20	M20	350	120	25	80	65	14,5	4,6	1,58

Если на участке линии из-за разнообразных механических нагрузок возможен срыв арматуры с крюка, применяют сквозной крюк с предохранительной пластиной.



Наименование	D	L, мм	B, мм	A, мм	K, мм	E, мм	Допустимая нагрузка, Fx, кН	Допустимая нагрузка, Fy, кН	Вес, кг
Сквозной крюк e.through.hook.pro.250.20.s, 250 мм, M20 с предохранительной пластиной	M20	200	120	24	70	75	30,6	6,7	1,70
Сквозной крюк e.through.hook.pro.310.20.s, 310 мм, M20 с предохранительной пластиной	M20	240	120	24	70	75	30,6	6,7	1,80

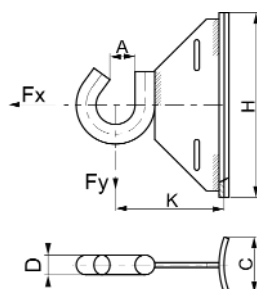
В случае подвеса на крюк трех и более анкерных зажимов ответвительных линий, или на угловых опорах с углом поворота линии более 90°, возможно использование углового крюка, к корпусу которого приварена гайка, в которую вкручивается проходной болт.



Наименование	d	D, мм	L, мм	A, мм	C, мм	Допустимая нагрузка, Fx, кН	Допустимая нагрузка, Fy, кН	Вес, кг
Угловой крюк e.angle.hook.pro.16.16.206	M16	16	220	40	55	9,7	6,2	1,23
Угловой крюк e.angle.hook.pro.20.20.208	M20	20	220	30	65	13,3	8,6	1,90
Угловой крюк e.angle.hook.pro.24.25.290	M24	25	300	35	75	24,6	19,5	3,40

Крепления на металлических или железобетонных опорах производится с помощью бандажной ленты. Для этой цели используются специальные бандажные крюки с соответствующими отверстиями. Бандаж сквозь верхнее отверстие выполняют в два витка ленты, сквозь нижнее в один виток.

На одной ленте возможно крепление двух бандажных крюков расположенных на противоположных сторонах опоры относительно ее оси.



Наименование	D, мм	A, мм	K, мм	H, мм	C, мм	Допустимая нагрузка, Fx, кН	Допустимая нагрузка, Fy, кН	Вес, кг
Бандажный крюк e.bracer.hook.pro.16.18	16	20	85	150	45	17,8	12,5	0,60
Бандажный крюк e.bracer.hook.pro.20.19	20	30	95	250	45	27,7	17,7	0,74

## СИП

Ориентировочный расход бандажной ленты на одну опору составляет 2 метра. Бандажная лента затягивается специальным инструментом, а узел крепления стягивается стальной скрепой.



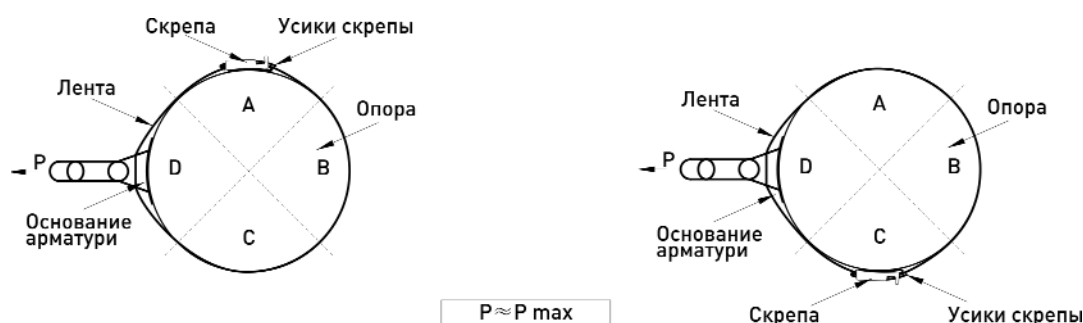
Наименование	Ширина, мм	Толщина, мм	Длина, мм	Вес
Стальная бандажная лента e.steel.band.pro.19.75, 19x0,75 мм, 25 м	19	0,75	25	0,115 кг/м
Стальная скрепа e.steel.fastener.pro	—	—	—	0,015 кг/шт

Прочность узла крепления, выполненного из ленты монтажной и скрепы монтажной, кроме того, зависит от варианта реализации узла, причем в каждом варианте узла можно заранее задать определенную прочность узла, начиная от минимального значения до максимального, варьируя местоположением и ориентацией скрепы относительно основания кронштейна.

Показано когда скрепа относительно основания бандажного крюка размещается в боковых секторах «А» или «С», а ее «усики» сориентированы в сторону, противоположную от крюка. При данном варианте крепления прочность узла близка к максимальной. Прочность узла крепления уменьшается при размещении скрепы в секторе «В» и будет дальше уменьшаться, если в секторах «А» и «С» скрепу сориентировать «усиками» в сторону кронштейна. Предельных значений прочности (минимальной или максимальной) можно достичь на границе секторов «А» - «D» и «С» - «D».

Выполнять узлы крепления особо прочными, не рекомендуется если опора линии расположена в местах с повышенной опасностью ее разрушения (случайный наезд автомобиля на опору, частое падение деревьев на провода).

Узлы крепления должны быть более прочными на открытой местности, где часты ветровые нагрузки или обледенения в зимний период.



## СИП

Значения нагрузки, разрушающей узел крепления для разных вариантов узла в случае, когда положение и ориентация скрепы соответствуют максимальной прочности узла, приведены в таблице:

Вариант крепления узла	Разрушающая нагрузка анкерного, кгс	Разрушающая нагрузка промежуточного, кгс
1 верхний хомут из 1 витка ленты	—	280
2 хомута: верхний и нижний из 1 витка ленты	1636	440
1 верхний хомут из 2 витков ленты	—	700
2 хомута: верхний из 2 витков, нижний из 1 витка	—	701
2 хомута: верхний и нижний из 2 витков ленты	5045	820

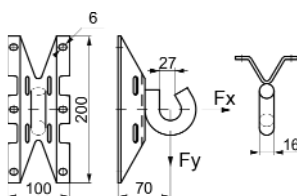
Натяжение бандажной ленты осуществляется специальным инструментом.

Он позволяет трещеточным механизмом натянуть ленту, а отрезать ленту позволяют прочные лезвия из быстрорежущей стали.



Наименование	К-во операций	Твердость лезвия	Код заказа
e.tool.tension.a.20	60 000	63-65 HRC	p0470001

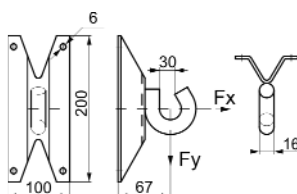
Универсальный крюк возможно крепить как к опорам с помощью бандажной ленты, так и на стену здания с помощью шурупов.



Наименование	D, мм	Допустимая нагрузка, Fx, кН	Допустимая нагрузка, Fy, кН	Вес, кг
Универсальный крюк e.uni.hook.pro.16.18	16	17,4	13,3	0,61

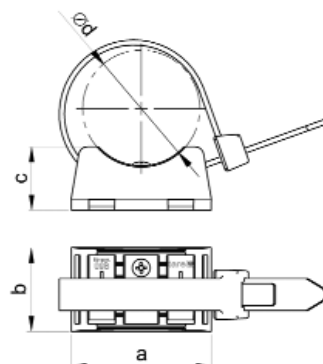
## СИП

Настенный крюк используется только для установки на стены зданий и сооружений с помощью шурупов.



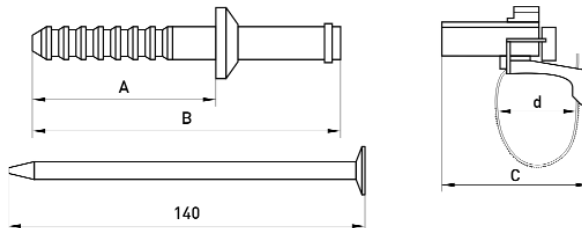
Наименование	D, мм	Допустимая нагрузка, Fx, кН	Допустимая нагрузка, Fy, кН	Вес, кг
Настенный крюк e.wall.hook.pro.16.18	16	17,4	13,3	0,67

Подставка с хомутом для крепления СИП используется для прокладки СИП по стене. Крепление к стене осуществляется с помощью шурупа. Температура эксплуатации: -45...85°C.



Крепление провода СИП	a, мм	b, мм	c, мм	Максимальный диаметр охвата d, мм	Вес, гр	Наименование	Код заказа
4x120+2x25 мм <sup>2</sup>	55	33	25	46	22	tarel.univ.4.16.120	098

Дюбель с хомутом для крепления СИП используется для прокладки СИП по фасаду здания или под карнизом с расстоянием от проводника до стены 40 мм. Диаметр дюбеля: 10 мм.



Наименование	a, мм	b, мм	c, мм	d, мм	Код заказа
e.holder.pro	60	110	50	45	p046001

## СИП

Шурупы, используемые для крепежа настенных крюков к стенам зданий и сооружений, должны выдерживать расчетную нагрузку на данный крюк.

Технические данные распорных болтов, и втулок (данные изделия эффективно использовать в поверхностях стен из камня, бетона, полнотелого кирпича):

Распорный болт	M6	M8	M10	M12	M16
Допустимая нагрузка выдерживающей силой, кН	2,0	6,0	9,0	12,0	20,0
Величина сверлимого отверстия, мм	10,5	12,5	16,5	18,6	25,6
Распорная латунная втулка					
Допустимая нагрузка выдерживающей силой, кН	2,0	2,8	4,4	6,2	8,2
Величина сверлимого отверстия, мм	8,0	10,0	12,0	15,0	20,0



При прокладке по стенам зданий и сооружений минимальное расстояние от СИП должно быть:

— при горизонтальной прокладке: над окнами и входной дверью — 0,3 м; под балконом, окном, карнизом — 0,5 м; до земли — 2,5 м;

— при вертикальной прокладке: до окна — 0,5 м; до балкона, входной двери — 1,0 м.

Расстояние в свету между СИП и стеной здания или сооружения должно быть не менее 0,06 м.

### 3. Размотка СИП

Размотка СИП происходит в следующей последовательности:

— с одного конца монтируемого участка устанавливается барабан с СИП на раскаточной тележке;

— с другого конца монтируемого участка устанавливается механическая лебедка со вспомогательным тросом;

— на опорах закрепляются раскаточные ролики, начиная с опоры со стороны лебедки, одновременно в них заправляется вспомогательный трос, разматываемый с барабана лебедки (применяемый для свободного прохождения провода по роликам). Применение раскаточных роликов предотвращает повреждение изоляции раскатываемых проводов. На поверхности земли размотка СИП недопустима, это приводит к повреждению и загрязнению изоляции проводов, что может вызвать в соединениях увеличенное электрическое сопротивление контакта между зубьями зажима и проводом СИП;

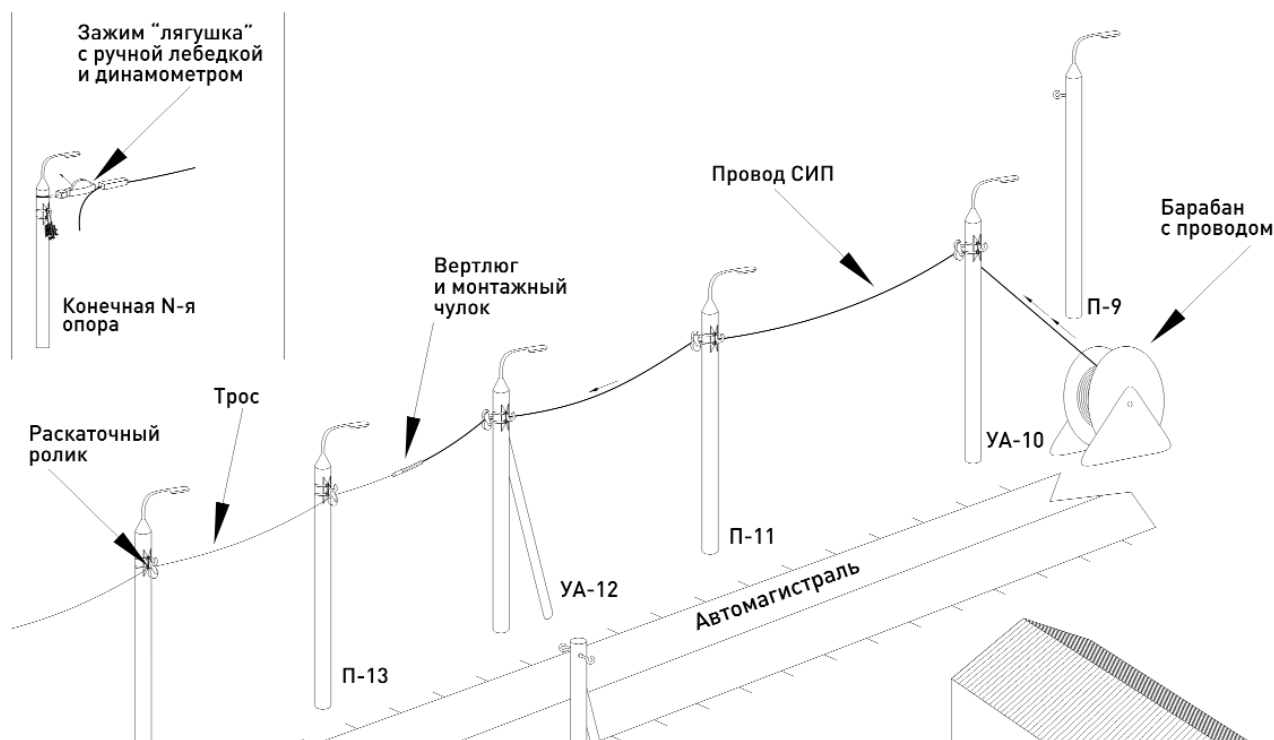
— после подтягивания троса к барабану с СИП на конце троса закрепляется монтажный чулок в комплекте с вертлюгом (которые обеспечивают удержание конца жгута СИП в сжатом состоянии и не позволяют жгуту самопроизвольно раскручиваться или перекручиваться при его протяжке). Если для размотки не применять вертлюг, то в отдельных местах между проводниками могут появиться заметные просветы, в которых при не расчетных механических воздействиях на воздушную линию таких как сильный ветер, падение дерева и др., возникает опасность обрыва отдельного провода. Обязательное применение монтажного чулка для жгута СИП ускоряет процесс раскатки и предохраняет изоляцию от механических повреждений за счет равномерного распределения механической нагрузки вдоль жгута провода при его размотке;

— с помощью механической лебедки жгут СИП протягивается через все ролики и размотка прекращается когда жгут пройдет последний ролик и немного опустится в сторону лебедки. После размотки

## СИП

жгута самонесущего провода на роликах закрепленных на опорах, на конечной опоре закрепляется провод анкерным зажимом, с одновременным удерживанием механической лебедкой через трос линии провода;

— линия натягивается до требуемого проектной документацией значения силы натяжения с помощью комплекта инструментов для натяжения: ручной лебедки, закрепленной на ближней опоре; натяжного устройства; динамометра.



При размещении арматуры на опоре необходимо чтобы выполнялись следующие условия размещения проводов на опорах магистральной линии:

— перед выполнением монтажа ВЛИ необходимо убедиться в наличии в исходном проекте таких данных, как стрелы провеса ВЛ в каждом пролете и усилия натяжения провода на каждом участке или секции ВЛИ;

— сечение жилы СИП магистрального провода должно быть не менее  $25 \text{ мм}^2$ .



#### 4. Натяжение ВЛИ и ее крепление

Натянутая ручной лебедкой линия на ближней опоре к раскаточной тележке закрепляется с помощью анкерного зажима.

Анкерные зажимы воспринимают нагрузку в горизонтальной плоскости.

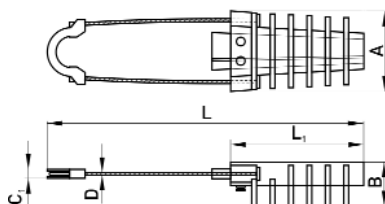
СИП на конечной опоре освобождается из монтажного чулка, и, если это необходимо, концы проводников изолируются с помощью термоусаживаемых колпачков. На ближней опоре оставляется заданный запас провода СИП, изолируются, а остальной провод отрезается с помощью инструмента для резки провода.

После выполнения натяжения СИП и закрепления его анкерными зажимами на концевых опорах, производится замена раскаточных роликов на промежуточные зажимы.

В случае когда в качестве магистрального провода используется СИП с несущей нулевой жилой, для натяжения используются анкерные зажимы изолированные с зажимом на тросике клинового типа. Также эти зажимы возможно использовать для натяжения провода связи.

Анкерный зажим на тросике предназначен для проводов СИП 2а и СИП1а.

С обеих сторон от зажима на расстоянии 20...30 см от них жгут СИП с несущим нулевым проводом стягивается кабельными ремешками(стяжками), что предотвращает смещение проводников друг относительно друга под воздействием внешних факторов (ветровой нагрузки и др.).



Наименование	L, мм	L1, мм	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	Вес, кг	Сечение провода	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Анкерный изолированный зажим на тросике e.i.clamp.pro.rope.25.70	250	105	60	35	10	2	0,125	25-70 мм <sup>2</sup>	2000	p027001
Анкерный изолированный зажим на тросике e.i.clamp.pro.rope.70.120	420	200	100	55	10	4	0,525	70-120 мм <sup>2</sup>	2000	p027002

Анкерный зажим изготовлен из полиамида, армированного стекловолокном. Клин, в который вставляется несущая жила провода, обеспечивает его фиксацию и равномерное распределение нагрузки на изоляцию. Гибкий тросик с изолированным седлом позволяет монтировать до 3-х зажимов на кронштейне. Седло препятствует перетиранию тросика.

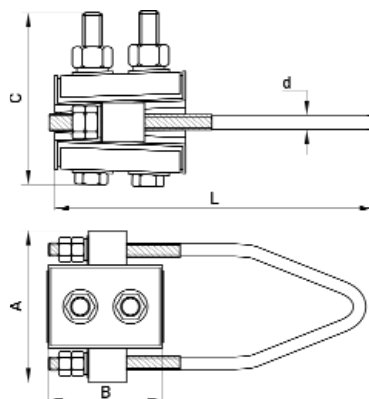
Места установки анкерных зажимов кроме концевых опор описаны выше. Кроме того, они устанавливаются на опорах, ограничивающих пролет пересечения воздушной линии и линии связи или проводного вещания, при пересечении таких объектов как автомагистрали на опорах с углами поворота 90° и более.

При монтаже самонесущего изолированного провода со всеми несущими жилами или самонесущего провода с проводом освещения на магистралях и ответвлениях к вводам используются анкерные зажимы, удерживающие все четыре самонесущие жилы провода.

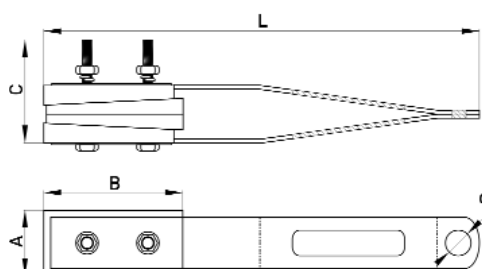
При натягивании провода с дополнительным проводом освещения этот провод прокладывается мимо зажима.



## СИП

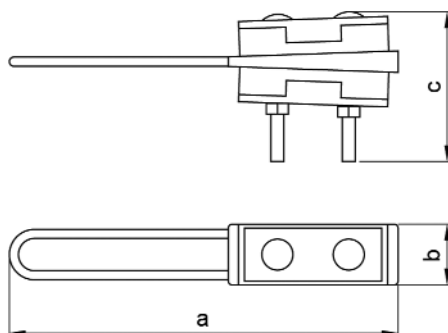


Наименование	L, мм	A, мм	B, мм	C, мм	d, мм	Вес, кг	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода мм <sup>2</sup>	Код заказа
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.6.10.a, усиленный							44	4x(6-10)	p021001
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.16.25.a, усиленный	250	70	75	90	5	0,420	44	4x(16-25)	p021002
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.35.50.a, усиленный	260	90	75	90	7	0,605	44	4x(35-50)	p021003
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.70.95.a, усиленный	290	100	110	110	9	1,210	44	4x(70-95)	p021004
Анкерный изолированный зажим, усиленный e.i.clamp.pro.120.150.a	290	110	110	110	10	1,365	44	4x (120-150)	p021005

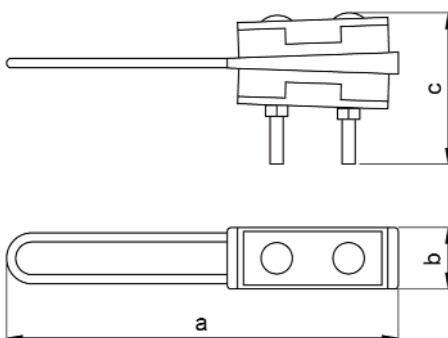


Наименование	L, мм	A, мм	B, мм	C, мм	d, мм	Вес, кг	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода мм <sup>2</sup>	Разру- шаю- щая на- грузка, Н	Код заказа
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.16.50.b	320	40	75	75	16	0,735	22	4x (16-50)	3300	p022001
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.70.120.b	380	55	115	95	16	1,135	22	4x (70-120)	4300	p022002

## СИП



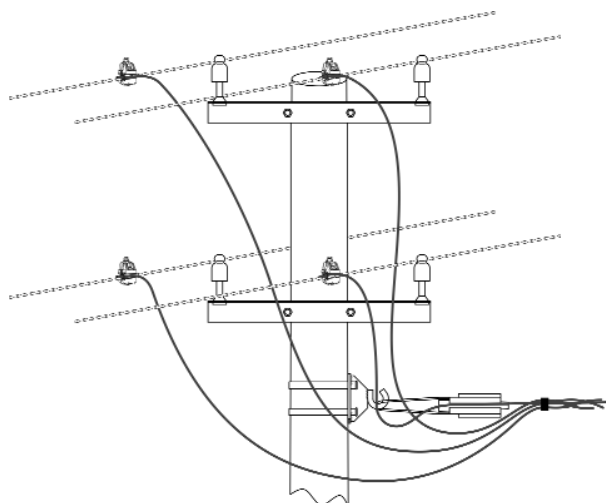
Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	Вес, кг	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Анкерный зажим tarel.ukr.4.25.50	300	47	116	0,760	44	4x (25-50)	2500	063
Анкерный зажим tarel.ukr.4.70.120	363	56	135	1,256	44	4x (70-120)	4000	9004-000



Анкерный зажим со срывной гайкой позволяет осуществить монтаж без использования специального инструмента.

Наименование	a, мм	b, мм	c, мм	Вес, кг	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Анкерный зажим tarel.ukr.4.25.50.zr со срывными гайками	300	47	116	0,760	44	4x (25-50)	2500	9003-100
Анкерный зажим tarel.ukr.4.70.120.zr со срывными гайками	363	56	135	1,256	44	4x (70-120)	4000	9004-100

## СИП

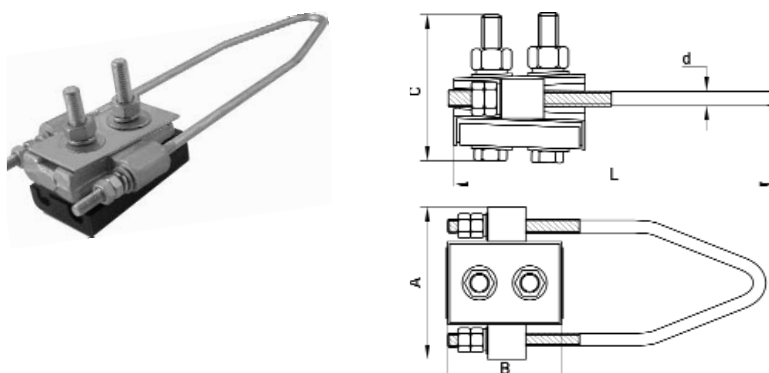


Фрагмент 1 схемы электроснабжения. Закрепление в анкерном зажиме провода с изолированной несущей жилой и его присоединение к неизолированной воздушной линии.

Порядок закрепления провода в анкерном зажиме.

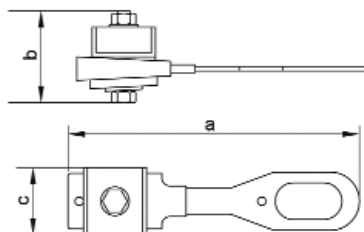
Анкерный зажим устанавливают непосредственно на изолирующее покрытие провода. При этом необходимо выдвинуть из корпуса зажима пластмассовые клинья, установить зажим на провод в предварительно отмеченном месте, постепенно вдвигать в корпус зажима клинья вместе с проводом до защемления последнего в зажиме. При монтаже необходимо следить за тем, чтобы пластмассовые клинья находились снизу зажима, при этом медленно уменьшить тяжение в проводах лебедкой до момента, когда усилие от тяжения провода будет полностью воспринято новым анкерным зажимом. После этого снимается лебедка, монтажный зажим, устанавливаются хомуты до и после установки зажима. Осматривается изолирующее покрытие провода в месте установки анкерного зажима. При необходимости на концевых опорах отрезается свободный конец провода и устанавливаются изолирующие колпачки на его торцы.

На ответвительных линиях или ответвлениях к вводу используется провод небольшого сечения, соответственно, на опоре, где производится присоединение к основной линии и на стене присоединяемого объекта устанавливаются следующие зажимы:

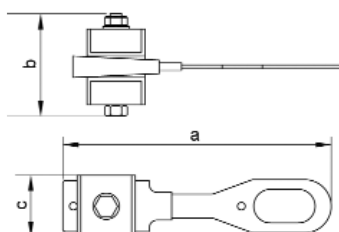


Наименование	L, мм	A, мм	B, мм	C, мм	d, мм	Вес, кг	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Разру- шающая нагрузка, Н	Код заказа
Анкерный зажим e.i.clamp.pro.2.16.25a	250	70	75	60	5	0,35	22	2x(16-25)	500	p021006

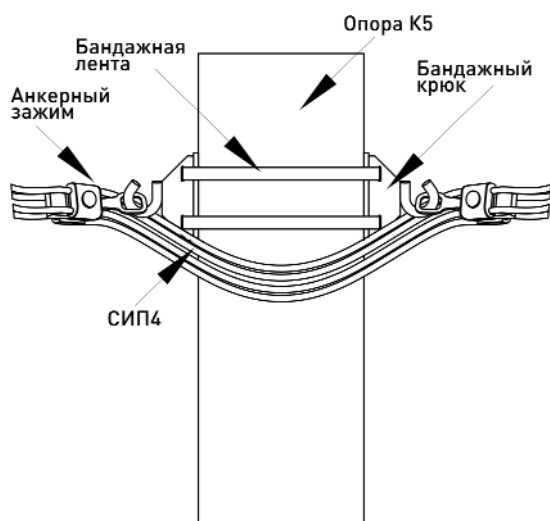
## СИП



Наименование	a, мм	b, мм	c, мм	Вес, кг	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Анкерный зажим tarel.ukp.2.16.25	175	60	40	0,170	22	2x(16-25)	500	010/1

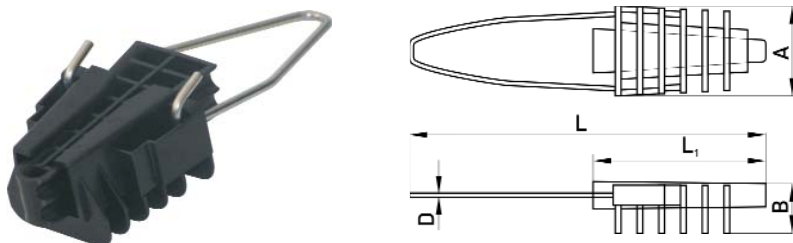


Наименование	a, мм	b, мм	c, мм	Вес, кг	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Анкерный зажим tarel.ukp.4.16.25	175	76	40	0,190	22	4x(16-25)	1000	010



Фрагмент 2 схемы электроснабжения. Закрепление на опоре провода СИП-4 от трансформаторной подстанции.

## СИП



Легко отсоединяющаяся дужка позволяет крепить анкерный зажим к кронштейнам и крюкам с кольцом.

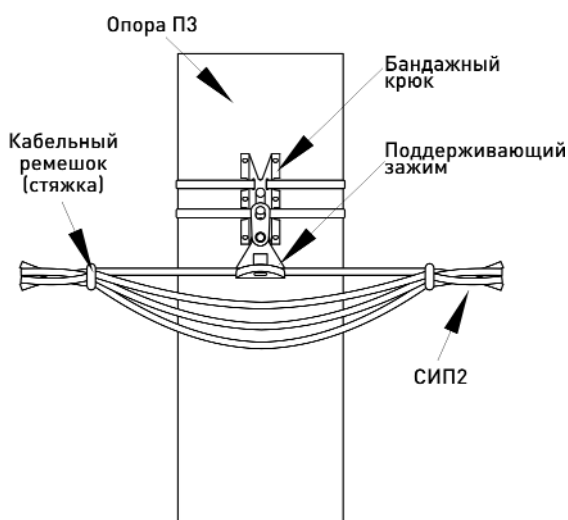
Наименование	L, мм	A, мм	B, мм	L1, мм	D, мм	Вес, гр	Момент затяжки винтов, Нм	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.la.1.s, с жесткой скобой	220	80	25	110	4	95	клинов- ый зажим	2x(6-25)	2000	p025002
Анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.la.1, с жесткой скобой	220	70	40	100	4	100	клинов- ый зажим	4x (6-35)	2000	p025001

На прямолинейных участках или участках с изгибами воздушной линии до 30° используют поддерживающие зажимы. Поддерживающие зажимы воспринимают нагрузку в вертикальной плоскости от веса провода.

Для закрепления нейтрали самонесущего изолированного провода в подвесном зажиме необходимо в открытое ложе зажима вставить нейтральный провод и дожать вручную до упора.

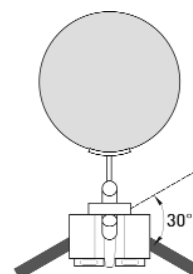
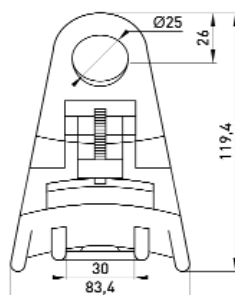
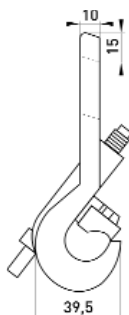
С обеих сторон от зажима, на расстоянии 20...30 см от них, жгут СИП с несущим нулевым проводом стягивается кабельными ремешками (стяжками), что предотвращает смещение проводников друг относительно друга под воздействием внешних факторов (ветровой нагрузки и др.).

Корпус изготовлен из атмосферостойкой пластмассы.



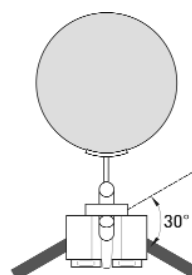
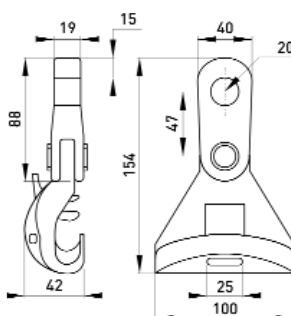
Фрагмент 3 схемы электроснабжения. Закрепление на промежуточной опоре провода СИП-2.

## СИП



Наименование	Вес, кг	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Допустимая нагрузка, Н	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.1a.25.120, тип А	0,095	1х [25-120]	2000	5000	p026001

Используется для крепления провода на промежуточных опорах на прямых участках, под углом 30° к опоре, под углом 50° от опоры.

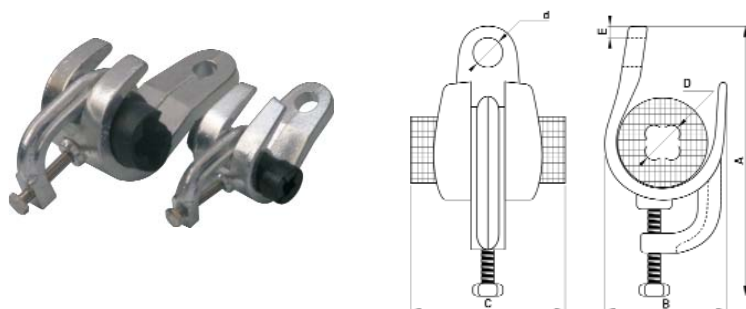


Наименование	Вес, кг	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Допустимая нагрузка, Н	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.1b.25.120, тип В	0,156	1х [25-120]	2000	5000	p026002

Используется для крепления провода на промежуточных опорах на прямых участках, под углом 30° к опоре, под углом 50° от опоры.

## СИП

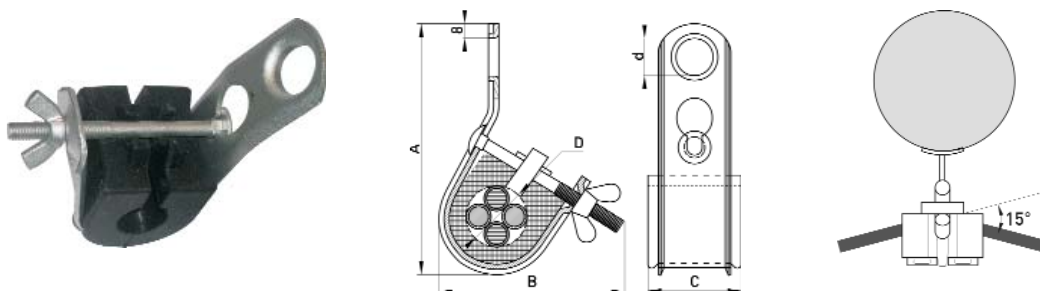
Промежуточные зажимы для провода с четырьмя несущими жилами используются для крепления провода на промежуточных опорах на прямых участках, под углом 30° к опоре, под углом 90° от опоры.



Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	d, мм	E, мм	Вес, кг	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Код заказа
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.16.gath, с зажимом	180	95	70	16	19	10	0.380	4x16	p024001
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.25.gath, с зажимом	180	95	70	20	19	10	0.430	4x25	p024002
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.35.50.gath, с зажимом	260	95	100	25	19	10	0.460	4x(35-50)	p024003
Подвесной зажим e.h.cl amp.pro.70.95.gath, с зажимом	230	105	100	30	18	16	0.980	4x(70-95)	p024004
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.120.gath, с зажимом	230	100	100	40	18	16	0.815	4x120	p024005

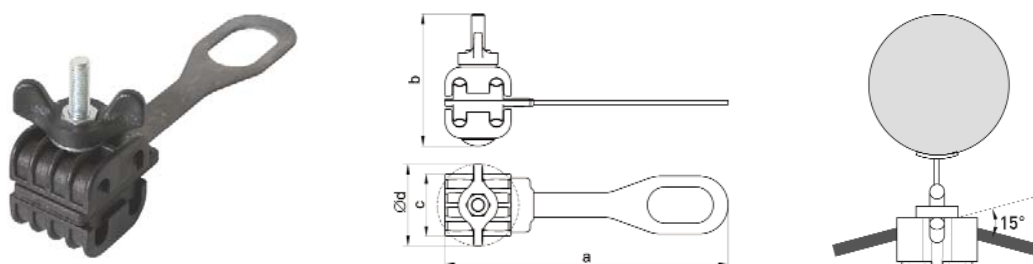
## СИП

Промежуточные зажимы для провода с четырьмя несущими жилами используются для крепления провода на промежуточных опорах на прямых участках, под углом  $30^\circ$  к опоре, под углом  $50^\circ$  от опоры.



Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	d, мм	Вес, кг	Допустимая нагрузка, Н	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Код заказа
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.16.35, с затяжным болтом	148	100	55	20	0.350	2500	4x(16-35)	p029001
Подвесной зажим e.h.clamp.pro.35.95, с затяжным болтом	148	100	55	20	0.350	2500	4x(50-95)	p029002

Промежуточные зажимы для провода с четырьмя несущими жилами используются для крепления провода на промежуточных опорах на прямых участках или под углом до  $15^\circ$  от опоры.

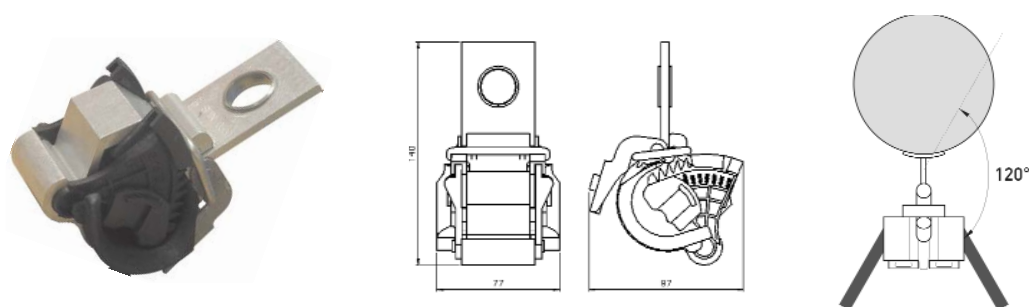


Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	d, мм	Вес, кг	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Код заказа
Подвесной зажим tarel.ukp.4.06.25.prz	172	80	38	49	0,148	4x(6-25)	094



## СИП

Универсальный подвесной зажим для провода с четырьмя несущими жилами используется для крепления провода на промежуточных опорах на прямых участках или на угловых опорах с углом поворота провода к опоре до 60°, от опоры до 120°.



Наименование	Диам. отверстия, мм	Вес, кг	Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Допустимая нагрузка, Н	Разрушающая нагрузка, Н	Код заказа
Универсальный подвесной зажим тарел.унив.4.16.120	22	0,390	4x(16-120]	650	1600	074

Пример закрепления ответвительной линии.

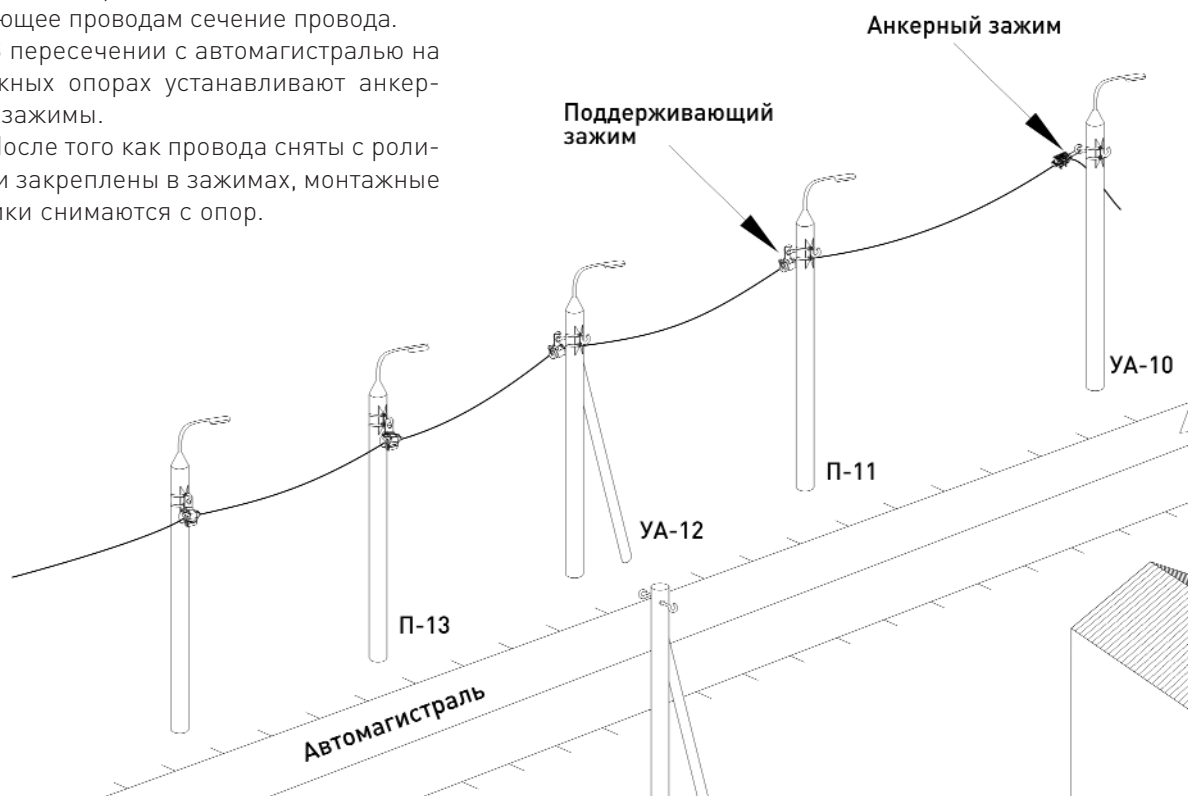
В начале ответвительной линии устанавливается анкерный зажим.

Для СИП ответвительной линии, имеющей несущий изолированный нейтральный провод, используется анкерный изолированный зажим e.i.clamp.pro.gore на тросике.

Для СИП со всеми несущими проводами, состоящими из 2-х или из 4-х изолированных проводов, применяют анкерные зажимы под соответствующее проводов сечение провода.

В пересечении с автомагистралью на смежных опорах устанавливают анкерные зажимы.

После того как провода сняты с роликов и закреплены в зажимах, монтажные ролики снимаются с опор.



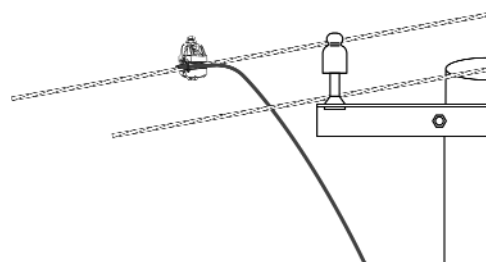
## 5. Соединение проводов

Правила подключения ответвительной линии:

- расстояние по вертикали между изолированными и неизолированными проводами ВЛ разных фаз на опоре при ответвлении от ВЛ на общей опоре должно быть не менее 10 см;
- расстояния от проводов ВЛ до любых элементов опоры должно быть не менее 5 см;
- соединения проводов воздушной линии в пролете пересечения с подвесным кабелем линий связи и линий проводного вещания не допускается;
- соединения СИП в пролетах пересечения воздушной линии с линией связи и линией проводного вещания не допускается;
- соединительные зажимы должны обеспечивать механическую прочность не менее 90% разрывного усилия провода;
- в одном пролете допускается не более одного соединения;
- в пролетах пересечения ВЛ с инженерными сооружениями соединение проводов не допускается;
- провода разных марок или сечений должны соединяться в петлях анкерных опор;
- соединение проводов в пролете ответвления к вводу не допускается.

Для подключения используются ответвительные прокалывающие зажимы, прокалывающий зажим изготовлен из термостойкой светостабилизированной АБС пластмассы, металлические части анодированы и неподвержены коррозии.

Прокалывающие зажимы, как правило, используются один раз, т.к. вторичный монтаж зажима может привести к высокому переходному электрическому сопротивлению контакта. Зажим может иметь срывную гайку, которая отламывается при достижении определенного усилия обжима проводов, что не повредит токоведущие жилы и уменьшит их механическую прочность. Зажимы без срывной гайки следует затягивать динамометрическим ключом с усилием, соответствующим конструкции данного зажима. В состав зажима может входить термоусаживаемый колпачок, обеспечивающий изоляцию торца подключаемого провода. Это дает защиту от попадания влаги на токоведущую часть провода, защиту электромонтера от случайного прикосновения к токоведущей части если она находится под напряжением. Конструкция зажима обеспечивает подключение линии к магистрали под напряжением.



При подключении зажима к неизолированному проводнику следует с неизолированного проводника стальной щеткой убрать окись алюминия и нанести смазку на неизолированный участок провода в месте установки зажима для предотвращения повторного образования оксидной пленки.

Соединение жил осуществляется в соединителе за счет прокалывания зубцами контактных пластин изоляции проводников и дальнейшего внедрения этих зубцов в скрутку проводников. Зубцы прижимают провода под действием силы сжатия, создаваемой вращением срывной головки затяжного болта. Следует не допускать чрезмерного зажатия болта, т.к. это может привести к ослаблению прочностных характеристик несущей жилы магистрального провода.

Особенность соединителей в том, что:

- отпадает необходимость обесточивать магистраль при выполнении подключения ответвления к магистрали, т.к. затяжной болт соединителя изолирован от контактных пластин соединителя;
- отсутствует необходимость в зачистке изоляции, т.к. на этих проводах, вставленных в соединитель, изоляция прокалывается зубцами контактных пластин соединителя во время затяжки болта;

## СИП

— электрический контакт в месте соединения двух проводов получается надежным, т.к. при затяжке болта зубцы контактных пластин проникают на определенную глубину в тело многожильного проводника и за счет большого контактного давления обеспечивают высокую нагрузочную способность контакта;

— затяжку болта соединителя со срывным болтом можно вести обычным ключом, не опасаясь повреждения жилы СИП от больших усилий, т.к. усилие затяжки ограничивается прочностью срывной головки на затяжном болте, которая срывается при определенном усилии, достаточном для надежного проникновения зубцов контактных пластин в тело проводника;

— нет необходимости одевать на смонтированный соединитель дополнительный герметизирующий кожух, т.к. корпус соединителя выполнен из жесткого изоляционного материала со встроенным резиновым уплотнителем, заполненным смазкой.

Перед проведением монтажа ответвительных зажимов необходимо сверить на соответствие сечения соединяемых проводов с характеристиками подготовленных к монтажу зажимов.

Правильный выбор ответвительного зажима — это один из факторов, влияющих на качество соединения проводов.

Для гарантированного качества соединения проводников необходимо:

— проводник магистрали выделяется из жгута ВЛИ и вставляется в соответствующий просвет ответвительного зажима, в другой просвет вставляется проводник ответвления до полного упора его в колпачке. Оголенный конец провода ответвления тщательно изолировать с помощью колпачка, который предварительно вставляется в проушину;

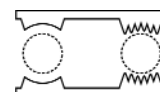
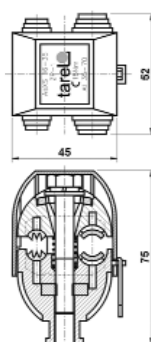
— вращать зажимной болт строго за срывную головку, которая благодаря специальному цилиндру гарантированно обеспечит необходимое критическое усилие вращения, при котором головка сорвется. Усилие вращения должно быть равномерным без прослаблений и толчков, это обеспечит качественное соединение зубцов контактных пластин зажима с соединяемыми проводниками, начиная с момента срыва головки на длительный период эксплуатации;

— подключение выполняется по очереди для каждого проводника линии ответвления, с расстояниями между соединителями в 10 см;

— с внешних сторон от крайних зажимов на расстоянии от них 10...15 см провода магистрали стягиваются и фиксируются с помощью кабельных стяжек.

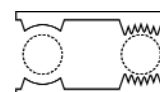
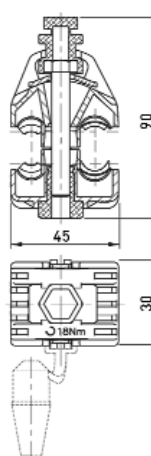
## СИП

Прокалывающие ответвительные зажимы для подключения к магистрали из голого проводника (тип А, АС).  
Корпус зажимов выполнен таким образом, что отпадает необходимость применения защитного колпачка для изоляции провода.



Наименование	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Ответвительный прокалывающий зажим tarel.zpi.071 ZP1 (Al 35-70; AsXS 16-35)	голый провод А, АС 35-70	AsXS 16-35	0,125	18	071

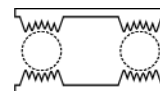
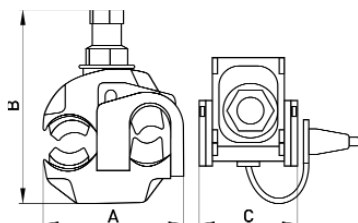
Зажимы имеют болт со срывной головкой и эластомерный колпачок.



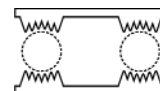
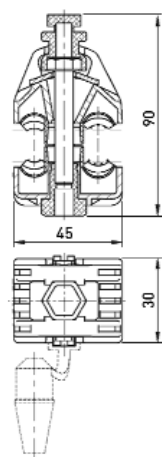
Наименование	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Ответвительный прокалывающий зажим tarel.zpi.078 ZP78 (Al 35-95; AsXS 16-35)	Al 35-95	AsXS 16-35	0,125	18	078

## СИП

Прокалывающие ответвительные зажимы для соединения изолированных проводников. Зажимы имеют болт со срывной головкой и эластомерный колпачек.

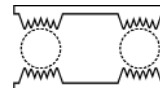
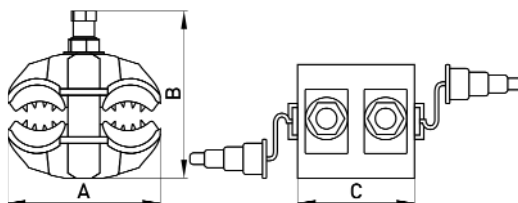


Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Прокалывающий зажим e.pricking.clamp.pro.16.95.4.50	55	80	50	AsXs 16-95	AsXs 4-50	0,147	18	p028001
Прокалывающий зажим e.pricking.clamp.pro.50.150.6.50	55	80	45	AsXs 50-150	AsXs 6-50	0,150	18	p028002
Прокалывающий зажим e.pricking.clamp.pro.16.120.16.120	65	90	50	AsXs 16-120	AsXs 16-120	0,200		p028005



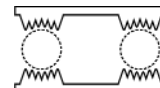
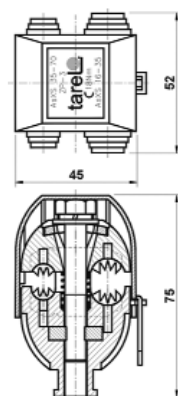
Наименование	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Ответвительный прокалывающий зажим tarel.zpi.077 ZP77 (AsXS 35-95; AsXS 16-35)	AsXS 35-95	AsXS 16-35	0,125	18	077

## СИП



Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Прокалывающий зажим e.pricking.clamp.pro.50.240.50.120	70	95	80	AsXs 50-240	AsXs 50-120	0.510	18	p028003

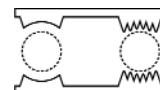
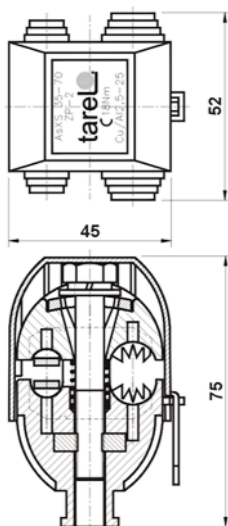
Корпус зажимов выполнен таким образом, что отпадает необходимость применения защитного колпачка для изоляции провода.



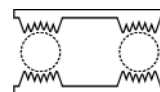
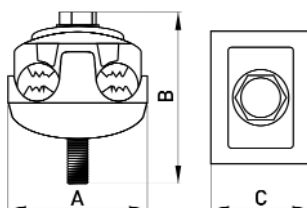
Наименование	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Ответвительный прокалывающий зажим tarel.zpi.073 ZP3 (AsXS 35-70; AsXS 16-35)	AsXS 35-70	AsXS 16-35	0,120	18	073

## СИП

Прокалывающие ответвительные зажимы для подключения к изолированным проводникам линии проводов светильника:



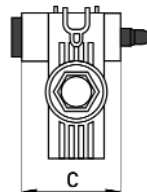
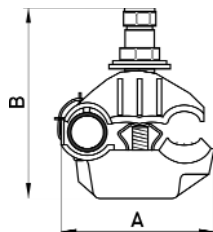
Наименование	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Ответвительный прокалывающий зажим tarel.zpi.072 ZP2 (AsXs 35-70; Cu/Al 2.5-25)	AsXs 35-70	провод А, АС 2.5-25	0,125	18	072



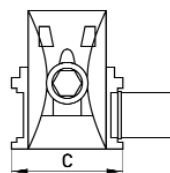
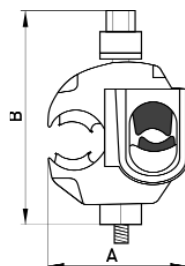
Наименование	А, мм	В, мм	С, мм	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Изолированный зажим e.i.clamp.pro.fhc.a для распределительных устройств, тип А	45	60	31	AsXs 6-16	AsXs 6-10	0,100	15-22	p023001
Изолированный зажим e.i.clamp.pro.fhc.b для распределительных устройств, тип В	45	60	31	AsXS 6-35	AsXS 25-70	0,085	15-22	p023002



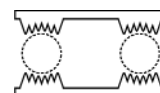
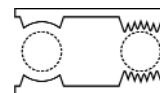
## СИП



Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	Сечение провода магистра- ли, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Мо- мент затяж- ки, Н*м	Код заказа
Прокалывающий зажим e.pricking.clamp.pro.10.70.1.5.10	45	60	25	AsXs 10-70	1.5-10	0,047		p028004



Наименование	A, мм	B, мм	C, мм	Сечение провода магистра- ли, мм <sup>2</sup>	Сечение провода отпайки, мм <sup>2</sup>	Вес, кг	Момент затяжки, Н*м	Код заказа
Прокалывающий за- жим pricking.clamp. pro.4.35.50.150, 4-35 мм <sup>2</sup> / 50-150 мм <sup>2</sup>	50	90	40	Al 50-150	AsXs 4-35	0,120	20	p028006
Прокалывающий зажим e.pricking.clamp. pro.25.95.2.5.35				AsXs 2.5-35	AsXs 25-95	0,130	20	p028007





## СИП

### 6. Защита ВЛИ от коротких замыканий и от перегрузок

Защиту ВЛИ от коротких замыканий и от перегрузок по мощности необходимо выполнять по аналогии с защитой ВЛ с неизолированными проводами, производимой с учетом требований ПУЭ.

Основным элементом защиты ВЛИ от коротких замыканий является проходной предохранитель для абонентских ответвлений.

Проходные предохранители монтируются на опорах, на которых к магистрали ВЛИ подключаются линейные ответвления (например, поз.1), при этом выполняется защита:

- магистрали ВЛИ и всех ответвлений от короткого замыкания и от перегрузки по мощности, возникших в одном из линейных ответвлений (секционирование);
- ответвления от короткого замыкания и от перегрузки по мощности, возникших в ВЛ с неизолированными проводами, подключенной к ответвлению;
- временных подключений к ВЛИ.

Применение проходных предохранителей на смонтированных абонентских ответвлениях, кроме того, позволяет реализовать возможность подачи напряжения потребителю после оплаты им услуг предприятию, обеспечивающему электроснабжение. Для этого плавкая вставка вставляется в корпус предохранителя только в нужный момент (по факту оплаты).

Проходной предохранитель представляет собой разборную конструкцию, состоящую из двух частей корпуса и плавкой вставки, вставляемой в корпус предохранителя.

Конструкция предохранителя позволяет выполнять соединение и разъединение линии под нагрузкой до 60 А.

Проходной предохранитель типа испытан на герметичность напряжением 6 кВ под водой.

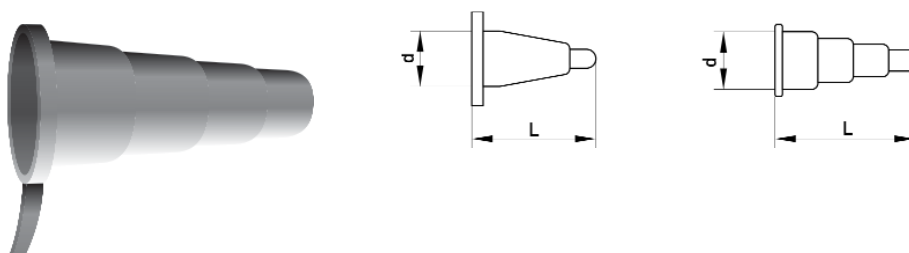
Корпус предохранителя изготовлен из погодо- и ультрафиолетостойкого полимера. Он легко собирается и герметизируется при сборке. На нем закреплена герметизирующая заглушка, которая позволяет защитить отключенную линию со стороны сети.

На корпусе имеются петли для пломбирования подключенного предохранителя, что позволяет регистрировать факты несанкционированной расстыковки предохранителя и замены плавкой вставки на большую мощность.

Проходной предохранитель монтируется в разрыв СИП без несущего провода, состоящего из 2-х или из 4-х изолированных проводов, между ответвительным прокалывающим зажимом и анкерным зажимом. Необходимо правильно выбрать модификацию плавкой вставки, расчетный номинальный ток которой может быть от 4 А до 125 А.

Для защиты от касания к токоведущим частям провода, торцы проводов необходимо изолировать изолирующими колпачками.

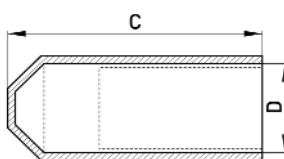
Эластомерные колпачки применяются для защиты изолированных жил кабеля или провода от случайного касания к токоведущей части и препятствуют попаданию влаги на токоведущую часть.



Наименование	d, мм	L, мм	Код заказа
e.end.ins.50.240	18	55	p047001
e.end.ins.6.50	12	35	p047001

## СИП

Термоусаживаемые колпачки применяются для защиты отдельных изолированных жил кабеля или провода. Обеспечивает защиту от случайного касания к токоведущей части провода и препятствует попаданию влаги на токоведущую часть. Применяется для защиты кабелей при транспортировке и длительном хранении. На внутренней поверхности нанесен слой термоплавкого клея. Усаживается в пропорции 2:1. Материал стоек к ультрафиолету.



Наименование	Диаметр d, мм	Длина C, мм	Код заказа
e.end.ins.pro.10	10	35	p030001
e.end.ins.pro.18	18	45	p030002
e.end.ins.pro.19	19	47	p030003
e.end.ins.pro.23	23	45	p030004
e.end.ins.pro.25	25	45	p030005
e.end.ins.pro.28	28	45	p030006
e.end.ins.pro.30	30	50	p030007
e.end.ins.pro.34	34	58	p030018
e.end.ins.pro.45	45	72	p030009
e.end.ins.pro.50	50	82	p030010
e.end.ins.pro.60	60	85	p030011
e.end.ins.pro.65	65	95	p030012
e.end.ins.pro.70	70	100	p030013
e.end.ins.pro.80	80	105	p030014
e.end.ins.pro.95	95	130	p030015
e.end.ins.pro.100	100	145	p030016
e.end.ins.pro.120	120	175	p030017

## СИП

### 7. Подключение уличных светильников

Уличные светильники, монтируемые на ВЛИ, могут крепиться на опоре сверху на дополнительной выступающей штанге и сбоку с помощью болтового соединения или монтажной ленты из нержавеющей стали.

Монтаж уличного светильника начинается с закрепления его на опоре.

Светильник, имеющий две прорези для ленты, крепится сбоку на опоре с помощью ленты монтажной и скрепы монтажной двумя узлами крепления, методом, аналогичным с закреплением кронштейнов для СИП.

Для зануления корпуса светильника выполняется отдельный заземляющий спуск из стальной оцинкованной проволоки диаметром не менее 6 мм, который для железобетонной опоры также можно закрепить с помощью ленты и скрепы. Для деревянных опор такой вид закрепления спуска на опоре не приемлем, поскольку в этом случае дерево внутри ленточного кольца постепенно выгорает.

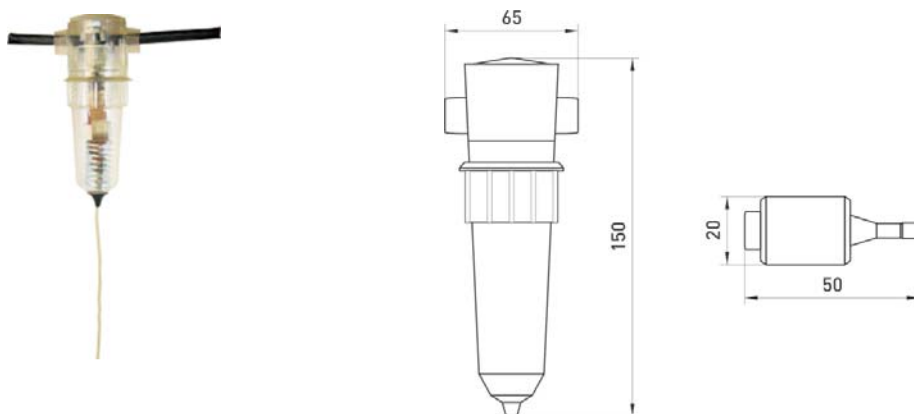
Для защиты ВЛИ от возможных коротких замыканий в светильнике, в корпус светильника монтируется проходной предохранитель, который подключается в разрыв фазного провода.

С помощью ответвительных прокалывающих зажимов присоединяются:

- нулевой провод светильника к несущему нулевому проводу магистрали ВЛИ;
- фазный провод светильника (от предохранителя) к проводу уличного освещения ВЛИ (если таковой есть) или к фазному проводу ВЛИ;
- провод от корпуса светильника к заземляющему спуску.

Проходной предохранитель, используемый для уличного светильника, состоит из пластикового корпуса из двух половинок и плавкой вставки, которая имеет модификации для различных номинальных токов: 2А, 4А, 6А, 10А, 16А, 25А.

Прокалывающий зажим с предохранителем предназначен для защиты уличных светильников от токов короткого замыкания и перегрузки. Подключается к фазным проводам в ВЛ освещения. Корпус выполнен из полипропилена. Сила вкручивания корпуса в основу: 5 Нм. Номинальное напряжение: 500В.



Наименование	Номинальный ток предохранителя, In	Сечение провода к светильнику, мм <sup>2</sup>	Сечение провода магистрали, мм <sup>2</sup>	Вес, гр
BZO-01	25А	4 мм <sup>2</sup>	Al 25-35 мм <sup>2</sup>	175
BZO-02	25А	4 мм <sup>2</sup>	AsXs 25-35 мм <sup>2</sup>	175

### Обустройство трансформаторных вводов

Для выполнения трансформаторных вводов окончание ВЛИ закрепляется на фасаде трансформаторной подстанции комплектом анкерного крепления и заводится через кабельный проход в стене внутрь здания. У проводов оставляются концы нужной длины, на которые одеваются изолированные наконечники и запрессовываются ручным прессом с матрицей.

Эта операция аналогична подключению ответвительной линии к потребителю.

Подключение ответвительной линии к потребителю выполняется с помощью герметичных изолированных наконечников, опрессовываемых ручным прессом. Предварительно провод ответвительной линии прокладывается до места подключения и после тщательного расчета остающихся концов лишний провод отрезается с помощью ручных секторных ножниц.

В зависимости от материала контактных клемм в шкафу потребителя (медные или алюминиевые) используются соответствующий наконечник.

Типоразмер наконечника выбирается в строгом соответствии с сечением монтируемого провода.

С концов монтируемого провода срезается изоляция длиной, достаточной для обеспечения герметичности заделки провода в наконечнике после опрессовки.

Оголенный конец каждого из проводников СИП вставляется в свой наконечник и с помощью ручного гидравлического пресса или ручного пресса с шестигранным опрессовыванием запрессовывается внутри наконечника.

Наконечники закрепляются на клеммах шкафа с помощью гаек с шайбами.

Наконечники закрепляются болтовым соединением на клеммах трансформатора. Для защиты трансформатора от перенапряжений со стороны ВЛИ к каждому фазному проводу ВЛИ перед стеной здания подключается ограничитель перенапряжения типа с помощью ответвительных зажимов по аналогии с процедурой, описанной в разделе о защите ВЛИ от перенапряжений. Заземляющие выводы ОПН подключаются к заземляющему спуску. Следует учитывать что во время монтажа ВЛИ в некоторых ее местах может возникнуть потребность в дополнительном соединении проводов:

- для проводов уличного светильника,
- для выполнения подключения абонента после оплаты (поз.1),
- для осуществления замены абонентской линии.

## 8. Техническое обслуживание изолированной воздушной линии

Техническое обслуживание предусматривает выполнение следующих работ:

а) Осмотр после стихийного явления, производится с целью выявления дефектов и повреждений, вызванных такими явлениями как: ураганы, оползни, пожары вблизи воздушной линии, разливы рек на участках воздушной линии, сверхрасчетные ветровые и гололедные нагрузки, падение деревьев. Обследуются крюки, кронштейны, поддерживающие и анкерные зажимы, соединительные зажимы, изоляция проводов в местах установки арматуры.

б) Проверка опор и их элементов:

- проверка состояния деревянных опор на предмет загнивания древесины, не реже 1 раза в 3 года;
- проверка состояния железобетонных опор или пасынок деревянных опор на предмет недопустимого изгиба стойки, растрескивания бетона, оголения арматуры, не реже 1 раза в 6 лет;
- проверка состояния заземления опор с целью выявления повышенных значений сопротивления и разрушения заземляющего контура. Не реже 1 раза в 6 лет;
- измерение сопротивления петли фаза-ноль. Производится при подключении новых потребителей;
- проверка габаритов проводов, расстояний пересечения и сближения;
- проверка на отсутствие повреждений анкерных зажимов, поддерживающих зажимов, соединительных;
- проверка состояния изоляции проводов;

в) работы выполняемые по мере необходимости:

- вырубка отдельных деревьев, угрожающих падению на воздушную линию;

## СИП

- выправка опор;
- уплотнение грунта в пазухах котлованов опор;
- замена поврежденной арматуры;
- наложение изолирующей скрепляющей ленты на поврежденные места проводов;

### г) плановый ремонт:

- для линий на деревянных опорах производится не реже 1 раза на 6 лет;
- для линий на железобетонных опорах производится не реже 1 раза на 12 лет;

Ремонт линии может производиться как под напряжением так и без.

При замене анкерного зажима на расстоянии не менее 0,5 метра от зажима устанавливают монтажный зажим, конструкция которого должна соответствовать типу проводов. Прочность зажима должна быть не менее 500 даН. С помощью соединительных скоб монтажный зажим соединяют с ручной лебедкой и создают тяжение позволяющее освободить анкерный зажим. Анкерный зажим демонтируют и заменяют на новый. В случае обнаружения повреждения изоляции провода на этот участок накладывают в два слоя изоляционную ленту.

В случае повреждения изоляции провода ответвления на участке более 20% его общей длины производят замену провода. При этом если линия находится под напряжением, то необходимо отключить нагрузку. Отсоединение проводов ответвления следует начинать с фазного провода, при этом ослабляются винты зажима, зажим сдвигается в сторону, чтобы были видны места проколов изоляции, из зажима удаляется ответвительный провод, на магистральном проводе оголенный участок изолируется клейкой лентой, заменяется прокалывающий зажим. После отключения провода ответвления, анкерный зажим его удерживающий снимается с крюка опоры, и провод аккуратно опускается на землю. На земле производится замена или ремонт линии, зажимов. Если присутствует поврежденная изоляция провода то на этот участок налаживают изоляционную ленту в два слоя.

При обнаружении механического повреждения или обгорания участка одного из фазных проводов длиной не более двух шагов скрутки жгута необходимо произвести ремонт этого провода без замены жгута целиком. При ремонте выделяется поврежденный участок из жгута с помощью пластмассовых клиньев, определяется длина поврежденного участка, подготавливается отрезок провода длиннее заменяемого на 10-15 см такого-же типа и сечения. Отмечаются места установки и устанавливаются прокалывающие зажимы. Из ремонтируемого участка вырезается специальным инструментом с изолирующими рукоятками поврежденный участок. На свободные торцы проводов одевают защитные колпачки. Удаляют пластмассовые клинья, и на расстоянии 15-20 см от этого участка скрепляют жгут стяжкой.

## Перечень приспособлений и инструмента для монтажа и обслуживания изолированной воздушной линии

Монтерский пояс, когти для подъема на деревянные опоры, лазы для подъема на железобетонные опоры, диэлектрические перчатки, защитные очки, указатель напряжения до 1000 В, переносное заземление, комбинированные плоскогубцы длиной 200 мм, напильник личной 250 мм, кусачки длиной 200 мм, ключ накидной 13-17 мм, зубило 150 мм, слесарный молоток 0.5 кг, монтерский нож, рулетка, лебедка грузоподъемностью до 1000 даН, ручная лебедка 550 даН, динамометр, пластмассовые клинья, инструмент для снятия изоляции с провода, инструмент для резки провода, тяговый чулок, вертлюг, инструмент для бандажной ленты, динамометрический ключ с набором головок 8, 10, 13, 17, шестигранный ключ 6 мм, хомуты, лента изоляционная, ответвительные зажимы для временных ответвлений или заземления.

## Техника безопасности при монтажных работах

Работы по монтажу и наладке следует производить в соответствии с рабочей документацией, придерживаясь соответствующих правил безопасности.

К работам допускается специально обученный персонал.

Электромонтажные работы следует выполнять, в две стадии: в первой стадии производятся работы по монтажу опорных конструкций, во второй стадии выполняются работы по монтажу проводов.

Просека по трассе ВЛ должна быть очищена от вырубленных деревьев и кустарников. Сжигание сучьев и других порубочных остатков следует производить в разрешенный для этого период времени.

Запрещается производство работ или нахождение рабочих под монтируемым оборудованием.

Металлические корпуса, части оборудования или лесов должны быть заземлены.

Весь персонал должен пользоваться защитными касками

Запрещается поправлять витки провода на барабане во время его раскатки

При подвеске, визировании и закреплении проводов в населенных пунктах, на участке необходимо разместить соответствующие плакаты и выставить наблюдающих.

Запрещаются монтажные работы при приближении и во время грозы.

Запрещается натяжение проводов при скорости ветра более 10-12 м/с.