

**РОССИЙСКОЕ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ «ЕЭС РОССИИ»**

ФИЛИАЛ ОАО «ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ЕЭС» - «ФИРМА ОРГРЭС»

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ЗАМЕНЕ И РЕМОНТУ АРМАТУРЫ И ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ НА ВЛ 0,4-20 кВ

Разработано Филиалом ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - "Фирма ОРГРЭС"

2004г.

Исполнитель А.Н. ЖУЛЕВ

Настоящий документ содержит рекомендации и основные требования к выполнению раскатки, подвески, регулировки проводов, установке натяжной, соединительной и ответвительной арматуры, ремонту проводов и арматуры на ВЛИ до 1 кВ и ВЛЗ 6-20 кВ, устройству ответвлений к вводам; рекомендации по использованию на ВЛИ и ВЛЗ проводов и арматуры, узлов крепления элементов ВЛ, изготавливаемых в России и за рубежом; номенклатуру средств механизации, приспособлений и инструмента.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников, мастеров и электромонтеров организаций, акционерных обществ и фирм, выполняющих строительство и эксплуатационно-техническое обслуживание ВЛ 0,4-20 кВ с самонесущими изолированными и защищенными проводами.

При разработке настоящих Рекомендаций использованы материалы, предоставленные фирмами Nexans, Pirelli Cables and Systems, Ensto, Niled, Sicame, Tyco, Трансэнерго ТД, ТехЭнком, ОАО "Иркутсккабель", ОАО "Севкабель", ЗАО "Москабельмет", ОАО "Белсельэлектросетьстрой", ОАО "Электросетьстройпроект" и др.

В Рекомендациях применяются следующие сокращения:

ВЛ - воздушная линия электропередачи;

ВЛЗ - воздушная линия электропередачи с защищенными проводами;

ВЛИ - воздушная линия электропередачи с изолированными проводами;

КЗ - короткое замыкание;

СИП - самонесущий изолированный провод.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗОЛИРОВАННЫХ И ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Задачу поддержания технического состояния сетей на современном уровне невозможно решить без применения на ВЛ новых, более совершенных конструкций и технологий. В мировой практике электросетевого строительства в последние десятилетия широкое распространение получили линии с изолированными проводами.

Основу ВЛИ 0,4 кВ составляют изолированные фазные провода, скрученные в жгут вокруг изолированного или неизолированного нулевого несущего провода (СИП), при этом все механические воздействия на провода воспринимаются несущим проводом. В ряде стран Европы применяются конструкции изолированных фазных и нулевого проводов, скрученных в жгут, при этом все провода являются несущими. В жгут могут быть включены изолированные провода наружного освещения и контрольные провода.

На основе уплотненных многопроволочных жил из алюминия и термоупрочненных алюминиевых сплавов с изолирующим покрытием светостабилизированным полиэтиленом, длительно сохраняющим высокие электроизоляционные свойства, и специальной линейной арматуры сооружаются ВЛИ, которые существенно отличаются от традиционных ВЛ этого класса напряжения с неизолированными проводами в части конструктивного исполнения, способов монтажа проводов, требований к их эксплуатации, размеров капитальных и эксплуатационных затрат.

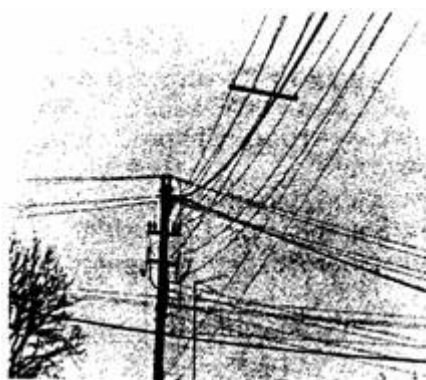


Рис. 1. ВЛ 0,4 кВ. Внешний вид

По сравнению с ВЛ с неизолированными проводами (рис. 1) ВЛИ имеют существенные преимущества:

- сооружение ВЛИ выполняется, как правило, без предварительной вырубki просек;
- при реконструкции или строительстве ВЛ взамен пришедших в негодность сохраняется возможность применения опор действующих проектов, а на новых ВЛИ - опор меньшей длины;
- существенно сокращаются эксплуатационные расходы за счет исключения систематической расчистки трасс, замены поврежденных изоляторов; сокращаются и объемы аварийно-восстановительных работ;
- исключаются КЗ между проводами или на землю;
- повышается надежность ВЛИ в зонах интенсивного гололедообразования и тяжелых ветровых районах;
- повышается безопасность проведения работ вблизи действующих ВЛИ;
- более чем в 3 раза уменьшаются потери энергии вследствие малого реактивного сопротивления жгута изолированных проводов (0,1 Ом/км по сравнению с 0,35 Ом/км для неизолированных проводов);

- упрощается проведение ремонта присоединений, ответвлений в здания и сооружения.

В соответствии с ПУ ВЛИ до 1 кВ [1]:

- самонесущие изолированные провода ВЛИ допускается прокладывать по стенам зданий или сооружениям;

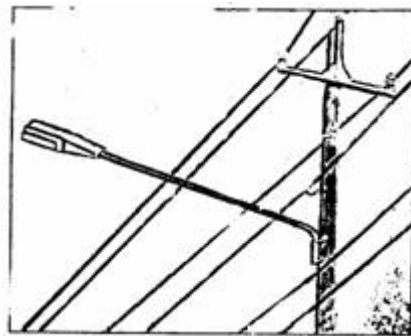


Рис. 2. Совместная подвеска изолированных и защищенных проводов ВЛ 10 и 0,38 кВ

- на общих опорах разрешается подвеска нескольких ВЛИ, совместная с проводами ВЛИ подвеска неизолированных и защищенных проводов ВЛ 6-20 кВ (рис. 2), неизолированных и изолированных проводов, а также кабелей (в том числе оптико-волоконных) линий связи и проводного вещания;

- уменьшаются габариты до земли и инженерных сооружений, минимально допустимые расстояния при пересечении, сближении или параллельном следовании с другими ВЛ и инженерными сооружениями.

Защищенным проводом называется провод, токопроводящая жила которого покрыта защитной изолирующей оболочкой из полимерного материала; ВЛ 6-20 кВ с защищенными проводами принято называть ВЛЗ (рис. 3).

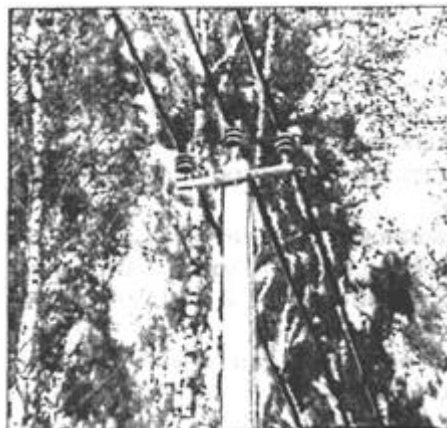


Рис. 3. Внешний вид ВЛЗ 10 кВ

По сравнению с традиционными ВЛ с неизолированными проводами ВЛЗ имеют ряд преимуществ:

- практически исключаются КЗ между фазными проводами при схлестывании, набросах, падении деревьев и веток на провода; существенно снижается вероятность замыканий на землю;

- в соответствии с ПУ ВЛЗ 6-20 кВ [2] уменьшаются расстояния до земли, между проводами на опорах и в пролетах, в том числе в местах пересечений и сближений с другими ВЛ, при их совместной подвеске на общих опорах;

- сокращается необходимая ширина трассы линии (рис. 4);

- повышается надежность линий в зонах интенсивного гололедообразования и больших ветровых нагрузок;

- сокращаются эксплуатационные расходы, упрощаются способы проведения ремонта.

При использовании на ВЛ защищенных проводов могут быть использованы опоры и изоляторы действующих проектов.

Жила защищенного провода изготавливается, как правило, из термоупрочненного алюминиевого сплава типов АВЕ, "Алдрей", "Альмелек" и имеет круглую форму сечения (уплотненная). Допускается применение жилы, скрученной из алюминиевых проволок и стального одно- или многопроволочного сердечника.

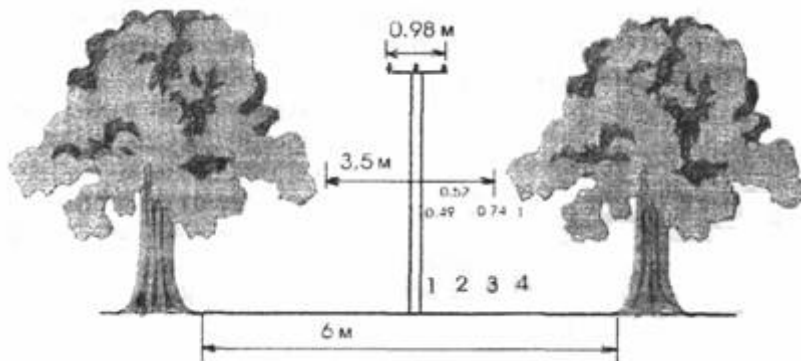


Рис. 4. Трасса ВЛЗ 6-20 кВ:

1 - расстояние от опоры до крайнего провода; 2 - расстояние безопасного приближения; 3 - расстояние, учитывающее горизонтальные отклонения проводов и годовой прирост кроны деревьев; 4 - допустимый размер веток деревьев

Защитная оболочка, выполненная из "сшитого" полиэтилена, устойчива к атмосферным воздействиям, ультрафиолетовому излучению и воздействию озона в течение всего срока службы ВЛЗ.

1.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИП

Самонесущие изолированные провода "Торсада" (рис. 5) изготавливаются фирмой Nexans (Alcatel Cables, Франция) по стандарту NFC 33-209 в двух исполнениях: с нулевым несущим проводом (для магистральных участков) и без несущего провода (для участков ответвлений к вводам). Самонесущий изолированный провод "Торсада" для магистральных участков состоит из изолированного нулевого несущего провода, вокруг которого скручены в жгут три изолированных фазных провода и при необходимости изолированные провода освещения и контрольные провода; СИП "Торсада" для ответвлений состоит из двух или четырех изолированных проводов, при этом все провода являются несущими. Жилы фазных проводов выполняются из алюминиевых проволок, жила нулевого несущего провода - из алюминиевого сплава типа "Альмелек" (AGS/L).

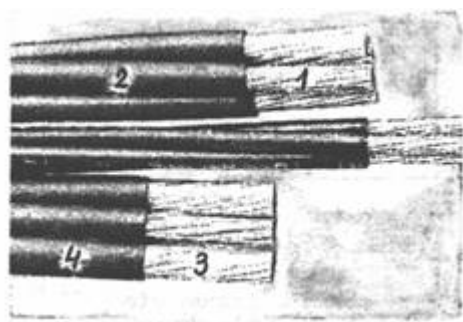


Рис. 5. Внешний вид СИП "Торсада":

1 - токопроводящая жила нулевого несущего провода; 2 - защитное изолирующее покрытие нулевого несущего провода; 3 - токопроводящая жила фазного провода; 4 - защитное изолирующее покрытие фазного провода

Для фазных проводов сечением 25 - 70 мм² предусмотрено использование несущего провода сечением 54,6 мм², для фазных проводов сечением 70 - 150 мм² используется несущий провод сечением 70 и 95 мм².

Все провода, включая несущий нулевой провод, имеют изолирующую оболочку, выполненную из атмосферостойкого полиэтилена с поперечными молекулярными связями ("сшитого" полиэтилена). Оболочка характеризуется стойкостью к ультрафиолетовому излучению, воздействию озона, высокой сопротивляемостью погодным условиям, сохранением механической прочности и электроизоляционных параметров при температурах окружающего воздуха от -45 до +50°С, влагозащищенностью. Разрушающее механическое напряжение алюминиевой токопроводящей жилы составляет 12 даН/мм², а нулевого несущего провода - около 30 даН/мм².

Основные параметры СИП "Торсада" приводятся в табл. 1 и 2.

Самонесущие изолированные провода "АМКА" (рис. 6) изготавливаются по стандарту SFS 2200 фирмой Pirelli Cables and Systems (Финляндия).

Таблица 1

Основные конструктивные параметры СИП "Торсада"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Эффективный диаметр жгута для расчета ветровых нагрузок, мм	Масса жгута, кг/км	Разрушающая нагрузка нулевого несущего провода, даН
3?25 + 54,6	24	531	1660
3?35 + 54,6	24,6	622	1660
3?50 + 54,6	27	770	1660
3?70 + 54,6	30	985	1660
3?70 + 70	34	986	2050
3?95 + 54,6	36,4	1186	1660
3?95 + 95	38,6	1325	2850
3?150 + 70	40	1749	2060
3?150 + 95	43,7	1810	2850

Таблица 2

Электрические характеристики СИП "Торсада"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Толщина изоляции, мм		Электрические характеристики		
	Фазный провод	Нулевой провод	Сопротивление постоянному току при температуре воздуха +20°C, Ом/км	Ток установившегося режима при температуре воздуха +30°C, А	Ток термической стойкости (односекундный) при температуре жилы +70°C, кА
3?25 + 54,6	1,4	1,6	1,20	97	1,60
3?35 + 54,6	1,7	1,6	0,868	118	2,25
3?50 + 54,6	1,6	1,6	0,641	141	3,25
3?70 + 54,6	1,8	1,7	0,443	180	4,50
3?70 + 70	1,8	1,7	0,44	213	7,0
3?95 + 54,6	1,8	1,6	0,32	247	8,6
3?95 + 95	1,8	1,6	0,343	258	8,6
3?150 + 95	1,7	1,6	0,343	344	13,6

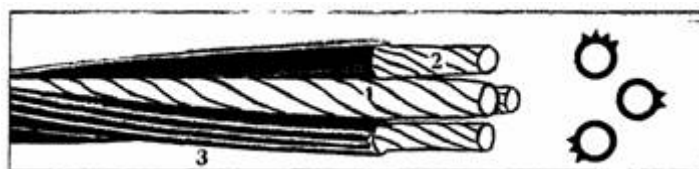


Рис. 6. Конструктивное исполнение СИП "АМКА":

1 - жила нулевого несущего провода; 2 - жила фазного провода; 3 - защитное изолирующее покрытие фазного провода

Самонесущие изолированные провода "АМКА" независимо от назначения, количества и сечения фазных проводов всегда изготавливаются с нулевым несущим проводом, состоят из неизолированного нулевого провода, вокруг которого скручены три изолированных фазных провода и при необходимости изолированные провода наружного освещения и контрольные провода. Изолирующая оболочка выполнена из атмосферостойкого светостабилизированного термопластичного полиэтилена с характеристиками, приведенными в табл. 3 и 4. Жилы фазных проводов выполняются из алюминиевых проволок, жила нулевого несущего провода - из алюминиевого сплава. Разрушающее механическое напряжение алюминиевой токопроводящей жилы 12 даН/мм², нулевого несущего провода - 30 даН/мм².

Таблица 3

Основные конструктивные параметры СИП "АМКА"

Количество и номинальное сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Эффективный диаметр жгута для расчета ветровых нагрузок, мм	Масса жгута, кг/км	Разрушающая нагрузка нулевого несущего провода, даН
3?25 + 35	23	390	1030
4?25 + 35	25	490	1030
3?35 + 50	27	530	1420
3?50 + 70	31	700	2060

3?70 + 95	36	1000	2790
3?120 + 95	42	1500	2790

Таблица 4

Электрические характеристики СИП "АМКА"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Толщина изоляции, мм		Электрические характеристики		
	Фазный провод	Нулевой провод	Сопротивление постоянному току при температуре воздуха +20°C, Ом/км	Ток установившегося режима, при температуре воздуха +30°C, А	Ток термической стойкости (односекундный), при температуре жилы +70°C, кА
3?25 + 35	1,4	-	1,20	95	1,60
4?25 + 35	1,4	-	1,20	95	1,60
3?35 + 50	1,6	-	0,868	115	2,30
3?50 + 70	1,6	-	0,641	140	3,20
3?70 + 95	1,8	-	0,443	180	4,50
3?120 + 95	2,0	-	0,253	250	5,90

Открытое акционерное общество "Иркутсккабель" (г. Шелехов Иркутской обл.) производит СИП (рис. 7) марок СИП-1 (СИП-1А) и СИП-2 (СИП-2А) по ТУ 16.К-71-268-98 [7].

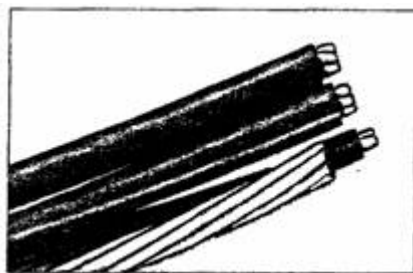


Рис. 7. Конструкция СИП производства ОАО "Иркутсккабель"

Провода марки СИП-1 (1А) изготавливаются с применением светостабилизированного термопластичного полиэтилена, СИП-2 (2А) - светостабилизированного "сшитого" полиэтилена.

В конструкции проводов марок СИП-1 и СИП-2 предусматривается использование неизолированного нулевого несущего провода, эти провода выпускаются с изолированным несущим нулевым проводом.

Для несущего провода применяется термоупрочненный алюминиевый сплав с прочностью на разрыв 30 даН/мм².

Основные характеристики проводов представлены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Основные конструктивные параметры СИП марок СИП-1 (СИП-1А) и СИП-2 (СИП-2А) производства ОАО "Иркутсккабель"

Марка СИП	Количество и сечение фазных проводов,	Эффективный диаметр жгута для расчета	Масса жгута, кг/км	Разрушающая нагрузка нулевого несущего
-----------	---------------------------------------	---------------------------------------	--------------------	--

	сечение нулевого провода, мм ²	ветровых нагрузок, мм		провода, даН
СИП-1, СИП-1А	3?25 + 1?35	26	390	1030
	3?35 + 1?50	30	530	1420
	3?50 + 1?70	35	700	2060
	3?70 + 1?95	41	990	2790
	3?120 + 1?95	47	1510	2790
СИП-2, СИП-2А	3?25 + 1?35	25	380	1030
	3?35 + 1?50	29	520	1420
	3?50 + 1?70	34	690	2060
	3?70 + 1?95	39	960	2790
	3?120 + 1?95	46	1460	2790

Таблица 6

**Электрические характеристики СИП марок СИП-1 (СИП-1А) и СИП-2 (СИП-2А) производства
ОАО "Иркутсккабель"**

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Толщина изоляции, мм		Электрические характеристики				
			Сопротивление постоянному току при температуре воздуха +20°C, Ом/ км	Ток установившегося режима при температуре воздуха +25°C, А		Ток термической стойкости (односекундный) при температуре воздуха +25°C, кА	
	СИП-1, СИП-1А	СИП-2, СИП-2А			СИП-1, СИП-1А	СИП-2, СИП-2А	СИП-1, СИП-1 А
3?25 + 1?35	1,4	1,3	1,20	95	130	1,6	2,3
3?35 + 1?50	1,6	1,3	0,868	115	160	2,3	3,3
3?50 + 1?70	1,6	1,5	0,641	140	195	3,2	4,6
3?70 + 1?95	1,8	1,5	0,443	180	240	4,5	6,5
3?120 + 1?95	2,0	1,7	0,253	250	340	5,9	7,2

Открытое акционерное общество "Севкабель" (г. Санкт-Петербург) производит самонесущие изолированные провода типа "АВРОРА" по ТУ 16.К-71-268-98 [7] (рис. 8).

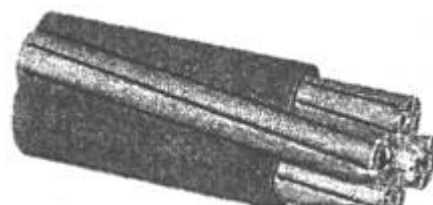


Рис. 8. Конструкция СИП производства ОАО "Севкабель"

До настоящего времени для несущего нулевого провода используется в том числе и сталеалюминиевая конструкция жилы.

Фазные провода самонесущих изолированных проводов марки СИП-1 (1А) изготавливаются с применением светостабилизированного термопластичного полиэтилена, для СИП-2 (2А)

применяется светостабилизированный "сшитый" полиэтилен.

Основные характеристики проводов представлены в табл. 7 и 8.

Таблица 7

Основные конструктивные параметры СИП марок СИП-1 (СИП-1А) и СИП-2 (СИП-2А) производства ОАО "Севкабель"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Эффективный диаметр жгута для расчета ветровых нагрузок, мм	Масса жгута, кг/км		Разрушающая нагрузка нулевого несущего провода, даН	
		СИП-1, СИП-1А	СИП-2, СИП-2А	Жила из алюминиевого сплава	Жила сталеалюминиевая
3?25 + 35	26	390	380	1030	1352
3?35 + 50	30	590	570	1420	1664
3?50 + 70	35	700	690	2060	2346
3?70 + 95	41	990	960	2790	3243
3?120 + 95	47	1510	1460	2790	3243

Таблица 8

Электрические характеристики СИП марок СИП-1 (СИП-1А) и СИП-2 (СИП-2А) производства ОАО Севкабель"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Толщина изоляции фазных проводов, мм		Электрические характеристики				
	СИП-1, СИП-1А	СИП-2, СИП-2А	Электрическое сопротивление постоянному току при температуре воздуха +25°С, Ом/км	Ток установившегося режима при температуре воздуха +25°С, А		Ток термической стойкости (односекундный) при температуре воздуха +25°С, кА	
				СИП-1, СИП-1А	СИП-2, СИП-2А	СИП-1, СИП-1А	СИП-2, СИП-2А
3?25 + 35	1,40	1,30	1,20	95	130	1,6	2,3
3?35 + 50	1,60	1,30	0,868	115	160	2,3	3,2
3?50 + 70	1,60	1,50	0,641	140	195	3,2	4,6
3?70 + 95	1,80	1,50	0,443	180	240	4,5	6,5
3?120 + 95	2,00	1,70	0,253	250	340	5,9	7,2

На ЗАО "Москабельмет" освоено производство СИП (рис. 9) по ТУ 16.К-71-268-98 [7] марок СИП-1 (СИП-1А) и СИП-2 (СИП-2А). Для изготовления нулевой несущей жилы используется проволока из термоупрочненного алюминиевого сплава. Изоляция жил может быть выполнена как из термопластичного, так и из "сшитого" полиэтилена.

Основные характеристики проводов представлены в табл. 9 и 10.

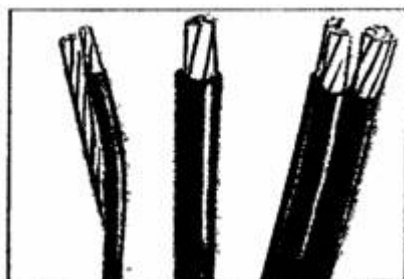


Рис. 9. Конструкция СИП производства ЗАО "Москабельмет"

Таблица 9

Основные конструктивные параметры СИП марок СИП-1 (1А) и СИП-2 (2А) производства ЗАО "Москабельмет"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Эффективный диаметр жгута для расчета ветровых нагрузок, мм	Масса жгута, кг/км		Разрушающая нагрузка нулевого несущего провода, даН
		СИП-1А	СИП-2А	
1?16 + 1?25	11	140	135	740
3?16 + 1?25	20	270	260	740
4?16 + 1?15	25	330	320	740
4?25 + 1?35	27	490	480	1030
3?25 + 1?35	26	390	380	1030
3?35 + 1?50	30	530	520	1420
3?50 + 1?70	35	700	690	2060
3?70 + 1?95	41	990	960	2790
3?120 + 1?95	47	1510	1460	2790

Таблица 10

Электрические характеристики СИП марок СИП-1А и СИП-2А производства ЗАО "Москабельмет"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Толщина изоляции фазных проводов, мм		Электрические характеристики				
			Электрическое сопротивление постоянному току при температуре воздуха +25°С, Ом/км	Ток установившегося режима при температуре воздуха +25°С, А		Ток термической стойкости (односекундный) при температуре воздуха +25°С, кА	
	СИП-1А	СИП-2А		СИП-1А	СИП-2А	СИП-1А	СИП-2А
1?16 + 1?25	1,30	1,20	1,910	75	105	1,0	1,5
3?16 + 1?25	1,30	1,20	1,910	70	100	1,0	1,5
4?16 + 1?16	1,30	1,20	1,910	70	100	1,0	1,0
4?25 + 1?35	1,40	1,30	1,20	95	130	1,6	2,3
3?25 + 35	1,40	1,30	1,20	95	130	1,6	2,3
3?35 + 50	1 60	1 30	0 868	115	160	2 3	3 2

3?50 + 70	1,60	1,50	0,641	140	195	3,2	4,6
3?70 + 95	1,80	1,50	0,443	180	240	4,5	6,5
3?120 + 95	2,00	1,70	0,253	250	340	5,9	7,2

В последнее время активно внедряется на российский рынок продукция ОАО "Белсельэлектросетьстрой" (республика Беларусь). Завод выпускает СИП до 1 кВ со сталеалюминиевым неизолированным нулевым несущим проводом.

Основные характеристики проводов приводятся в табл. 11 и 12.

Таблица 11

Основные конструктивные параметры СИП марки САСПш производства ОАО "Белсельэлектросетьстрой"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Эффективный диаметр жгута для расчета ветровых нагрузок, мм	Масса жгута, кг/км	Разрушающая нагрузка нулевого несущего провода, даН
САСПш 3?25 + 25	6,0	399	930
САСПш 3?35 + 35	7,0	553	1352
САСПш 3?50 + 50	8,4	751	1664
САСПш 3?70 + 70	9,8	1030	2346
САСПш 3?95 + 95	11,6	1247	3243
САСПш 3?120 + 95	13,0	1503	3243

Таблица 12

Электрические характеристики СИП марки САСПш производства ОАО "Белсельэлектросетьстрой"

Количество и сечение фазных проводов, сечение нулевого провода, мм ²	Толщина изоляции фазных проводов, мм		Электрические характеристики		
	минимальная	максимальная	Электрическое сопротивление постоянному току при температуре воздуха +25°С, Ом/км	Ток установившегося режима при температуре воздуха +25°С, А	Ток термической стойкости (односекундный) при температуре воздуха +25°С, кА
САСПш 3? 25 + 25	1,16	1,40	1,20	150	2,3
САСПш 3? 35 + 35	1,34	1,60	0,868	180	3,2
САСПш 3? 50 + 50	1,34	1,60	0,641	235	4,6
САСПш 3? 70 + 70	1,52	1,80	0,443	290	6,4
САСПш 3? 95 + 95	1,52	1,80	0,320	350	7,6

САСПсш 3? 120 + 95	1,70	2,00	0,253	410	7,6
-----------------------	------	------	-------	-----	-----

1.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ

Провода с защитной оболочкой типа SAX изготавливаются по стандарту SFS 5791 фирмой Pirelli Cables and Systems (Финляндия). Жила провода выполнена многопроволочной из термоупрочненного алюминиевого сплава с прочностью на разрыв 300 даН/мм^2 , защитная оболочка - из светостабилизированного "сшитого" полиэтилена толщиной 2,3 мм.

Основные характеристики защищенного провода SAX приведены в табл. 13 и 14, внешний вид - на рис. 10.



Рис. 10. Конструктивное выполнение защищенного провода SAX

Таблица 13

Основные конструктивные параметры защищенного провода SAX

Марка провода и сечение жилы, мм^2	Номинальный диаметр жилы, мм	Номинальный диаметр провода с оболочкой, мм	Масса провода, кг/км	Разрушающая нагрузка провода, даН
SAX 35	6,9	11,5	160	1030
SAX 50	8,0	12,7	200	1420
SAX 70	9,7	14,3	270	2060
SAX 95	11,3	16,0	350	2790
SAX 120	12,8	17,5	425	3530
SAX 150	14,2	18,9	510	4340
SAX 185	15,7	20,5	620	5430
SAX 240	18,1	22,8	785	7060

Таблица 14

Электрические характеристики защищенного провода SAX

Марка провода и сечение жилы, мм^2	Минимальное сопротивление постоянному току при температуре воздуха $+20^\circ\text{C}$, Ом/км	Длительно допустимый ток при температуре воздуха $+20^\circ\text{C}$, А	Максимально допустимый ток термической стойкости (при односекундном КЗ) при температуре воздуха $+40^\circ\text{C}$, кА
SAX 35	0,986	200	3,2
SAX 50	0,720	245	4,3
SAX 70	0,493	310	6,4

SAX 95	0,363	370	8,6
SAX 120	0,288	430	11,0
SAX 150	0,236	485	13,5
SAX 185	0,188	560	17,0
SAX 240	0,145	625	22,3

Длительно допустимая температура нагрева проводов SAX +80°C, максимально допустимая температура нагрева при КЗ +200°C.

Открытыми акционерными обществами "Севкабель" и "Иркутскабель" и ЗАО "Москабельмет" выпускаются защищенные провода марки СИП-3 по ТУ 16.К71-272-98 [8]. При этом жила провода может изготавливаться как из термоупрочненного алюминиевого сплава, так и сталеалюминиевой конструкции (например, ОАО "Севкабель"). Основные конструктивные параметры проводов СИП-3 аналогичны параметрам проводов SAX. Допустимый нагрев проводов СИП-3 в нормальном режиме эксплуатации не должен превышать +90°C, максимальный нагрев при КЗ - не более +250°C.

Сведения о фирмах - изготовителях изолированных и защищенных проводов представлены в табл. 15.

Таблица 15

Фирмы - изготовители изолированных и защищенных проводов для ВЛИ и ВЛЗ

Марка провода	Основной изготовитель	Стадия разработки	Наличие сертификата соответствия, система сертификации, срок действия	Страна - производитель продукции
САМОНЕСУЩИЕ ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА ДО 1 кВ				
Торсада	Nexans	Серийное производство	ГОСТ Р, до 06.2004 г.	Франция
АМКА	Pirelli Cables and Systems	Серийное производство	ГОСТ Р, до 06.2002 г.	Финляндия
Аврора	ОАО «Севкабель»	Серийное производство	СовАсК, до 09.2002 г.	Россия
СИП-1 (2)	ОАО «Иркутскабель»	Серийное производство	СовАсК, до 07.2004 г.	Россия
СИП-1 (2)	ЗАО «Москабельмет»	Серийное производство	ГОСТ Р, до 02.2002 г.	Россия
СИП-1 (2)	ОАО «Камкабель»	Серийное производство	СовАсК, до 01.2005 г.	Россия
САСПш (САПш)	ОАО «Белсельэлектросетьстрой»	Серийное производство	ГОСТ Р, до 06.2002 г.	Республика Беларусь
ЗАЩИЩЕННЫЕ ПРОВОДА ДО 20 кВ				
SAX	Pirelli Cables and Systems	Серийное производство	ГОСТ Р, до 06.2002 г.	Финляндия
СИП-3	ОАО «Севкабель»	Серийное производство	СовАсК, до 09.2002 г.	Россия
СИП-3	ОАО «Иркутскабель»	Серийное	СовАсК, до 07.2004	Россия

		производство	г.	
СИП-3	ЗАО «Москабельмет»	Серийное производство	ГОСТ Р, до 02.2002 г.	Россия
СИП-3	ОАО «Камкабель»	Серийное производство	СовАсК, до 01.2005 г.	Россия
АСИ	ОАО «Белсельэлектросетьстрой»	Серийное производство	ГОСТ Р, до 06.2002 г.	Республика Беларусь

2. УКАЗАНИЯ ПО ПОДВЕСКЕ СИП НА ОПОРАХ ВЛ 0,4 кВ

Основные требования к устройству ВЛИ разработаны в [\[1\]](#). До начала подвески СИП выполняются следующие работы: подготавливается трасса ВЛ; собираются и устанавливаются в проектное положение опоры; выполняется устройство защит на переходах через инженерные сооружения; на вводах в здания устанавливается необходимая арматура для крепления проводов вводов; доставляются на трассу барабаны с СИП и механизмы для раскатки.

Подвеска СИП осуществляется с применением специальных средств механизации, приспособлений, линейной арматуры и монтерского инструмента при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°С.

Работы по монтажу СИП на ВЛИ 0,4 кВ выполняет бригада из 3-5 чел., в том числе:

- электролинейщик 5-го разряда (бригадир);
- электролинейщик 4-го разряда;
- два электролинейщика 3-го разряда;
- шофер 5-го разряда.

Каждый электролинейщик должен быть оснащен строительной каской, предохранительным поясом, монтерскими лазами, рукавицами.

Для развозки по трассе ВЛИ линейной арматуры и бригадного инструмента используется бригадная машина.

Комплекты средств механизации, приспособлений и инструмента приведены в соответствующих разделах [\[9\]](#) и [\[10\]](#).

Количество подъемов на опоры ВЛИ должно быть минимальным.

Если во время проведения монтажа СИП обнаруживается, что опора подвергается дополнительным механическим воздействиям, необходимо принять меры к ее укреплению путем установки временных оттяжек.

Монтажные инструменты должны соответствовать усилиям, прилагаемым при раскатке СИП.

2.1. РАСПОЛОЖЕНИЕ БАРАБАНА

Предпочтительно, чтобы барабан был расположен вблизи опоры, на которой производится окончательная регулировка стрел провеса и измерение габаритов (рис. 11).

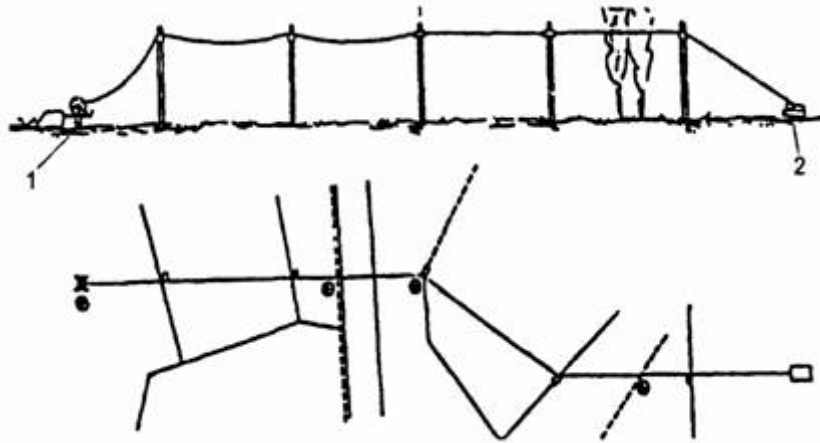


Рис. 11. Схема участка ВЛ с точками контроля за раскаткой:

1 - барабан с СИП; 2 - раскаточное устройство

Барабан устанавливается на расстоянии от опоры, равном (не менее) высоте опоры от поверхности земли.

Ось раскаточного ролика должна быть сдвинута в сторону от опоры во избежание истирания изоляции СИП при его трении о поверхность опоры.

При наличии большого уклона трассы ВЛИ барабан следует устанавливать на самой высокой точке - на прицепе подставки с механическим тормозом.

Во время раскатки СИП не должен касаться земли.

Вращение барабана должно контролироваться электролинейщиком и тормозиться при необходимости.

Особое внимание необходимо при прохождении над препятствиями (например, на пересечении с дорогами, другими ВЛ).

Раскатку следует производить без рывков под тяжением.

Электролинейщик, следящий за барабаном, при приближении последнего слоя СИП на шейке барабана должен удостовериться в том, что конец СИП надежно закреплен на барабане. При минимальном количестве оставшихся на шейке барабана витков СИП (не менее трех) барабан останавливается.

2.2. РАСКАТКА СИП В АНКЕРНОМ ПРОЛЕТЕ

Технология раскатки СИП предусматривает следующие виды работ:

- снятие обшивки с барабана;
- установку барабана с СИП на раскаточное устройство;
- установку механизма для раскатки СИП на анкерной опоре;
- раскатку троса-лидера с одновременной подвеской на опорах монтажных роликов;

- раскатку СИП в анкерном пролете.

Подготовка и условия выполнения раскатки. До начала работ по раскатке СИП на расстоянии 10-15 м от анкерной опоры (см. рис. 11) подготавливается площадка, устанавливается и надежно закрепляется на ней раскаточное устройство (колесно-кабельный транспортер или кабельные домкраты). К раскаточному устройству подкатывается барабан с СИП, подготавливается комплект раскаточных роликов, перематывается из бухты на металлическую катушку трос-лидер. Состав комплекта раскаточных роликов и их количество зависят от числа промежуточных, анкерных, угловых анкерных и других сложных и специальных опор в анкерном пролете.

Ролики (рис. 12) крепятся на опорах таким образом, чтобы ось СИП была на уровне лодочки поддерживающего зажима. Это делается для снижения усилий на зажимы при перекладке и во избежание неправильной регулировки зажимов на угловых промежуточных опорах.

Не допускается крепление раскаточных роликов к изолированным подвескам, поскольку эти подвески не рассчитаны на механические усилия, применяемые при раскатке.

Запрещается поднимать жгут СИП, управляя корзиной гидроподъемника.

Трос-лидер. Канат из полиэстера диаметром 10 мм и длиной 30 м предназначен для раскатки СИП вручную; канат из оплетенного полиамида диаметром 12 мм и длиной 300 м - для раскатки механизмами.

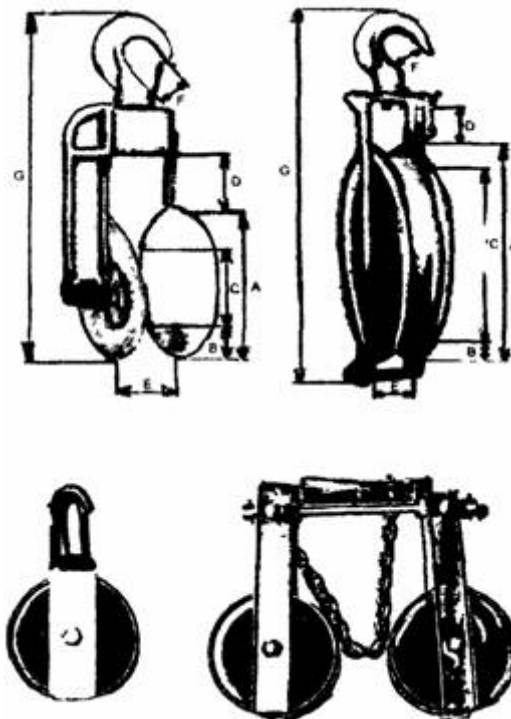


Рис. 12. Конструкции раскаточных роликов

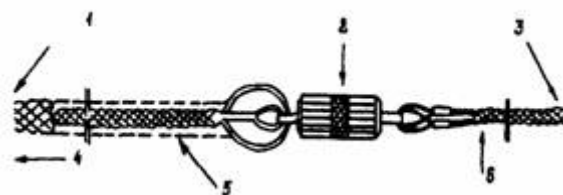


Рис. 13. Приспособление для раскатки СИП:

1 - защитный чулок СИП; 2 - вертлюг; 3 - трос; 4 - пучок проводов; 5 - защитная оплетка; 6 - защитный чулок троса

Связь между тросом-лидером и СИП (рис. 13) осуществляется с помощью металлического чулка, прикрепляемого к тросу-лидеру, металлического чулка на нулевом несущем проводе СИП, вертлюга и синтетического (капронового) чулка, охватывающего жгут целиком. Чулок облегчает прохождение СИП через раскаточный ролик и делает возможным выполнение раскатки вблизи неизолированных проводов, находящихся под напряжением.

Раскатка вручную. Раскатка СИП сечением фазных проводов до 50 мм^2 может осуществляться вручную на ограниченных участках ВЛИ (до 100 м) с пролетами до 50 м без значительных препятствий. Раскатку СИП вручную осуществляют три электролинейщика, при этом один находится рядом с барабаном, а двое других непосредственно осуществляют раскатку.

Торможение барабана. На относительно ровной поверхности земли, по которой проходит трасса ВЛИ, электролинейщик может притормаживать барабан вручную без специальных приспособлений, в противном случае необходима подставка для барабана с механическим тормозным устройством.

Трос, предварительно пропущенный через раскаточный ролик, вытягивается электролинейщиком, находящимся на земле.

Установка анкерного зажима. Анкерный зажим устанавливается на нулевой несущий провод, оставляя на земле свободными концы СИП необходимой длины для их электрического соединения (рис. 14).

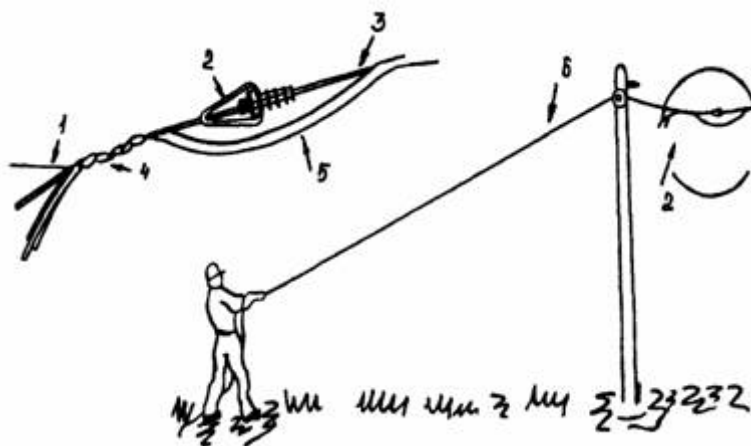


Рис. 14. Установка анкерного зажима:

1 - трос-лидер; 2 - анкерный зажим; 3 - несущий провод; 4 - чулок; 5 - фазные провода; 6 - канат-лидер диаметром 10 мм, прикрепляемый к чулку

Трос-лидер прикрепляется рядом с анкерным зажимом так, чтобы облегчить монтаж СИП.

Электролинейщик, находящийся на земле, с помощью троса-лидера поднимает жгут на вершину опоры.

Электролинейщик, находящийся на опоре, подвешивает анкерный зажим, снимает раскаточный ролик и чулок.

Механическая раскатка. Бригада разделяется на два звена, которые ведут работы параллельно. Одно звено в составе двух электролинейщиков готовит к раскатке барабан с СИП, другое звено в составе трех электролинейщиков закрепляет на опоре механизм для раскатки СИП и производит раскатку

троса-лидера с одновременной подвеской монтажных роликов и комплектов крепления поддерживающих зажимов на опорах монтируемого участка ВЛИ.

Два электролинейщика удаляют наружную обшивку барабана, защищающую СИП при транспортировке. Поверхности щек барабана должны быть полностью освобождены от гвоздей и других острых предметов, способных повредить изоляцию проводов в процессе раскатки; в случае необходимости ремонтируется поврежденная обшивка щек барабана. Бригадир осматривает наружные витки провода; отмечаются обнаруженные повреждения изоляции для последующего ремонта. Электролинейщики разворачивают барабан с СИП относительно оси раскатки таким образом, чтобы после его установки на раскаточное устройство и в процессе раскатки провод сходил с верхней части барабана.

После установки на раскаточное устройство с барабана сматывается вручную в сторону раскатки 10-15 м жгута проводов, проверяется плавность вращения барабана и надежность его закрепления на раскаточном устройстве.

Звено электролинейщиков устанавливает на анкерной опоре специальную раму. На раме устанавливаются и закрепляются бензиновый двигатель и катушка с тросом-лидером.

При отсутствии специальной лебедки с двигателем может использоваться ручная лебедка, закрепление которой на опоре производится аналогично.

Раскатку троса-лидера в анкерном пролете с подвеской монтажных роликов и поддерживающих зажимов выполняют два электролинейщика, которых сопровождает бригадная машина, перевозящая комплект роликов, бригадный инструмент и линейную арматуру.

Канат закрепляется на шейке барабана лебедки, выполняется не более трех витков для ограничения натягивающего усилия до 200 даН.

Во время раскатки СИП на опорах ВЛИ не должно быть электролинейщиков.

Электролинейщик у барабана регулирует тормозное усилие, обеспечивающее соответствующую стрелу провеса.

Ответственный за проведение работ (бригадир) проверяет прохождение троса-лидера, чулка СИП через ролики и координирует действия рабочих у лебедки и барабана.

При завершении раскатки, когда СИП прошел последний ролик, необходимо оставить свободный конец жгута длиной, достаточной для электрического соединения отдельных проводов.

Раскатка останавливается:

- блокировкой барабана тормозом;
- блокировкой троса лебедки.

Установка первого анкерного зажима. Для установки первого анкерного зажима на опоре необходимо восстановить рабочее тяжение и установить анкерный зажим, как показано на рис. 15.

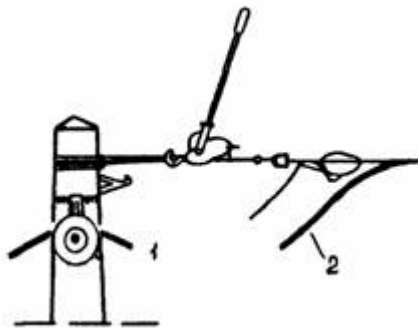


Рис. 15. Схема установки первого анкерного зажима:

1 - нулевой несущий провод; 2 - фазные провода

Подъем троса, подвеска роликов и поддерживающих зажимов производится по мере продвижения вдоль анкерного пролета от механизма раскатки к барабану с СИП. У очередной опоры трос-лидер укладывается в монтажный ролик, один из электролинейщиков поднимается на опору и закрепляет ролик с тросом на крюке промежуточной опоры; другой в это время удерживает трос-лидер.

На крюках промежуточных опор закрепляются монтажные одинарные ролики с двумя раздвижными щеками (см. [рис. 12](#)).

На анкерных опорах устанавливается сдвоенный монтажный ролик, который закрепляется на стойке опоры выше крюка посредством цепной стяжки и резьбового соединителя с гайкой-барашком.

По окончании раскатки троса-лидера электролинейщики надевают раскаточный чулок на свободный конец СИП. Для этого один электролинейщик сжимает чулок, в результате чего диаметр чулка увеличивается (см. [рис. 13](#)), а другой вставляет свободный конец СИП в чулок. После освобождения от сжимающего усилия раскаточный чулок плотно охватывает конец пучка СИП. Для более надежного соединения чулка с проводом накладывается бандаж из изоляционной ленты. К грузовому кольцу чулка крепится трос-лидер, проверяется надежность выполненного соединения.

После проверки готовности к раскатке СИП бригадир дает команду на запуск двигателя раскаточного механизма или на начало работы механической лебедки. Обязанности между членами бригады распределяются следующим образом: один электролинейщик регулирует работу бензомоторного двигателя или механической лебедки и следит за равномерностью намотки троса-лидера на катушку раскаточного механизма, другой - следит за плавностью вращения барабана с СИП, остальные электролинейщики наблюдают за прохождением узла соединения троса-лидера с СИП через монтажные ролики.

Команды об остановке процесса раскатки в случае необходимости передаются электролинейщику, находящемуся у раскаточного механизма. Процесс раскатки продолжается до тех пор, пока весь трос-лидер не навьется на металлическую катушку раскаточного механизма, а узел соединения троса с монтажным чулком не приблизится вплотную к катушке. Бензомоторный двигатель или барабан лебедки останавливается, СИП прикрепляется к анкерной опоре капроновым канатом или временным анкером, после чего освобождается от монтажного чулка трос-лидер, с СИП снимается монтажный чулок.

В процессе раскатки следует принимать меры, предотвращающие трение СИП о поверхность земли, металлические и железобетонные элементы опор. Скорость раскатки СИП не должна превышать 5 км/ч.

2.3. НАТЯЖЕНИЕ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ СИП В АНКЕРНОМ ПРОЛЁТЕ

В процессе натяжения и закрепления СИП в анкерном пролёте выполняются установка анкерного зажима и закрепление СИП на первой анкерной опоре, натяжение СИП и закрепление его на второй анкерной опоре, закрепление СИП на промежуточных опорах.

По монтажным таблицам в зависимости от температуры окружающего воздуха, марки и сечения подлежащего монтажу СИП и расстановки опор в анкерном пролёте определяется значение усилия, с которым будет натягиваться нулевой несущий провод СИП.

Подготавливаются комплекты линейной арматуры, приспособлений и инструмента. В зависимости от сечения нулевого несущего провода выбираются необходимые анкерные зажимы по таблице [приложения 1](#).

Анкерные зажимы (болтовые разъемные или клиновые) устанавливаются в тех случаях, когда по условиям проекта:

- участок ВЛИ присоединяется к источнику или потребителю энергии, находящемуся недалеко от анкерной опоры;
- строительная длина СИП, оставшаяся на барабане после монтажа на одном анкерном участке, может быть использована для раскатки на следующем за ним анкерном участке;
- СИП закрепляется на анкерной угловой опоре.

Анкерные цанговые неразъемные зажимы устанавливаются на концах мерных участков СИП (анкерного пролёта, ответвления к вводам в здание и др.), монтируемых в зонах с незагрязненной атмосферой.

При установке анкерных зажимов сначала из пучка СИП выделяется несущий провод. На концах СИП эта операция выполняется вручную; на участке СИП, удаленном на значительное расстояние от конца пучка, она выполняется с помощью отделительных клиньев. Место установки анкерного зажима смазывается нейтральной смазкой и зачищается стальной щеткой.

Перед установкой зажима на нулевой несущий провод выполняются следующие операции.

На анкерном болтовом зажиме отпускается гайка и отводится в сторону прижимная планка, освобождается пространство для укладки несущего провода СИП. С этой же целью на зажимах с одной стороны ослабляются болты и откидывается прижимная планка. Затем зажим стальной полупетлей разворачивается в сторону крюка анкерной опоры, на него накладывается несущий провод СИП, устанавливается на место прижимная планка и затягиваются гайки. Момент затяжки резьбовых соединений приводится, как правило, в монтажной документации или инструкции по применению зажимов конкретного типа.

В цанговых неразъемных зажимах перед установкой на несущую жилу отвинчивается на несколько витков гайка-барашек, легким постукиванием по этой гайке молотком цанга выводится из зацепления с корпусом зажима, этим увеличивается диаметр отверстия. В него со стороны гайки-барашка вводится несущий провод, по нему зажим подвигается до подготовленного места установки. Гайка-барашек завинчивается рукой до упора (момент затяжки не контролируется), а выступающий конец несущей жилы загибается на 90° при необходимости отрезается, при этом оставляется участок длиной 15-20 см.

По обе стороны от анкерного зажима на жгут проводов накладываются бандажные ленты (бандажи), а концы изолированных проводов, если это предусмотрено проектом, закрываются защитными наконечниками.

Закрепление СИП на первой анкерной опоре производится следующим образом. Один электролинейщик удерживает раскатанный СИП вручную, а второй - отвязывает капроновый канат, удерживающий раскатанный СИП от обратного проскальзывания, затем закрепляет один конец капронового каната на СИП непосредственно около анкерного зажима, другой конец закрепляет на своем монтерском поясе и поднимается на анкерную опору. Наверху электролинейщик перебрасывает конец каната через крюк опоры и подтягивает вверх СИП с анкерным зажимом. Находящийся на земле электролинейщик помогает, вытягивая СИП за свободный конец каната. Когда анкерный зажим окажется в непосредственной близости к крюку анкерной опоры, его надевают на крюк и отвязывают от СИП капроновый канат.

Натяжение СИП и закрепление его на второй анкерной опоре производится после того, как все члены бригады переходят к анкерной опоре, около которой установлен барабан с СИП. Один электролинейщик, захватив анкерный зажим, ручную лебедку с динамометром, отделительные клинья, временный анкер и секторные ножницы, поднимается на анкерную опору и закрепляет на опоре ручную лебедку как можно ближе к оси закрепления монтируемого СИП, а временный анкер - несколько выше узла крепления монтажных роликов. Остальные члены бригады вручную, с усилием до 50 даН (кг) на одного рабочего вытягивают СИП из анкерного пролета, навивают его на барабан с остатками провода и устанавливают барабан на тормоз.

Электролинейщик, находящийся на опоре, возможно дальше от оси опоры (в сторону анкерного пролета) выделяет из общего пучка СИП нулевой несущий провод и закрепляет на нем монтажный зажим ручной лебедки. Ручной лебедкой вытягивается СИП, при этом показания динамометра сравниваются с проектным (монтажным) значением тягового усилия. Если весь тяговый трос ручной лебедки намотан на барабан, а усилие в проводе по динамометру ниже требуемого по условиям монтажа, процесс повторяется снова. На некотором расстоянии от опоры с помощью отделительных клиньев выделяется несущий провод, на нем закрепляется монтажный зажим временного анкера (рис. 16), с несущего провода снимается монтажный зажим ручной лебедки, отматывается предварительно с барабана лебедки несколько витков тягового троса, переставляется монтажный зажим лебедки на несущий СИП возможно дальше в сторону анкерного пролета и т.д. Процесс натяжения СИП повторяется необходимое число раз. Допускается натягивать СИП с усилием, превышающим проектное значение примерно на 5%, с учетом удлинения СИП через несколько часов после окончания монтажа за счет освобождения проводов от деформаций, возникших при намотке и хранении их на барабане. Визуально (по стрелам провеса) оценивается качество натяжки СИП в анкерном пролете, после чего провод, как правило, до начала следующей смены, оставляется "отвисеться".

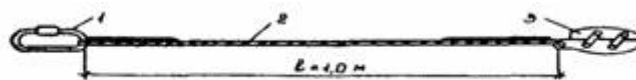


Рис. 16. Временный анкер:

1 - карабин; 2 - стальной трос; 3 - монтажный зажим

Для закрепления СИП с неизолированным нулевым несущим проводом на промежуточной опоре с помощью отделительных клиньев из пучка СИП выделяется несущий провод. Затем приподнимается провод, отводится с крюка опоры наружная подвижная щека ролика и снова провод опускается в ручей ролика. При закреплении зажима провод укладывается на основание корпуса (типа "лодочки"), надвигается сверху прижимная планка и затягивается крепежный болт.

На рис. 17 показана установка поддерживающего зажима на деревянных промежуточных опорах.

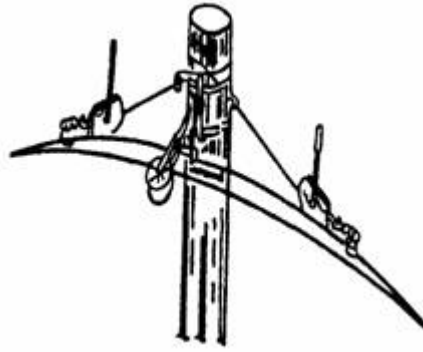


Рис. 17. Закрепление СИП на угловой анкерной опоре

При установке поддерживающего зажима на угловой опоре электролинейщик должен находиться с внешней стороны угла поворота ВЛИ.

Закрепление СИП на угловых опорах производится следующим образом. На опоре выше монтажного ролика закрепляется с одной стороны ручная лебедка, с другой - временный анкер.

По обе стороны от монтажного ролика с помощью двух пар отделительных клиньев выделяются участки несущего провода, на один из них устанавливается монтажный зажим тягового троса ручной лебедки, а на другой - монтажный зажим временного анкера. Ручной лебедкой СИП подтягивается настолько, чтобы на участке между двумя монтажными зажимами можно было установить поддерживающий зажим и закрепить его на крюке опоры. Технология установки и закрепления поддерживающего зажима описана выше.

2.4. РЕГУЛИРОВКА СИП

Общий принцип. Измерение усилия в проводе осуществляется динамометром. Усилия, которые необходимо учитывать, указаны выше. Несоблюдение этих усилий может привести к нарушению габаритов СИП или возникновению недопустимых нагрузок и воздействий на опоры ВЛИ.

Общие правила. Необходимо установить два натягивающих приспособления (рис. 18):

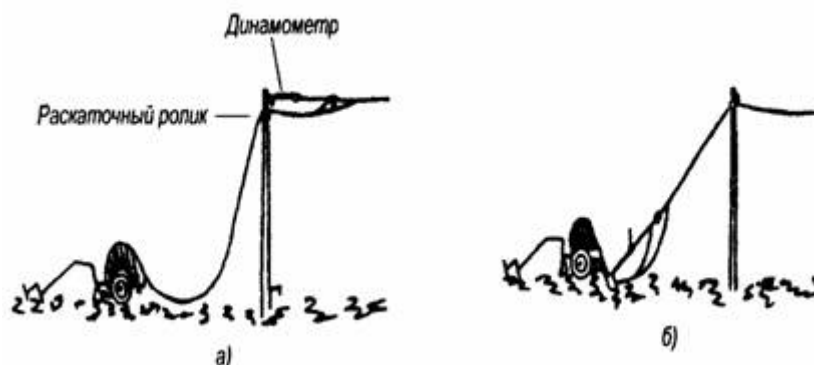


Рис. 18. Натягивающие приспособления:

а - закрепляемое на концевой опоре; б - устанавливаемое на земле

- закрепляемое на концевой опоре (см. рис. 18, а);

- устанавливаемое на земле (см. рис. 18, б).

Приборы и устройства, необходимые для регулировки:

- **динамометр**; необходимо помнить, что динамометр - достаточно хрупкий прибор, который следует использовать осторожно;
- **термометр**; для регулировки необходимо измерить температуру СИП; допускается измерение температуры на строительном участке в тени;
- **натягивающее устройство**: таль на канате грузоподъемностью 550 даН; при работе под напряжением или рядом с проводниками под напряжением 0,4 кВ следует пользоваться только этим устройством;
- механическая таль грузоподъемностью 500 даН;
- зажим;
- петля;
- направляющий ролик для тали с канатом.

Методы регулировки. Регулировка выполняется на участке ВЛИ длиной до 150 м, состоящем из одного, двух или трех пролетов длиной до 50 м каждый, ограниченном опорами анкерного типа.

Натягивающее приспособление (рис. 19) крепится на вершине концевой опоры (опоры анкерного типа).

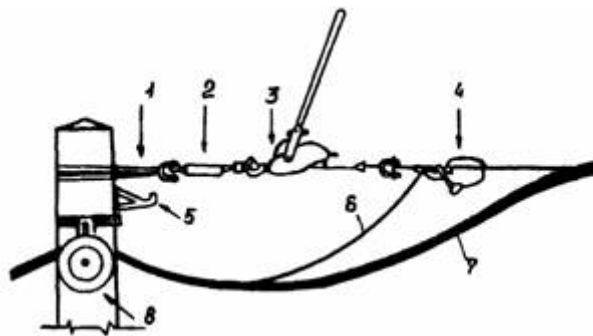


Рис. 19. Схема натягивающего приспособления на вершине опоры:

1 - петля; 2 - динамометр; 3 - таль грузоподъемностью 550 даН; 4 - зажим; 5 - кронштейн; 6 - несущий провод; 7 - фазные провода; 8 - раскаточный ролик

При производстве работ рядом с неизолированными проводниками, находящимися под напряжением, следует использовать таль грузоподъемностью 550 даН в соответствии с рис. 19.

Для регулировки СИП и установки зажима крепления на нулевом несущем проводе выполняются следующие действия:

- натягивается СИП до требуемого значения натяжения, измеряемого динамометром;
- отмечается место крепления зажима на нулевом несущем проводе;
- устанавливается зажим крепления;
- устанавливается дополнительное тяжение, обеспечивающее крепление зажима к подвеске;
- ослабляется и снимается приспособление для натяжения;
- обрезаются концы проводов до требуемой длины;

- снимается раскаточный ролик.

При производстве работ вблизи неизолированных проводников, находящихся под напряжением, следует использовать натягивающее приспособление, представленное на рис. 20.



Рис. 20. Схема натягивающего приспособления с полиспадом

Для регулировки СИП и установки зажима крепления выполняются следующие операции:

- натягивается СИП до требуемого значения тяжения, измеряемого динамометром;
- отмечается клеящей лентой место крепления зажима на нулевом несущем проводе;
- устанавливается зажим крепления на вершине опоры;
- создается дополнительное натяжение, прикрепляется зажим к подвеске;
- ослабляется и снимается приспособление для натяжения.

Последующие действия идентичны действиям, описанным выше.

На ВЛИ, состоящей из нескольких участков (строительной длины СИП), регулировка осуществляется поэтапно, отдельно по каждому участку.

Регулировка 1-го участка. Регулировка 1-го участка осуществляется с помощью анкерного крепления, как показано на рис. 21.

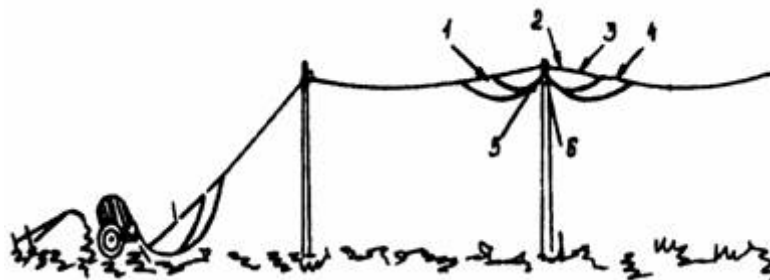


Рис. 21. Схема натягивающего приспособления в конце участка ВЛИ:

1 - зажим; 2 - динамометр; 3 - таль; 4 - зажим; 5 - подвеска; 6 - раскаточный ролик

Эта операция требует установки на двойном кронштейне направляющего ролика параллельно раскаточному в соответствии с рис. 22.



Рис. 22. Установка на двойном кронштейне направляющего ролика

Рис. 23. Регулировка СИП и установка зажимов на нулевом несущем проводе

Для регулирования СИП и установки зажимов крепления на нулевом несущем проводе выполняются следующие операции:

- производится действие одновременно двумя приспособлениями для натяжения (одно в конце ВЛИ, другое на двойном кронштейне), одновременно регулируются первый пролет и необходимая "мягкость" крепления (рис. 23);
- отмечается положение натяжного зажима;
- устанавливается натяжной зажим;
- создается дополнительное натяжение и прикрепляется зажим к кронштейну;
- ослабляется и снимается приспособление для натяжения;
- убираются инструменты (ролики, таль и т.д.).

Регулировка остальных участков ВЛИ. На остальных участках ВЛИ регулировка выполняется аналогично схеме, описанной выше. Последнее крепление регулируется аналогично случаю с единственным пролетом.

Средства механизации, приспособления и инструменты, необходимые для выполнения раскатки СИП, приведены в табл. 16.

Таблица 16

Перечень средств механизации, приспособлений и инструментов для выполнения раскатки СИП

Вид работы	Наименование средства механизации, приспособления, инструмента
Установка барабана с СИП	Колесно-кабельный транспортер УКТ-30А-ГПИ Кабельный домкрат ДК-3
Установка на анкерной опоре механизма для раскатки СИП	Монтажный ролик для установки на анкерной опоре Металлическая катушка Трос-лидер Бензиновый двигатель
Раскатка троса-лидера с подвеской монтажных роликов	Монтажный ролик для промежуточных опор Монтажный ролик для анкерной опоры Металлическая лента Скрепцы Устройство для затяжки стальных бандажей Чулок для несущего провода

	Чулок для жгута СИП Вертлюг Капроновый канат диаметром 10 мм Кабельные ножницы
Натяжение СИП в анкерном пролете	Натягивающее устройство Ручная лебедка Временный анкер Динамометр Динамометрический ключ Набор ключей Кабельные ножницы Монтажный нож Отделительные клинья

3. УКАЗАНИЯ ПО ПОДВЕСКЕ ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ НА ВЛЗ 6-20 кВ

3.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Использование защищенных проводов на сооружаемой ВЛЗ требует особой тщательности при монтаже, не допускаются повреждения его изолирующего покрытия.

До начала раскатки проводов:

- подготавливается трасса ВЛ с учетом особенностей конструкции проводов и компоновки их на опорах (см. [рис. 4](#));
- собираются и устанавливаются в проектное положение опоры совместно с траверсами, штыревыми изоляторами, другими металлическими элементами крепления;
- выполняется устройство защит в соответствии с требованиями проекта;
- доставляются на трассу барабаны с проводом и механизмы для его раскатки.

Работы по подвеске проводов выполняются с применением специальной линейной арматуры, средств механизации, приспособлений и монтерского инструмента, предназначенных для использования при работах с проводом конкретного типа. При этом допускается использование средств механизации, приспособлений и инструментов, применяемых при сооружении ВЛ с неизолированными проводами и соответствующих требованиям по монтажу защищенных проводов.

Тип штыревых изоляторов, тип и количество изоляторов в натяжных изолирующих подвесках выбираются в соответствии с требованиями проекта ВЛЗ.

Подвеску защищенных проводов рекомендуется выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C .

При необходимости подвеска проводов может производиться при более низкой температуре, при этом следует учитывать, что изолирующее покрытие становится хрупким и возникает вероятность его повреждения.

Работы по подвеске проводов на ВЛЗ, как правило, выполняет специализированная бригада.

Все электролинейщики должны быть оснащены строительной каской, предохранительным поясом, монтерскими лазами, перчатками.

Для развозки по трассе ВЛЗ линейной арматуры и инструментов используется бригадная машина.

Комплекты средств механизации, приспособлений и инструментов приводятся в приложении 1 настоящих Рекомендаций.

3.2. РАСКАТКА ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ В АНКЕРНОМ ПРОЛЕТЕ ВЛЗ

Работа по раскатке проводов в одном анкерном пролете сооружаемой или реконструируемой ВЛЗ предусматривает:

- установку механизма для раскатки провода около анкерной опоры;
- снятие обшивки с барабанов;
- установку барабанов с проводом на раскаточные устройства;
- раскатку троса-лидера (одного - при пофазной раскатке проводов или трех - при комплексной раскатке проводов трех фаз);
- раскатку проводов в анкерном пролете под тяжением.

Подготовка и условия выполнения раскатки. На расстоянии 15 - 20 м от второй анкерной опоры подготавливается площадка, устанавливаются и надежно закрепляются на ней три раскаточных устройства (кабельные домкраты, подставки); на раскаточных устройствах целесообразно иметь (или установить) тормозной механизм. Последовательно устанавливаются на раскаточные устройства барабаны с проводом. Подготавливаются и устанавливаются на траверсе первой анкерной опоры три раскаточных ролика. Аналогично устанавливаются раскаточные ролики на траверсе второй анкерной опоры (рис. 24).



Рис. 24. Схема комплексной раскатки защищенных проводов в анкерном пролете (на промежуточных опорах установлены штыревые изоляторы с желобом):

1 - раскаточный механизм; 2 - опора № 1; 3 - опора № 2; 4 - к барабанам с проводом

Подготавливается к работе раскаточный механизм. Устанавливаются барабаны с тросами-лидерами соответствующей длины, проверяются работоспособность устройства, наличие и целостность монтажных чулок. Подготавливается площадка около первой анкерной опоры, на расстоянии 10-15 м от опоры устанавливается и закрепляется раскаточный механизм.

Раскатка проводов может выполняться двумя способами:

- пофазная раскатка - при использовании раскаточного механизма с одним тросом-лидером;
- комплексная раскатка - при использовании раскаточного механизма с тремя тросами-лидерами.

Бригаду рекомендуется разделить на два звена, которые будут выполнять работы параллельно: одно в составе двух электролинейщиков готовит к раскатке барабаны с защищенным проводом, другое в составе двух электролинейщиков закрепляет раскаточный механизм и производит раскатку тросов-лидеров с одновременной укладкой их в желоб через прорези пластмассовых втулок изоляторов промежуточных опор (при использовании изоляторов типа SDI 37 финского производства или ШФ 20 МО).

После укладки в желоб втулка поворачивается так, чтобы она закрыла сверху желоб изолятора. Это необходимо делать в тех случаях, когда неровности трассы могут вызвать выпадение троса-лидера из прорези втулки изолятора. Рекомендуется выполнять эту операцию независимо от трассы линии и длины монтируемого участка. На промежуточных опорах со штыревыми изоляторами без верхнего желоба (типов ШФ-10В, ШФ-20Г и др.) трос-лидер укладывается в предварительно установленные на траверсах монтажные ролики. Тросы-лидеры натягиваются от раскаточного механизма до барабанов с проводом (см. рис. 24).

Подъем тросов-лидеров на опоры производится по мере продвижения вдоль анкерного пролета от раскаточного механизма к барабанам с проводом. У очередной опоры один из электролинейщиков поднимается на опору, с помощью короткого каната поднимает тросы на траверсу и последовательно укладывает их в прорезь желоба изоляторов, начиная каждый раз с дальнего от электролинейщика изолятора.

При одновременной раскатке трех проводов следует использовать тросы-лидеры разной окраски во избежание произвольного изменения фазировки проводов при их раскатке по пролету.

Два электролинейщика удаляют наружную обшивку барабанов. Щеки барабанов должны быть полностью освобождены от гвоздей и других острых предметов, могущих повредить изолирующее покрытие проводов в процессе раскатки. В случае необходимости производится ремонт обшивки щек барабанов. Выполняется осмотр наружных витков провода, отмечаются обнаруженные повреждения изолирующего покрытия для последующего ремонта. Разворачиваются барабаны с проводом относительно оси раскатки таким образом, чтобы после их установки на раскаточные устройства и в процессе раскатки провод свободно сходил с верхней части барабанов.

Лебедкой, смонтированной на раме колесно-кабельного транспортера, барабаны устанавливаются последовательно на раскаточные устройства. При установке барабана на кабельные домкраты в отверстия щек барабана вставляется ось вращения и закрепляется в ложементы домкратов. Барабаны поднимаются над поверхностью земли одновременным вращением обоих грузовых винтов домкратов.

Раскатка проводов должна производиться под тяжением. Для этого подставки барабанов должны иметь тормозное устройство или должно быть предусмотрено внешнее торможение, исключающее провисание проводов до земли.

После установки барабанов на подставки или другие раскаточные устройства с них сматывается вручную в сторону раскатки 10-15 м провода, проверяются плавность вращения барабанов,

надежность их закрепления на раскаточных устройствах, работа тормозных устройств.

На первой и второй анкерных опорах тросы-лидеры укладываются в двоянные ролики (см. рис. 12), закрепленные на траверсах опор.

Во время раскатки проводов на опорах не должно быть электролинейщиков.

После окончания раскатки тросов-лидеров последовательно на свободные концы проводов надеваются монтажные (раскаточные) чулки (рис. 25), закрепленные на концах тросов-лидеров.



Рис. 25. Монтажный (раскаточный) чулок

Рекомендуется использовать двойной чулок, имеющий металлическую и пластмассовую (капроновую) части.

Один электролинейщик сжимает капроновый чулок, в результате чего диаметр чулка увеличивается (см. рис. 13), а другой электролинейщик вставляет свободный конец провода в чулок.

Снятия изолирующего покрытия с провода не требуется. После освобождения от сжимающего усилия чулок плотно охватывает провод.

Для надежного соединения чулка с проводом поверх чулка накладываются два бандаж из изоляционной ленты. Затем поверх капронового чулка аналогично надевается металлический чулок и накладывается бандаж.

Допускается использование одного металлического чулка.

После проверки готовности к раскатке проводов дается команда на запуск двигателя раскаточного механизма.

Обязанности между членами бригады распределяются следующим образом: один электролинейщик следит за равномерностью намотки тросов-лидеров на катушку (катушки) раскаточного механизма и одновременностью вращения катушек; три электролинейщика следят за плавностью вращения барабанов с проводами; один электролинейщик следит за прохождением узлов соединения тросов-лидеров с проводами через втулки изоляторов на опорах, передвигаясь вдоль трассы параллельно движению раскаточных чулок. Связь между электролинейщиками осуществляется по радио или (и) с помощью флажков (на открытых участках).

Раскаточным механизмом создается первоначальное усилие для вытяжки троса-лидера, чтобы избежать касания проводов земли при раскатке. Когда провода начинают разматываться с барабанов, устанавливаются и поддерживаются в течение всего процесса раскатки необходимый режим торможения и скорость движения проводов. В процессе раскатки проводов осуществляется постоянный надзор за проводами, чтобы избежать их случайного касания деревьев, земли, зданий или других объектов и повреждения изолирующего покрытия, необходимо следить за плавностью прохождения раскаточных чулок через изоляторы или монтажные ролики. При необходимости процесс приостанавливается и устраняется место опасного прикосновения, отодвигается провод или устанавливаются дополнительные ролики. Команды об остановке процесса раскатки передаются электролинейщику, находящемуся у раскаточного механизма. Процесс раскатки продолжается до тех пор, пока узлы соединения тросов не приблизятся вплотную к ролику первой анкерной опоры. Двигатель останавливается. Провод каждой фазы последовательно анкеруется с помощью

специальных монтажных зажимов и временных анкеров (рис. 26), предварительно закрепленных на траверсе опоры; при этом должен остаться свободным конец провода длиной 1 - 2 м.

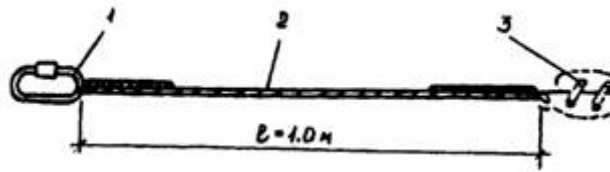


Рис. 26. Временный анкер:

1 - карабин; 2 - стальной канат диаметром 8 мм; 3 - монтажный зажим

Освобождается от монтажного чулка трос-лидер каждого провода и снимаются с проводов монтажные чулки.

В процессе раскатки не допускается касание проводов земли, металлических и железобетонных элементов опор.

Скорость раскатки проводов не должна превышать 5 км/ч.

3.3. НАТЯЖЕНИЕ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ НА АНКЕРНЫХ (КОНЦЕВЫХ) ОПОРАХ

После завершения раскатки защищенных проводов необходимо закрепить их на концевых (анкерных) опорах.

Для этого выполняются следующие работы:

- устанавливаются гирлянды натяжных изоляторов вместе с анкерными зажимами на траверсе первой анкерной опоры;
- натягиваются и закрепляются на траверсе второй анкерной опоры провода;
- закрепляются провода на промежуточных опорах.

Закрепление защищенных проводов на первой анкерной опоре производится следующим образом:

- на проводе отмечаются место установки анкерного зажима и длина участка провода, с которого необходимо снять изолирующее покрытие;
- оголенный участок провода зачищается металлической щеткой под смазкой;
- на анкерном зажиме ослабляются обе гайки и отводится в сторону прижимная планка, освобождая пространство для укладки провода;
- монтаж провода в анкерном зажиме производится в соответствии с инструкцией по применению конкретного типа зажима;
- зажим с проводом соединяются со скобой гирлянды изоляторов.

Последовательно эти работы производятся на всех проводах. Закрепление проводов на опоре должны выполнять, как правило, два электролинейщика.

При удалении изолирующего покрытия необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить металлическую часть провода. Рекомендуется для снятия оболочки использовать тонкую (диаметром 1 мм) прочную веревку длиной 1 м, с помощью которой выполняются поперечные надрезы изоляции; продольные разрезы разрешается выполнять монтерским ножом или веревкой.

Натягивание и регулировка проводов производятся по монтажным таблицам, приложенным к документации по строительству, с соблюдением при этом заданных тяжений и стрел провеса в зависимости от температуры окружающего воздуха, типа и сечения монтируемого провода, расстановки опор в анкерном пролете.

Натяжение проводов и закрепление их на второй анкерной опоре производятся после того, как все члены бригады перейдут к опоре, около которой установлены барабаны с проводом.

Натяжение и регулировка проводов производятся со стороны второй анкерной опоры последовательно, начиная со среднего провода. Для этого на раме автомобиля закрепляется тяговое устройство (ручная лебедка) грузоподъемностью 10 кН. Трос лебедки через динамометр соединяется с монтажным зажимом. Монтажный зажим выбирается таким, чтобы при натяжении исключалось повреждение изоляции провода. Обычные монтажные зажимы для неизолированных проводов не пригодны для натяжения защищенных проводов; необходимо использовать зажимы с гладкой внутренней поверхностью, в которых длина захвата больше, чем у зажима для неизолированных проводов.

При работе с монтажными зажимами, предназначенными для защищенных проводов, необходимо избегать повреждения изолирующего покрытия или проскальзывания зажима по изоляции, особенно при температуре окружающего воздуха выше +30°C и ниже -20°C.

В связи с этим в некоторых случаях рекомендуется использовать зажимы для неизолированных проводов, при этом необходимо удалить изоляцию с части провода на длине, равной длине захвата зажима, а после окончания монтажа оголенный участок отремонтировать или вырезать и поставить соединительный прессуемый зажим с изолирующим покрытием или автоматический (или прессуемый) зажим с самоусаживающейся оболочкой.

Первоначальное натягивание провода допускается осуществлять с помощью автомобиля или вручную, однако при этом тяжение не должно превышать 75% монтажного значения. Освободившийся провод навивается на барабан с остатками, барабан устанавливается на тормоз. В процессе натягивания необходимо следить за тем, чтобы провод в пролетах не зацепился за какое-либо препятствие. Далее натягивание производится с помощью ручной лебедки; тяжение в проводе контролируется по динамометру.

Вначале провод натягивается с усилием на 5 - 7% больше монтажного, а затем возвращается к заданному значению. При этом провод должен равномерно распределяться между промежуточными опорами.

Вблизи анкерной опоры на брезентовом или резиновом коврик должны быть сложены необходимые зажимы, приспособления и инструменты: капроновый канат, анкерные зажимы, ручная лебедка, динамометр, временный анкер, нож для снятия оболочки, динамометрический ключ.

Два электролинейщика поднимаются на опору, с помощью капронового каната поднимают на опору и закрепляют на ней лебедку как можно ближе к месту закрепления монтируемого провода (рис. 27), и временный анкер - несколько выше узла крепления монтажных роликов.

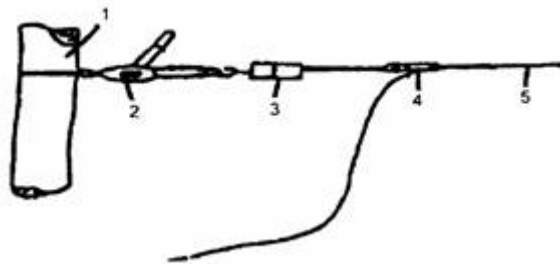


Рис. 27. Схема натяжения и регулировки защищенного провода на второй анкерной опоре:

1 - стойка анкерной опоры; 2 - ручная лебедка; 3 - динамометр; 4 - монтажный зажим; 5 - защищенный провод

Электрوليнейщик, находясь на опоре, закрепляет монтажный зажим лебедки на проводе возможно дальше от опоры в сторону пролета. Ручной лебедкой производится вытягивание провода, усилие в нем контролируется по показанию динамометра. Если весь тяговый трос лебедки намотан на барабан, а усилие - ниже требуемого по условиям монтажа, процесс повторяется снова: закрепляется монтажный зажим временного анкера на проводе, снимается с провода монтажный зажим лебедки, отматывается с барабана лебедки несколько витков троса, монтажный зажим переставляется на провод возможно дальше от опоры и т.д.

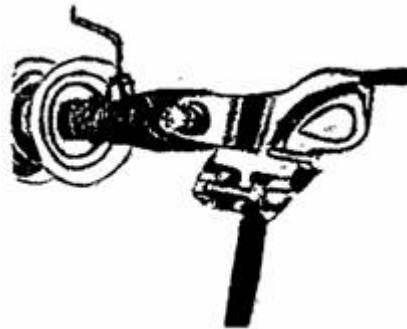


Рис. 28. Закрепление защищенного провода в концевом зажиме

Процесс натяжения провода повторяется необходимое число раз. По стрелам провеса оценивается качество натяжения провода во всех пролетах, после чего на провод устанавливается анкерный зажим и крепится к гирлянде изоляторов (рис. 28); производятся последовательно натяжение, регулировка и закрепление двух других проводов.

Не допускается закрепление на анкерной опоре защищенного провода, натянутого с усилием, большим установленного значения для конкретных условий монтажа.

3.4. КРЕПЛЕНИЕ ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ НА ШТЫРЕВЫХ ИЗОЛЯТОРАХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР

В соответствии с требованиями ПУ ВЛЗ 6-20 кВ [2] для закрепления защищенных проводов на штыревых изоляторах используются схемы усиленного и промежуточного крепления. Для закрепления защищенного провода на головке штыревых изоляторов, имеющих верхний желоб (например, типа SDI 37 производства Финляндии или ШФ 20 МО), используется комплект из двух пружинных спиральных вязок с изолирующим полимерным покрытием.

Вязки накладываются поверх защитной оболочки провода. Первая спираль охватывает изолятор и провод с одной стороны опоры, вторая - с другой стороны. Накручивать спираль надо начинать возможно ближе к изолятору, каждая спираль накручивается на провод с противоположной стороны от изолятора. Таким образом обеспечивается усиленное крепление (рис. 29).



Рис. 29. Усиленное крепление защищенного провода на штыревом изоляторе

Для выполнения усиленного крепления провода на шейке изолятора поверх первой спирали накладывается вторая спираль так, чтобы ее витки занимали свободное пространство между витками первой спирали.

Схема промежуточного крепления защищенного провода к шейке изолятора представлена на рис. 30. Для промежуточного крепления требуется одна спиральная вязка.

Средства механизации, приспособления и инструменты, необходимые для выполнения раскатки защищенных проводов, приведены в табл. 17.



Рис. 30. Промежуточное крепление защищенного провода на штыревом изоляторе

Таблица 17

Перечень средств механизации, приспособлений и инструментов для выполнения раскатки защищенных проводов

Вид работы	Наименование средства механизации, приспособления, инструмента
Установка барабанов на раскаточное устройство	Колесно-кабельный транспортер
	Кабельный домкрат
Установка механизма для раскатки провода	Механизм для раскатки
	Металлическая катушка
	Трос-лидер диаметром 10-12 мм
Раскатка троса-лидера	Монтажный ролик для анкерной опоры
	Монтажный ролик для промежуточных опор
Раскатка провода в анкерном пролете	Монтажный чулок
	Капроновый канат
Закрепление провода в анкерном зажиме	Стальная щетка
	Смазка
	Динамометрический ключ
	Торцевые ключи
	Монтажный нож

	Нож для снятия изоляции с провода
	Временный анкер
	Монтажный зажим
Закрепление провода на промежуточной опоре	Пружинная вязка

4. УСТРОЙСТВО ОТВЕТВЛЕНИЯ К ВВОДУ В ЗДАНИЕ

В процессе монтажа ответвлений к вводам в здания выполняется раскатка СИП ответвлений, установка анкерного зажима, закрепление СИП ответвления на опоре и стене здания (рис. 31 и 32).

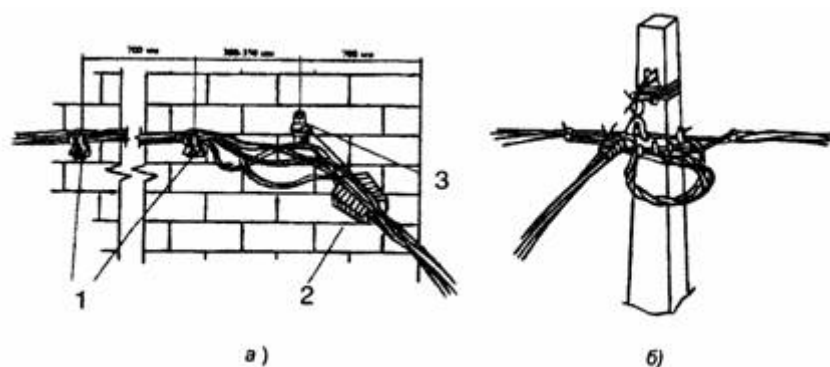


Рис. 31. Примеры выполнения ответвления на опоре и стене здания с применением СИП с изолированным нулевым проводом:

а - ответвление на стене здания; б - ответвление на опоре; 1 - элемент крепления СИП на стене; 2 - концевой зажим ввода; 3 - кронштейн крепления зажима



Рис. 32. Пример выполнения ответвления на опоре с применением СИП с неизолированным нулевым проводом

К месту монтажа ответвления подвозится бухта или катушка с СИП ответвления, подготавливаются к установке анкерные зажимы и инструменты.

Монтаж ответвлений от СИП магистрали к вводам в здание выполняют два электролинейщика. С бухты или катушки вручную они отматывают СИП ответвления между опорой и зданием, стальной щеткой зачищают место установки анкерного зажима на несущем неизолированном проводе под смазкой (при отсутствии несущего провода смазка и зачистка контактных поверхностей не производятся), устанавливают анкерный зажим, поднимают провод на опору и навешивают анкерный зажим на крюк опоры.

Один из электролинейщиков поднимается к крюку, установленному на стене здания, натягивает провод ответвления, отмечает на нем место крепления второго анкерного зажима, замерив расстояние от крюка или кронштейна до места соединения проводов ответвления с внутренней проводкой, секторными ножницами отрезает провод от бухты, зачищает место установки анкерного зажима, устанавливает его и закрепляет на стене здания (при отсутствии несущего провода смазка и зачистка контактных поверхностей не производятся).

Схема установки анкерного зажима ответвления DN 123 (фирма Niled) на стене здания приведена на рис. 33. На СИП накладываются полиэтиленовые бандажы с расположением их с обеих сторон анкерного зажима. Свободные торцы изолированных проводов защищаются колпачками во избежание попадания влаги внутрь провода.

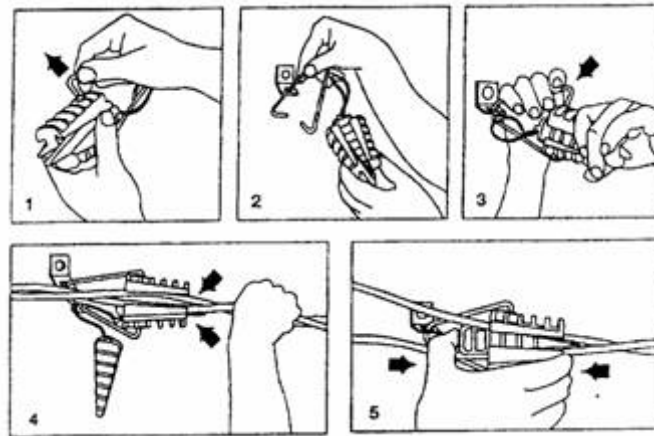


Рис. 33. Установка анкерного зажима на стене здания:

1 - с корпуса зажима снимается металлическая петля; 2 - петля закрепляется на кронштейне или крюке, установленном на стене здания; 3 - петля снова устанавливается на корпусе зажима; 4 - из корпуса зажима удаляется клин, в свободное пространство корпуса вставляются провода ответвления (два или четыре); 5 - клин устанавливается между проводами и корпусом зажима

Установка ответвительных зажимов. Присоединение ответвлений с применением СИП выполняется с помощью специальных ответвительных зажимов. Схема установки ответвительного зажима приведена на рис. 34.

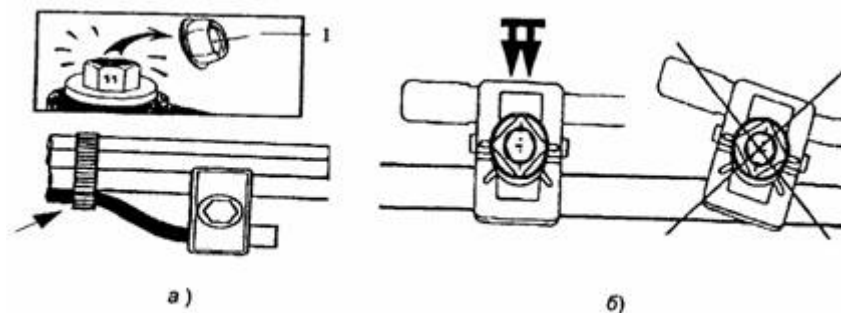


Рис. 34. Схема установки ответвительного зажима:

а - правильная установка; б - неправильная установка; 1 - срывная головка болта

Выбор необходимой арматуры производится по проекту на монтаж ВЛИ. При комплектации зажимов предохранительными кожухами ножом отрезается часть выступов с кожухов с таким расчетом, чтобы образовавшиеся в футляре отверстия были равны диаметрам соединяемых проводов.

Соединение смонтированных проводов на опоре выполняет, как правило, один электролинейщик.

Перед установкой зажима из СИП магистрали с помощью отделительных клиньев выделяется токоведущая жила или нулевой несущий провод. В целях равномерного распределения нагрузки по фазам ВЛИ выбор нужной токоведущей жилы осуществляется по специальной маркировке, имеющейся на их изоляции.

При монтаже ответвлений с применением "прокалывающих" зажимов изоляция с проводов магистрали и ответвления не удаляется. Болт зажима отворачивается (не до конца), чтобы освободить пространство между верхней и нижней планками зажима для установки проводов. Необходимо предварительно ознакомиться с маркировкой зажима и определить места установки магистрального и ответвительного проводов. Провод ответвления вставляется в зажим с той стороны, где установлен защитный колпачок. Отмечается место установки зажима на проводе магистрали, он монтируется вместе с ответвительным проводом, как показано на рис. 34, а. Необходимо следить за тем, чтобы соединяемые провода были параллельны один другому и контактной системе зажима. В настоящее время все зажимы, как правило, снабжены калиброванными головками, которые обеспечивают нормированное усилие затяжки болтов, надежность электрического контакта и сохранность механических характеристик провода. Затягиванием головки болта достигается ее срыв (см. рис. 34, б). Зажим установлен.

При использовании болтовых зажимов без калиброванной головки соединение проводов осуществляется следующим образом. Ключом стяжной болт зажима вывинчивается настолько, чтобы в образовавшееся между прокалывающими зубцами пространство свободно вошел выделенный провод магистрали. В пространство между прокалывающими зубцами с другой стороны стяжного болта зажима вводится провод СИП ответвления. При необходимости лишний провод отрезается секторными ножницами. Стяжной болт завинчивается с нормированным усилием для данного типа зажима. Смонтированный зажим помещается в предохранительный футляр (если этого требует конструкция зажима), вынимаются отделительные клинья.

Расстояние между двумя соседними зажимами ответвления должно составлять не менее 15 см.

При монтаже ответвительного зажима на неизолированном несущем проводе место установки зажима зачищается стальной щеткой под смазкой. Ответвительные зажимы поступают на объект, как правило, с очищенными и смазанными контактными поверхностями. Технология их установки аналогична описанной выше.

При монтаже ответвительных зажимов с гладкими контактными поверхностями изоляция с токоведущих жил СИП предварительно удаляется. С этой целью изолированный провод СИП выделяется с помощью отделительных клиньев, к месту установки прикладывается монтируемый зажим и монтерским ножом наносятся две метки на изоляции. С помощью монтерского или кабельного ножа снимается изоляция, предварительно смазанная металлическая поверхность зачищается стальной щеткой. На конце присоединяемого провода ответвления на такой же длине снимается изоляция, металлическая поверхность жилы зачищается под смазкой. Установка зажима производится по технологии, описанной выше.

По обеим сторонам полностью смонтированного ответвления на расстоянии 15 - 20 см от крайних ответвительных зажимов на СИП накладываются бандажи.

Примеры выполнения ответвлений на опорах приведены на рис. 35.

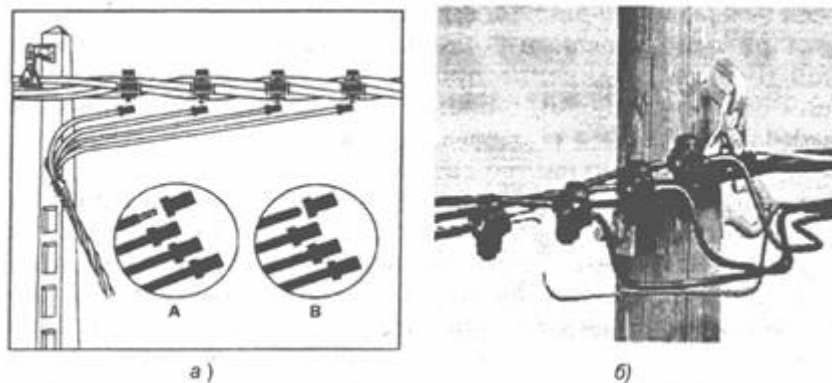


Рис. 35. Схемы установки ответвительных зажимов:

а - СИП с изолированным нулевым несущим проводом или СИП без несущего провода; б - СИП с неизолированным нулевым несущим проводом

5. РЕМОНТ ИЗОЛИРУЮЩЕЙ ОБОЛОЧКИ СИП

Ремонт изолирующего покрытия на отдельных участках фазного или нулевого несущего провода ВЛИ 0,4 кВ производится без отключения напряжения, если не требуется замена этого участка провода целиком. При этом необходимо принять меры, исключающие случайное касание неизолированных участков провода. Для этого используются отделительные клинья и изолирующие накладки.

Ремонт заключается в наложении на поврежденный участок специальной клеящей изолирующей ленты в два слоя. Для облегчения работы поврежденный провод выделяется из жгута с помощью пластмассовых отделительных клиньев. После окончания работы клинья с провода удаляются.

5.1. РЕМОНТ ПОВРЕЖДЕННОГО УЧАСТКА ФАЗНОГО ПРОВОДА В ПРОЛЕТЕ

При обнаружении механического повреждения или обгорания участка одного из фазных проводов (длиной не более двух шагов скрутки жгута) необходимо выполнить ремонт этого провода без замены жгута целиком. Для ремонта используются ответвительные зажимы. Ремонт участка провода может осуществляться как на обесточенной линии, так и под напряжением (по технологическим картам) с использованием телескопической вышки или гидроподъемника.

Ремонт выполняется следующим образом:

- поврежденный участок провода выделяется из жгута с помощью пластмассовых клиньев;
- определяется длина поврежденного участка; подготавливается отрезок нового провода, который на 10-15 см длиннее заменяемого, при этом следует обращать внимание на то, чтобы тип, сечение и маркировка нового провода соответствовали типу, сечению и маркировке ремонтируемого провода;
- определяются и отмечаются (мелом или краской) места установки ответвительных зажимов на ремонтируемом проводе;
- определяется положение зажимов в зависимости от направления установки нового отрезка провода.

Соединение проводов с использованием ответвительных зажимов, контакт в котором обеспечивается прокалыванием изолирующего покрытия провода (прокалывающие зажимы), выполняется без снятия изоляции с проводов.

5.1.1. При использовании прокалывающих зажимов с калиброванными головками:

- оба конца нового провода заводятся в желоба зажимов таким образом, чтобы его торцы касались дна защитных колпачков;
- новый провод вместе с зажимами подводится к месту установки (на неповрежденных участках ремонтируемого провода); ремонтируемый провод укладывается в свободные желоба зажимов;
- подтягиваются болты зажимов;
- торцевым ключом болты затягиваются до момента срыва калиброванной головки или до достижения нормированного значения усилия затяжки.

Следует учитывать, что после выполнения этой операции болт может находиться под напряжением.

5.1.2. При использовании прокалывающих зажимов с защитными кожухами:

- с зажимов снимаются защитные кожухи;
- стяжные болты зажимов ослабляются настолько, чтобы в образовавшееся между зубцами пространство свободно вошел новый провод, конец провода не должен выступать за пределы кожуха;
- вручную подтягиваются болты, чтобы зажимы удерживались на проводе;
- новый провод с зажимами подводится к местам установки на ремонтируемом проводе;
- ремонтируемый провод заводится в свободное пространство между зубцами зажимов с противоположной от нового провода стороны;
- ключом затягиваются болты обоих зажимов с использованием для этого специального держателя зажимов.

Момент затяжки болтов должен строго контролироваться динамометрическим ключом и соответствовать значению, приведенному в технической документации на зажим или указанному на корпусе зажима.

5.1.3. При соединении с помощью ответвительных зажимов, имеющих гладкие контактные поверхности:

- удаляется изолирующее покрытие с участков проводов в местах установки зажимов;
- на эти участки наносится слой смазки, затем они зачищаются стальной щеткой;
- ремонт провода осуществляется в порядке, аналогичном приведенному выше;
- после установки нового отрезка провода на ремонтируемый участок последний вырезается специальными ножницами с изолированными рукоятками;
- на свободные торцы проводов надеваются защитные колпачки;
- на зажимы устанавливаются защитные кожухи;

- удаляются пластмассовые клинья;
- новый участок фазного провода крепится к остальному жгуту с помощью скрепляющей ленты или пластмассовых хомутов, устанавливаемых на расстоянии 15-20 см от зажимов с обеих сторон.

5.2. РЕМОНТ ПРОТЯЖЕННОГО УЧАСТКА ПРОВОДОВ

При обнаружении механического повреждения или обгорания изолирующего покрытия нескольких проводов ВЛИ 0,4 кВ на протяженном (длиной более 1 м) участке СИП оперативно производится его замена.

Для выполнения работы необходимо предусмотреть следующие приспособления и инструменты:

- лебедку с тросом грузоподъемностью не менее 550 даН;
- монтажный натяжной зажим для неизолированного нулевого провода (2 шт.);
- ручной пресс с набором матриц;
- кабельные ножницы;
- монтажный нож;
- отделительные клинья (2 комплекта);
- когти-лазы для железобетонных опор 0,38 кВ (2 пары);
- пластмассовый бандажный хомут (4 шт.);
- клеящую изолирующую ленту (5 м);
- торцевой ключ 13/17;
- динамометрический ключ с пределом измерения не менее 50 Н·м с набором головок 13 и 17.

Работа выполняется, как правило, со снятием напряжения.

После проверки отсутствия напряжения на ремонтируемом участке ВЛИ рабочее место должно быть заземлено с помощью переносных заземлений, присоединяемых к проводам посредством специальных ответвительных зажимов.

Ремонт поврежденного участка СИП выполняется на земле в такой последовательности:

- освобождаются из ответвительных зажимов концы проводов всех ответвлений на опорах, с которых временно демонтируются провода ВЛИ;
- на одной или двух опорах (в зависимости от места повреждения) нулевой несущий провод извлекается из поддерживающих зажимов. С помощью вспомогательных канатов жгут опускается до земли. При этом необходимо предпринять меры, исключающие дополнительные повреждения изоляции проводов; не допускать трения жгута о поверхность опор, зданий или сооружений, укладывать провод только на прокладки.

В случаях когда места анкерных (концевых) креплений СИП удалены от места ремонта более чем на два промежуточных пролета, следует дополнительно укрепить промежуточные опоры с помощью

оттяжек, устанавливаемых вдоль ВЛИ на ближайших к месту ремонта опорах, затем выполнить следующие операции:

- установить на этих опорах комплекты анкерного (концевого) крепления несущего провода;
- с помощью монтажного зажима (следует убедиться, что тип монтажного зажима соответствует типу СИП) и ручной лебедки с тросом (грузоподъемностью не менее 550 даН) необходимо переложить несущий провод из поддерживающего зажима в анкерный разъемный зажим последовательно на обеих опорах;
- снять монтажные зажимы и лебедку, при этом поддерживающие зажимы не демонтируются.

Производится разметка мелом или краской мест установки соединительных зажимов с обеих сторон поврежденного участка. При разметке этих мест следует учесть, что расстояния между ближайшими зажимами, устанавливаемыми на фазные и нулевой провода, должны быть не менее 0,2 м. На расстоянии 1 м от последней отметки (в сторону анкерного крепления) на нулевой несущий провод с обеих сторон устанавливаются монтажные зажимы, на которые посредством ручной лебедки передается полное тяжение с поврежденного участка. Тяжение в нулевом несущем проводе на участке между монтажными зажимами должно отсутствовать.

В соответствии с разметкой удаляется поврежденный участок жгута СИП, включая несущий провод. Для замены подготавливается новый отрезок жгута такой же длины и одинакового конструктивного исполнения. Комплекуются соединительные зажимы.

Концы всех соединяемых проводов освобождаются от изоляции на длине, соответствующей типу соединительного зажима; неизолированные участки проводов покрываются слоем смазки и зачищаются металлической щеткой.

В зажимы вставляются концы проводов. Проверяется правильность маркировки соединяемых проводов. При использовании зажимов с изолирующим покрытием необходимо убедиться в отсутствии неизолированных участков проводов вблизи зажимов. Ручным прессом последовательно спрессовываются зажимы всех изолированных проводов с обеих сторон заменяемого участка жгута (если применяются прессуемые зажимы).

Для соединения проводов могут быть использованы прессуемые зажимы без изолирующего покрытия, а также автоматические зажимы, опрессование которых не требуется. Подробно технология установки таких зажимов изложена в нормативной документации.

Для сохранения формы жгута и предохранения его от раскручивания на расстоянии 0,2 м от соединительных зажимов устанавливаются фиксирующие пластмассовые хомуты или накладывается скрепляющая лента.

Ослабляется тяжение лебедки, снимаются монтажные зажимы и лебедка. Отремонтированный жгут СИП поднимается на опору (опоры), несущий провод укладывается в поддерживающий зажим таким образом, чтобы положение ответвительных зажимов соответствовало их положению до ремонта. Временно установленные на опорах комплекты анкерных креплений демонтируются в обратной последовательности.

Снимаются оттяжки с опор и заземляющие устройства, производится проверка фазировки проводов, восстанавливается схема электроснабжения.

6. РЕМОНТ ПРОВОДА ОТВЕТВЛЕНИЯ К ЗДАНИЮ, СООРУЖЕНИЮ

Ремонт провода ответвления к зданию или сооружению производится в случае повреждения его изоляции на участке не более 20% его общей длины, повреждения или разрушения ответвительных зажимов, повреждения или разрушения концевых зажимов.

Работы могут выполняться как на обесточенной линии, так и под напряжением (по специальным технологическим картам). При производстве ремонта под напряжением нагрузка потребителя должна быть отключена.

Ответвление осуществляется, как правило, с применением ответвительных и анкерных (концевых) зажимов, предназначенных для крепления двух- или четырехпроводных жгутов СИП.

Отсоединение проводов ответвления следует начинать с фазного провода, при этом специальными клиньями он выделяется из жгута.

Операцию отсоединения рекомендуется выполнять в такой последовательности:

- снимается верхняя часть защитного кожуха ответвительного зажима, торцевым или накидным ключом ослабляется болт (или несколько болтов) крепления провода в зажиме; зажим сдвигается с места его установки, чтобы были видны следы проколов изоляции (если на ВЛИ были применены зажимы с прокалыванием изолирующего покрытия) или неизолированный участок провода (если на ВЛИ были применены зажимы с гладкими контактными поверхностями). В последнем случае этот участок провода закрывается защитной пластмассовой накладкой, чтобы избежать случайного касания. Специальной клеящей лентой изолируются места проколов;

- провод ответвления удаляется из зажима;

- зажим снимается с магистрального провода.

Те же операции выполняются и с ответвительным зажимом, установленным на нулевом несущем проводе.

С кронштейна подвески на опоре снимается анкерный зажим. При этом должны быть приняты меры, предотвращающие падение проводов на землю или провода других ВЛ (например, используется страховочная веревка). Провода опускаются на землю, с них снимается анкерный зажим.

Далее аналогичные операции выполняются со стороны потребителя: удаляются провода из ответвительных зажимов и снимается анкерный зажим.

Заменяется поврежденный ответвительный (или анкерный) зажим и восстанавливается ответвление в последовательности, обратной приведенной выше.

После затяжки болта или с момента отрыва калиброванной головки болта ответвительного зажима на магистральном проводе (если использован зажим с прокалыванием изолирующего покрытия провода) этот болт и соответствующий провод ответвления могут находиться под напряжением.

Перечни инструментов и приспособлений, необходимых при выполнении работ по ремонту ответвлений, приведены в табл. 18 и 19.

Перечень основных приспособлений и инструментов для устройства и ремонта ответвлений

№ п.п.	Наименование приспособления, инструмента	Количество, шт.
1	Монтерский пояс	1
2	Комбинированные монтерские когти для подъема на деревянные опоры	1 пара
3	Когти-лазы для подъема на железобетонные опоры	1 пара
4	Диэлектрические перчатки	1 пара
5	Защитные очки с небьющимися стеклами	1
6	Указатель напряжения до 1000 В	1
7	Хлопчатобумажные рукавицы	1 пара
8	Переносное заземление	2
9	Комбинированные плоскогубцы 200 мм	1
10	Личной напильник 200-250 мм	1
11	Отвертка 4 и 6 мм	2
12	Кусачки 200 мм	1
13	Гаечный разводной ключ № 2 или 3	1
14	Зубило 150 мм	1
15	Слесарный молоток 0,5 кг	1
16	Монтерский нож	1
17	Складной метр	1

Таблица 19

Перечень специальных приспособлений и инструментов для устройства и ремонта ответвлений

№ п.п.	Наименование приспособления, инструмента	Количество, шт.
1	Лебедка грузоподъемностью 1000 даН с капроновым канатом для раскатки провода	1
2	Отделительные пластмассовые клинья	2 комплекта
3	Нож для снятия изоляции с провода	1
4	Ножницы для резки провода	1
5	Устройство для затяжки и резки стальной бандажной ленты	1
6	Набор инструментов для монтажа зажимов: динамометрический ключ с набором головок 8; 10; 13 и 17; шестигранный ключ 6 мм; держатель зажимов	1 комплект
7	Комплект для смазки и зачистки алюминиевых жил	1 комплект
8	Накидной ключ 13-17 мм	1
9	Торцевой ключ 13-17 мм	1
10	Деревянный молоток	1
11	Ответвительные зажимы для выполнения временных ответвлений или заземления	8

12	Бачок для сбора раскаточного каната	1
13	Фиксирующий пластмассовый хомут	10
14	Фиксирующая самоклеящаяся лента	
15	Изолирующая самоклеящаяся лента	

7. ВЫПОЛНЕНИЕ ОТВЕТВЛЕНИЯ ОТ МАГИСТРАЛИ ВЛЗ 6-20 кВ ЗАЩИЩЕННЫМИ И НЕИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ

Соединение проводов магистрали и ответвления производится на ответвительной опоре подкосного типа или одностоечной опоре с оттяжкой. При этом на опоре для подвески проводов могут быть использованы как штыревые изоляторы, так и натяжные изолирующие подвески.

Схема присоединения ответвления от магистрали ВЛЗ защищенными проводами приведена на рис. 36.

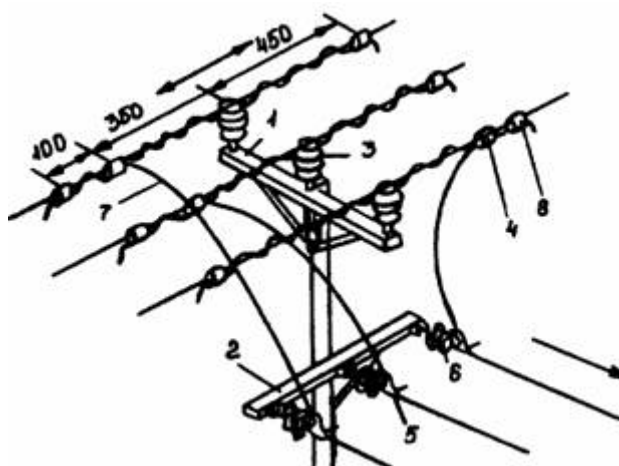


Рис. 36. Схема присоединения ответвления от магистрали ВЛЗ защищенными проводами:

1 - траверса опоры магистрали; 2 - траверса ответвления; 3 - штыревой изолятор; 4 - ответвительный зажим; 5 - натяжной зажим; 6 - натяжная изолирующая подвеска; 7 - соединительный шлейф; 8 - зажим устройства защиты от грозовых перенапряжений

На опору, с которой выполняется ответвление, устанавливается траверса ВЛЗ ответвления. Минимальное расстояние между ближайшими проводами магистрали и проводами ответвления должно быть принято таким же, как между проводами магистрали (но не менее 40 см).

Соединение проводов магистрали и ответвления выполняется с использованием шлейфов из защищенного провода. Сечение шлейфа выбирается таким, чтобы оно было не менее сечения ответвительных проводов.

Присоединение шлейфа к проводу магистрали или ответвления выполняется с использованием ответвительного зажима SL 25.2 (производство фирмы Ensto, Финляндия), ОК 1-2 (производство завода "Радио-Прибор Плюс") или аналогичных прокалывающих зажимов других фирм-изготовителей.

При монтаже ответвительного зажима защитная оболочка с проводов магистрали и ответвления, а также шлейфа (при использовании зажима SL 25.2) не удаляется.

Электрический контакт обеспечивается прокалыванием защитной оболочки проводов и затяжкой болтов с нормированным усилием.

Ответвительный зажим устанавливается на провод магистрали следующим образом:

- на контактные поверхности зажима наносится слой нейтральной смазки толщиной не менее 3 мм (если смазка отсутствует);
- ослабляются болты зажима таким образом, чтобы в свободное пространство между прокалывающими зубцами с одной стороны зажима свободно вошел провод магистрали;
- отмечается на проводе магистрали место установки ответвительного зажима; расстояние от изолятора должно быть не менее 35 см; при этом, если установлены устройства защиты от грозовых перенапряжений, ответвительные зажимы размещаются на проводе между изолятором и зажимом устройства защиты;
- на отмеченное место устанавливается зажим, при этом болты не подтягиваются;
- отмеряется необходимая длина провода шлейфа;
- с другой стороны зажима в свободное пространство заводится провод шлейфа таким образом, чтобы его свободный конец выступал за пределы зажима на расстояние не более 5 мм;
- вручную подтягиваются болты, а затем усилие доводится до нормированного значения, при этом следует использовать динамометрический ключ; момент затяжки болтов зажима SL 25.2 составляет 40 Н·м;
- при использовании зажима ОК 1-2 перед установкой провода шлейфа с обоих его концов удаляется защитная оболочка на длине, равной длине зажима, металлическая часть провода смазывается нейтральной смазкой и зачищается металлической щеткой;
- для предотвращения попадания влаги зажим закрывается защитным кожухом.

Аналогично присоединяются к проводам магистрали остальные шлейфы.

Внешний вид присоединения шлейфов к проводам магистрали приведен на рис. 37.

Присоединение проводов шлейфов к проводам ответвления осуществляется аналогично приведенному выше порядку.

При использовании на ответвлении концевых зажимов, не требующих разрезания провода, в качестве шлейфа могут быть использованы свободные концы проводов ответвления (см. [рис. 36](#)). В этом случае ответвительные зажимы используются только для присоединения шлейфов к проводам магистрали.

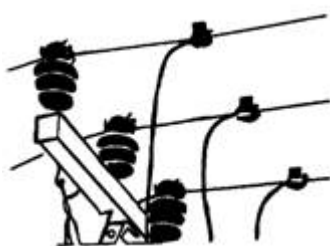


Рис. 37. Внешний вид присоединения к проводам магистрали

Конструкции ответвительных зажимов и их основные технические параметры приведены на рис. 38 и 39, а также в табл. 20.

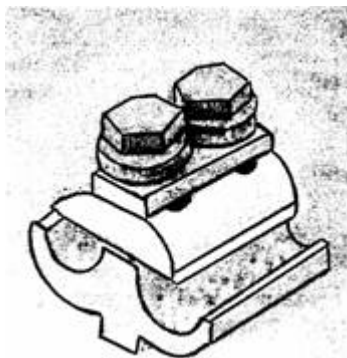


Рис. 38. Конструктивное исполнение зажима SL 25.2

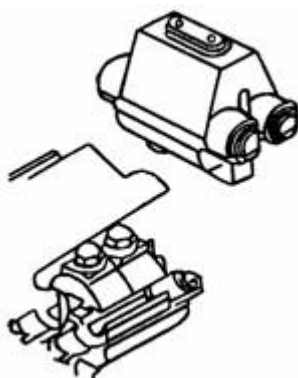


Рис. 39. Конструктивное исполнение зажима ОК 1-2

Зажим SL 25.2 предназначен для соединения проводов с защитной оболочкой на магистрали и ответвлении.

Зажим ОК 1-2 предназначен для соединения защищенного провода магистрали (ответвления) с неизолированным проводом ответвления (магистрали).

Таблица 20

Основные технические параметры ответвительных зажимов

Тип зажима	Сечение провода магистрали, мм ²	Сечение провода ответвления, мм ²	Момент затяжки болтов, Н?м
SL 25.2	35-150	35-150	40
ОК 1-2	16-120	16-95	25
ОН 3-2	16-120	16-120	-

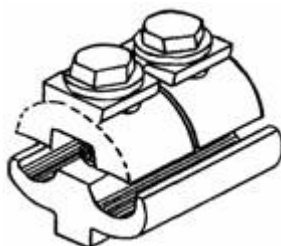


Рис. 40. Конструктивное исполнение зажима ОН 3-2

При отсутствии прокалывающих зажимов допускается использование зажимов с гладкими контактными поверхностями, например ОН 3-2 (производства завода "Радио-Прибор Плюс") или аналогичных.

Конструктивное исполнение и основные параметры зажима ОН 3-2 приведены на рис. 40 и в табл. 20.

Ответвительные зажимы с гладкими контактными поверхностями устанавливаются на оголенные участки защищенного провода и неизолированные провода. Для присоединения защищенного провода шлейфа к защищенному проводу магистрали необходимо на участке провода магистрали, предварительно отмеченном для установки ответвительного зажима, удалить защитную оболочку, нанести на оголенный участок слой нейтральной смазки и зачистить этот участок металлической щеткой. Таким же образом следует подготовить конец провода шлейфа, присоединяемого к магистрали. Установка зажима производится аналогично приведенному выше порядку. Присоединение провода шлейфа к проводу ответвления производится в той же последовательности. Перед установкой ответвительного зажима на неизолированный провод производится смазка и зачистка щеткой отмеченных участков обоих проводов (шлейфа и ответвления).

8. РЕМОНТ ОБОРВАННОГО ЗАЩИЩЕННОГО ПРОВОДА В ПРОЛЁТЕ

Для выполнения работы необходимо предусмотреть следующие приспособления и инструменты:

- лебедку с тросом (или полиспаст) грузоподъемностью не менее 10 кН;
- монтажный натяжной зажим (2 шт.);
- капроновый канат длиной не менее 20 м;
- кабельные ножницы;
- нож для снятия изоляции (монтажный нож);
- когти-лазы для железобетонных опор 6-20 кВ (2 пары);
- клеящую изолирующую ленту (5 м);
- стальную щетку.

Работу рекомендуется выполнять в такой последовательности:

- получить наряд и разрешение на подготовку рабочего места и допуск;
- проверить отсутствие напряжения на линии и наложить переносное заземление на провода опоры, соседней с ремонтируемым участком ВЛЗ;
- осмотреть торцы оборванного провода, кабельными ножницами удалить с каждого конца провода участки длиной 0,02-0,05 м;
- на расстоянии 0,5 м от торцов провода с обеих сторон установить монтажные зажимы для изолированного провода;

- с обоих концов провода удалить защитную оболочку на участке (от торца) длиной, указанной в инструкции по монтажу зажима, нанести смазку на незащищенные концы и зачистить их стальной щеткой;
- установить на одном конце провода соединительный зажим, выполнить его опрессование, надеть на провод самоусаживающуюся защитную муфту;
- между монтажными зажимами закрепить ручную лебедку или полиспаг;
- с помощью когтей-лазов подняться на ближайšie к месту обрыва провода промежуточные опоры, демонтировать вязки, закрепляющие провод на изоляторах, с помощью каната опустить провод до земли, принять меры к предотвращению защитной оболочки от повреждения (касания провода опоры или земли);
- с земли с помощью лебедки медленно стянуть концы оборванного провода (при невозможности выполнения работы с земли натяжение оборванного провода выполнить из люльки автовышки);
- завести незащищенный конец провода в свободное пространство зажима; выполнить опрессование зажима; закрыть зажим защитной муфтой; с помощью газовой горелки разогреть муфту, охлаждать муфту естественным путем;
- проверить отсутствие незащищенных участков провода вблизи соединительного зажима или около концов защитной муфты;
- медленно ослабить усилие в лебедке, наблюдать за сохранностью участка провода вблизи места соединения;
- снять лебедку и монтажные зажимы; осмотреть состояние мест установки монтажных зажимов; опустить люльку автовышки;
- проверить одинаковость стрел провеса отремонтированного провода в пролете повреждения и соседних с ним пролетах; установить вязки на изоляторах опор, с которых они были предварительно демонтированы;
- снять переносное заземление; на оболочку в местах установки зажимов заземления наложить клеящую изолирующую ленту в два слоя.

9. РЕМОНТ И ЗАМЕНА НАТЯЖНОЙ И ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ АРМАТУРЫ НА ВЛИ И ВЛЗ

9.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для подвески скрученных в жгут СИП ВЛИ до 1 кВ используются анкерные (концевые) и поддерживающие зажимы различных конструктивных исполнений. Для проводов с изолированным нулевым несущим проводом применяются концевые и поддерживающие зажимы, изготавливаемые французскими фирмами, конструкции которых представлены на рис. 41 и 42, а также финской фирмой Ensto - рис. 43 и 44.

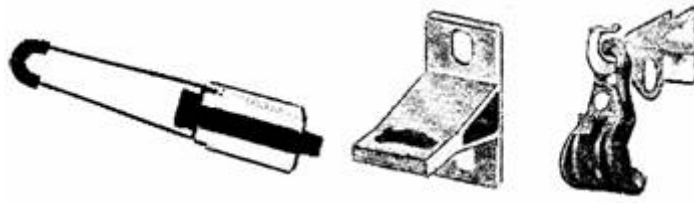


Рис. 41. Концевой зажим РА 1500 в комплекте с кронштейном подвески

Рис. 42. Поддерживающий зажим ES 1500 в комплекте с кронштейном подвески

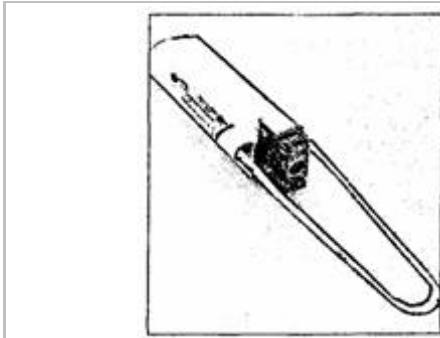


Рис. 43. Концевой зажим SO 127.50



Рис. 44. Промежуточный зажим SO 69

Зажимы РА 1500 (см. рис. 41) используются для крепления СИП с нулевым несущим проводом из термоупрочненного алюминиевого сплава сечением 35 - 70 мм², зажимы РА 2000 - для нулевого несущего провода сечением 35 - 95 мм². Поддерживающие зажимы ES 1500 (см. рис. 42) предназначены для крепления нулевого несущего провода сечением 16 - 95 мм².

Для СИП с неизолированным нулевым несущим проводом из алюминиевого сплава применяются концевые зажимы SO 14.1 (сечение жил от 25 до 95 мм², болтовой), SO 3.25, SO 3.35, SO 3.50, SO 4.70, SO 4.95 (цанговые) и поддерживающий зажим SO 241 для сечения жил 25 - 95 мм² (рис. 45 - 47).

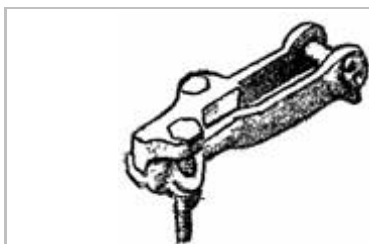


Рис. 45. Концевой зажим SO 241



Рис. 46. Концевой цанговый зажим

Концевые цанговые зажимы применяются для проводов конкретного сечения.

Для СИП "АВРОРА", СИП-1, СИП-2 (изготовитель ОАО "Севкабель", ОАО "Иркутсккабель"), САП и САСП (изготовитель ОАО Белсельэлектросетьстрой») используются концевые зажимы К-НМ-1, НЦ 25-50, НР 25-95 и поддерживающие зажимы К-ПМ-2, ПН 1, ЗП-01. Конструкции зажимов представлены на рис. 48 - 51.



Рис. 47. Поддерживающий зажим SO 14.1

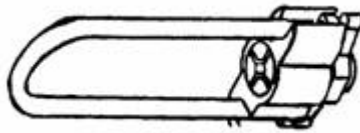


Рис. 48. Концевой зажим (цанговый) НЦ



Рис. 49. Концевой зажим НР 25-95

Для подвески защищенных проводов марок SАХ, "ЗАРЯ", аналогичных проводов, изготавливаемых ОАО "Белсельэлектросетьстрой", используются концевые и поддерживающие зажимы производства фирмы Ensto (Финляндия).

Зажимы, представленные на рис. 52 - 54, применяются для защищенных проводов сечением 35-120 мм².

При отсутствии специальных зажимов в исключительных случаях могут применяться зажимы, используемые для подвески на ВЛ неизолированных проводов.



Рис. 50. Поддерживающие зажимы ПН 1, К-ПМ-2, ЗП-01

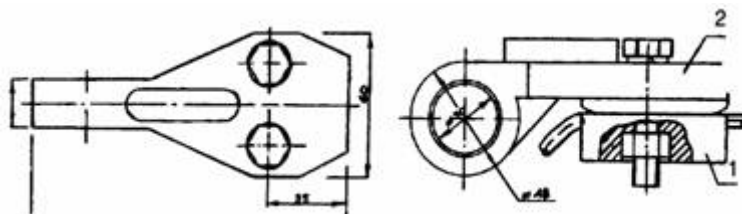
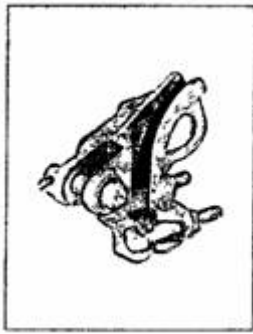


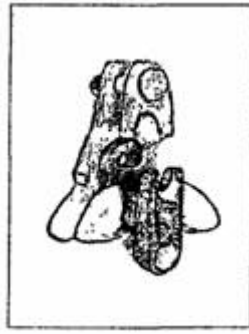
Рис. 51. Концевой зажим К-НМ-1:

1 - плашка; 2 - корпус

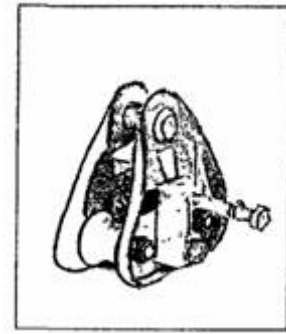
--	--	--



**Рис. 52. Концевой зажим SO
85**



**Рис. 53. Поддерживающий
зажим SO 81**



**Рис. 54. Роликовый зажим SO
181.5**

9.2. ЗАМЕНА БОЛТОВОГО АНКЕРНОГО ЗАЖИМА НА КОНЦЕВОЙ ОПОРЕ ВЛИ

Для выполнения работы необходимо предусмотреть следующие приспособления и инструменты:

- лебедку с тросом длиной 2 м грузоподъемностью не менее 550 даН;
- хомут с крюком (или вспомогательный кронштейн, или тросовую петлю) для крепления лебедки на опоре прочностью не менее 500 даН;
- монтажный натяжной зажим прочностью не менее 500 даН;
- торцевой ключ 13/17;
- динамометрический ключ с пределом измерения не менее 50 Н²м с набором головок 13 и 17;
- кабельные ножницы;
- отделительные клинья (2 комплекта);
- когти-лазы для железобетонных опор 0,38 кВ (2 пары);
- пластмассовый бандажный хомут (4 шт.);
- клеящую изолирующую ленту длиной 5 м;
- стальную щетку.

На ВЛИ подвешены скрученные в жгут СИП с неизолированным нулевым несущим проводом.

Работы по замене зажима выполняются по наряду со снятием напряжения с ВЛИ. Перед началом работ должны быть приняты меры, исключающие возникновение опасности для ремонтного персонала при обрыве или проскальзывании несущего провода в концевом или монтажном зажимах, обрыве троса лебедки (или полиспаста), разрушении узла крепления ремонтного хомута, поломке лебедки, падении элементов опоры.

Запрещается производить замену зажима на опоре, имеющей недопустимое отклонение вершины от вертикали, ослабленный узел крепления подкоса и другие дефекты, препятствующие безопасному выполнению работы.

Замена концевого зажима производится в такой последовательности:

9.2.1. Электромонтер поднимается на опору, взяв с собой тонкий текстильный или капроновый канат; с земли поднимаются на опору вспомогательный кронштейн с крюком, приспособления и инструмент; вспомогательный кронштейн устанавливается на стойке опоры в непосредственной близости к кронштейну подвески концевого зажима.

9.2.2. За крюк вспомогательного кронштейна закрепляется крюк ручной лебедки или полиспаста; при этом грузоподъемность лебедки или полиспаста должна быть не менее 550 даН.

9.2.3. На расстоянии не менее 0,5 м от заменяемого зажима (в сторону пролета) с помощью отделительных клиньев выделяется из жгута нулевой несущий провод, на него устанавливается монтажный зажим; за монтажный зажим закрепляется трос лебедки (полиспаста).

9.2.4. С использованием лебедки в проводе создается усилие достаточное для ослабления тяжения в заменяемом зажиме, после чего он снимается с крюка подвески на опоре; ослабляются болты концевого зажима, он снимается с провода.

9.2.5. Осматривается провод в месте установки заменяемого зажима; в случае отсутствия обрывов отдельных проволок провода, других дефектов, снижающих прочность провода в целом и прочность заделки провода в зажиме, новый зажим может быть установлен на прежнее место, в противном случае новый зажим должен быть установлен на неповрежденный участок провода.

9.2.6. На участок провода в месте установки нового зажима наносится слой нейтральной смазки, он зачищается металлической щеткой; устанавливается новый зажим, затягиваются болты до достижения нормированного усилия, контролируемого с использованием динамометрического ключа (например, для зажима SO 113 момент затяжки болтов принят равным 40 Н·м, К-НМ-1 - 25 Н·м).

9.2.7. Установленный на проводе зажим закрепляется на крюке опоры; усилие лебедки уменьшается до момента полной передачи тяжения от проводов на концевой зажим; отсоединяется лебедка, снимаются монтажный зажим и отделительные клинья; демонтируется вспомогательный кронштейн; на расстоянии 20 см от зажима на жгут проводов накладывается пластмассовый бандаж.

9.2.8. При необходимости следует заново выполнить присоединение фазных проводов к ответвительным зажимам.

9.3. ЗАМЕНА КЛИНОВОГО АНКЕРНОГО ЗАЖИМА НА КОНЦЕВОЙ ОПОРЕ ВЛИ

Для выполнения работы необходимо предусмотреть следующие приспособления и инструменты:

- лебедку с тросом длиной 2 м грузоподъемностью не менее 550 даН;
- хомут с крюком (вспомогательный кронштейн или тросовую петлю) прочностью не менее 500 даН для крепления лебедки на опоре;
- монтажный натяжной зажим прочностью не менее 500 даН для изолированного нулевого провода;
- кабельные ножницы;
- отделительные клинья (2 комплекта);
- когти-лазы для железобетонных опор 0,38 кВ (2 пары);
- пластмассовый бандажный хомут (4 шт.);

- деревянный молоток;

- клеящую изолирующую ленту длиной 5 м.

При замене или ремонте клинового анкерного зажима на концевой опоре следует выполнить операции, предусмотренные в пп. [9.2.1](#) - [9.2.3](#) раздела 9.2 настоящих Рекомендаций. Далее работа осуществляется в такой последовательности:

9.3.1. С помощью лебедки создается усилие, достаточное для ослабления тяжения провода в заменяемом зажиме; зажим снимается с крюка подвески на опоре; деревянным молотком необходимо, соблюдая осторожность, выбить пластмассовый клин (вкладыш) из корпуса зажима и освободить провод.

9.3.2. Осматривается провод в месте установки заменяемого зажима, оценивается состояние изолирующего покрытия; при отсутствии повреждений изоляции (растрескивания, уменьшения диаметра, оголения участков провода вблизи зажима) новый зажим может быть установлен на прежнее место без снятия изоляции, в противном случае новый зажим устанавливается на неповрежденный участок провода.

9.3.3. Из корпуса нового зажима необходимо выдвинуть пластмассовые клинья вкладыша, чтобы открыть бороздку для провода; провод заводится в пространство между двумя клиньями; медленно вдвигаются в металлический корпус зажима клинья вместе с проводом до защемления последнего; гибкий стальной тросик зажима закрепляется за крюк опоры таким образом, чтобы пластмассовые клинья находились внизу зажима.

9.3.4. Ослабляется тяжение лебедки; снимаются лебедка, монтажный зажим и отделительные клинья с опоры; демонтируется вспомогательный кронштейн; на расстоянии 20 см от зажима на жгут СИП накладывается пластмассовый бандаж; осматривается изолирующее покрытие нулевого несущего провода вблизи места установки зажима; при необходимости свободный конец провода обрезается и на его торец устанавливается защитный колпачок.

9.4. ЗАМЕНА ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО ЗАЖИМА НА ОПОРЕ ВЛИ

Замена поддерживающего зажима (рис. 55) осуществляется электромонтером непосредственно с опоры.

На стойке опоры выше места установки кронштейна подвески поддерживающего зажима или крюка закрепляется тросовая петля или вспомогательный кронштейн с крюком.

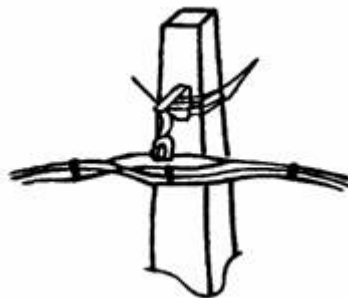


Рис. 55. Схема закрепления СИП в поддерживающем зажиме

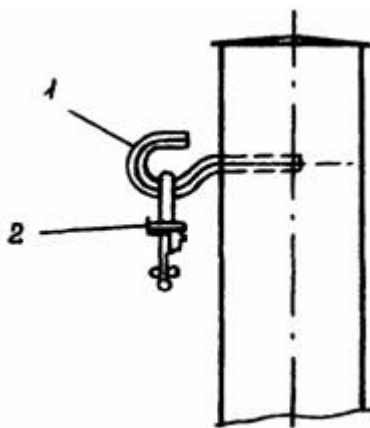


Рис. 56. Схема подвески поддерживающего зажима:

1 - крюк; 2 - зажим с проводом

С помощью капронового или текстильного каната, заведенного за крюк вспомогательного кронштейна (или в петлю) и закрепленного одним концом за нулевой несущий провод СИП в непосредственной близости к зажиму, жгут приподнимается вместе с зажимом. Зажим снимается с крюка подвески (рис. 56).

Ослабляется болт зажима, из желоба извлекается нулевой провод. Осматривается провод в месте установки зажима. При отсутствии видимых повреждений провода новый зажим допускается устанавливать на место заменяемого.

Нулевой несущий провод выделяется из жгута СИП с помощью отделительных клиньев. Ослабляется болт подвижной планки нового зажима, заводится в желоб нулевой несущий провод, затягивается болт подвижной планки.

Усилие затяжки болта должно быть указано в документации на конкретный тип зажима. Зажим устанавливается на крюк подвески СИП к опоре, ослабляется усилие в канате, он отсоединяется от провода. Демонтируется вспомогательный кронштейн.

9.5. ЗАМЕНА КОНЦЕВОГО ЗАЖИМА НА ОПОРЕ ВЛЗ

Крепление провода на концевой (анкерной, угловой анкерной) опоре осуществляется с помощью натяжной изолирующей подвески и болтового зажима SO 85. При повреждении зажима или снижении прочности заделки провода зажим заменяется. Работу выполняют, как правило, два электромонтера на отключенной линии с использованием телескопической вышки или гидроподъемника.

На стойке опоры вблизи места крепления траверсы устанавливается вспомогательный кронштейн с крюком или стальная тросовая петля прочностью не менее 10 кН. За крюк кронштейна закрепляется ручная лебедка или полиспаст грузоподъемностью не менее 10 кН. На провод возможно дальше от зажима (в сторону пролета) устанавливается монтажный зажим, предназначенный для работы с защищенными проводами. Крюк троса лебедки закрепляется за монтажный зажим. С помощью лебедки создается усилие, необходимое для ослабления нагрузки на зажим, удаляется шплинт втулки зажима, снимается втулка, отсоединяется зажим от гирлянды изоляторов.

Ослабляются болты зажима, отводится в сторону прижимная планка, удаляется провод из зажима. Осматривается провод в месте установки заменяемого зажима. В случае отсутствия обрывов отдельных проволок провода, других дефектов, снижающих прочность провода в целом и прочность

заделки провода в зажиме, новый зажим может быть установлен на прежнее место, в противном случае он должен быть установлен на неповрежденный участок провода.

Установка зажима осуществляется в обратной последовательности. Отмечается место установки зажима, удаляется на этом участке провода защитная оболочка (в случае если зажим устанавливается на неповрежденный участок провода). На оголенный участок наносится слой смазки и зачищается металлической щеткой. Длина оголенного участка провода при установке зажима SO 85 составляет 11,5 см. На новом концевом зажиме ослабляются обе гайки, отводится в сторону прижимная планка, чтобы освободить пространство для провода. В желоб зажима укладывается провод таким образом, чтобы его оголенный участок находился в зоне прижимной планки. Расположение зажима должно быть таким, как показано на рис. 57.



Рис. 57. Закрепление защищенного провода в концевом зажиме SO 85

Желоб зажима должен быть расположен со стороны пролета. Устанавливается на место прижимная планка, затягиваются болты. Момент затяжки болтов для зажима SO 85 составляет 55 Н·м. Затем зажим с проводом соединяется со скобой гирлянды изоляторов. Соединительная втулка зажима шпелнтуется. На поврежденный участок провода накладывается в два слоя изолирующая лента.

Ослабляется тяжение лебедки, снимаются монтажный зажим, лебедка и вспомогательный кронштейн.

Для выполнения работ по замене зажимов необходимы следующие инструменты, приспособления и устройства (табл. 21).

Таблица 21

Номенклатура приспособлений и инструментов для выполнения замены зажимов на ВЛИ

№ п.п.	Наименование приспособления, инструмента	Количество, шт.
1	Лебедка с тросом длиной 2 м (или полиспаст) грузоподъемностью не менее 550 даН	1
2	Вспомогательный кронштейн с крюком (стальной хомут с крюком или тросовая петля) для крепления лебедки на опоре прочностью не менее 500 даН	1
3	Монтажный натяжной зажим прочностью не менее 500 даН	1
4	Торцевой ключ 13/17	1
5	Динамометрический ключ с пределом измерения не менее 50 Н·м	1
6	Кабельные ножницы	1
7	Отделительные клинья	2 комплекта

8	Пластмассовый бандажный хомут	4
9	Смазка	1 тюбик
10	Стальная щетка	1
11	Когти-лазы для железобетонных опор ВЛ 0,38 кВ	2 пары
12	Нож для снятия изоляции	1

9.6. УСТАНОВКА УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Установка устройств защиты проводов и изоляции ВЛЗ от грозовых перенапряжений выполняется в случаях, предусмотренных требованиями ПУ ВЛЗ 6-20 кВ [2]. Для этой цели используются специальные ответвительные зажимы, электрический контакт между жилой защищенного провода и зажимом при этом обеспечивается прокалыванием оболочки провода.

При установке зажима болты следует затягивать со строго нормированным моментом, значение которого должно быть указано в инструкции по применению или в маркировке зажима.

Место установки зажима на провод должно быть удалено на 40 см от центра изолятора или на 5 см от окончания спиральной вязки. От зажима до шейки изолятора на провод навивается алюминиевая проволока диаметром 5 мм, делается виток вокруг изолятора.

Если зажимы устанавливаются с обеих сторон от изолятора, то алюминиевая проволока навивается далее по проводу до второго зажима и закрепляется в нем. Схема установки зажимов приведена на рис. 58. Такое устройство рекомендуется применять на ВЛЗ с расстояниями между фазными проводами на промежуточной опоре не более 60 см. При расстояниях между проводами более 60 см следует применять устройство, схема установки которого представлена на рис. 59.

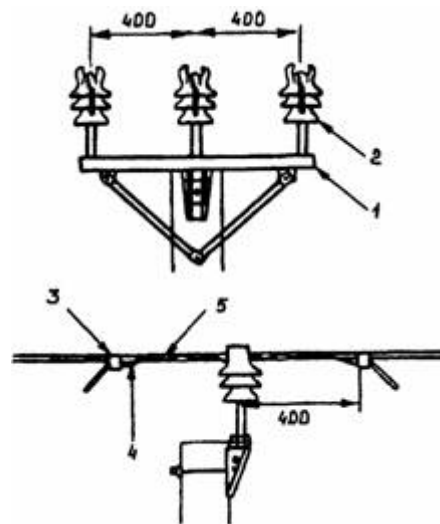


Рис. 58. Схема установки устройства защиты проводов и изоляторов ВЛЗ от грозовых перенапряжений при расстоянии между проводами не более 60 см:

1 - траверса промежуточной опоры; 2 - штыревой изолятор; 3 - зажим устройства; 4 - алюминиевая проволока диаметром 5 мм; 5 - защищенный провод

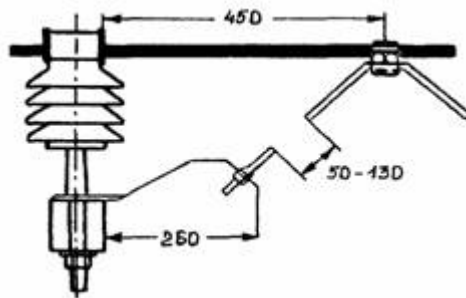


Рис. 59. Схема установки устройства защиты от грозвых перенапряжений при расстоянии между проводами на опоре более 60 см

10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОМУ ВЫПОЛНЕНИЮ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЛИ

10.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

При эксплуатации ВЛИ должны соблюдаться требования РД 153-34.0-03.150-00 [3] и [6].

Работы на ВЛИ могут выполняться как с отключением линии, так и без снятия напряжения.

Бригада, производящая работы на ВЛИ, должна быть укомплектована средствами индивидуальной защиты, заземляющими устройствами, слесарно-монтажным инструментом с изолирующими ручками, монтажными клиньями из изоляционного материала, ножом для снятия изоляции, набором инструментов для монтажа зажимов, специальными приспособлениями - натяжным устройством, полиспастом или лебедкой для раскатки СИП, другими принадлежностями, предусмотренными технологическими инструкциями (картами), средствами связи с диспетчером.

Без снятия напряжения рекомендуется производить следующие работы:

- замену опор и их элементов, поддерживающей и другой арматуры для крепления СИП на опорах, стенах зданий и других несущих конструкциях;
- перетяжку проводов;
- замену соединительных, ответвительных и натяжных зажимов;
- присоединение и отсоединение ответвлений к потребителям с использованием СИП;
- замену участков или восстановление изоляции отдельных проводов при нарушении ее целостности, за исключением случаев повреждения проводов, требующих замены части жгута СИП целиком.

С отключением ВЛИ следует выполнять замену части жгута целиком, работы по разъединению или соединению одного или нескольких проводов на линиях, проходящих во взрыво- и пожароопасных зонах (вблизи складов горючесмазочных материалов, бензоколонок, газораспределительных станций и т.п.).

При необходимости проведения работы на отдельном фазном проводе СИП допускается отключать только этот провод, не отключая всю линию. При этом провод следует отключить со всех сторон, откуда может быть подано напряжение, и заземлить на месте производства работ.

Отключаемый фазный провод выявляется по маркировке, нанесенной на изоляции. Заземляющий проводник следует присоединять к изолированному фазному проводу с помощью специального ответвительного зажима, обеспечивающего электрический контакт с жилой путем прокалывания изолирующего покрытия и снабженного разъемом для присоединения заземляющего проводника. Примеры конструктивного исполнения таких зажимов приведены на рис. 60. При установке заземлений следует использовать штатные заземляющие проводники (рис. 61) с разъемом, соответствующим применяемым зажимам.

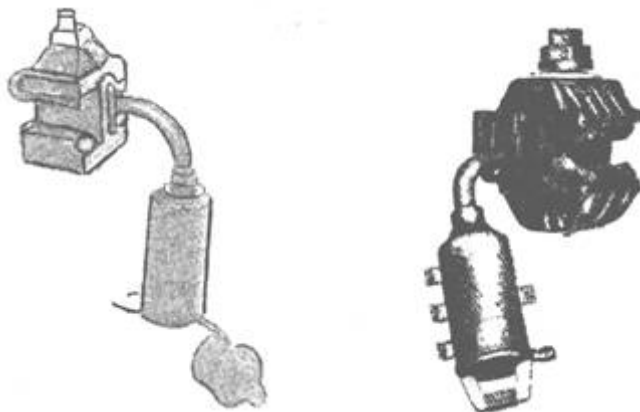


Рис. 60. Зажимы для присоединения заземляющего проводника и проверки отсутствия напряжения

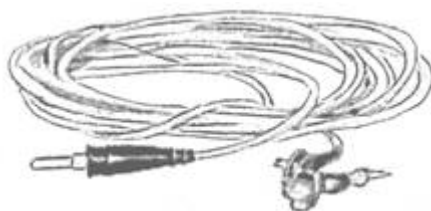


Рис. 61. Внешний вид заземляющего проводника с втычным разъемом и зажимом для присоединения к заземлителю

Установка заземления производится в следующем порядке:

- заземляющий проводник присоединяется к заземляющему устройству;
- на подлежащем ремонту фазном проводе устанавливается ответвительный зажим;
- производится проверка отсутствия напряжения с помощью указателя напряжения;
- свободный конец заземляющего проводника закрепляется в ответвительном зажиме.

Работу следует выполнять в изолирующих перчатках.

10.2. ТРЕБОВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ РАБОТ

Работу на ВЛИ без снятия напряжения следует производить при следующих климатических условиях:

- температуре воздуха от -20 до + 40°С;
- скорости ветра не более 10 м/с;

- отсутствии грозы;
- отсутствии инея, гололеда на опорах (при выполнении работ, связанных с подъемом на опоры).

Требования к персоналу, выполняющему работы на ВЛИ без снятия напряжения, приведены в РД 153-34.0-03.150-00 [3].

При выполнении работы без снятия напряжения на СИП с неизолированным нулевым проводом следует изолировать нулевой провод и металлическую арматуру с помощью изолирующих накладок и колпаков.

Работа на ВЛИ без снятия напряжения не допускается в ряде случаев, предусмотренных п. 4.15.87 [3], таких как:

- отключение ВЛИ, вызванное ошибкой бригады;
- повреждение на ВЛИ, ликвидация которого невозможна без нарушения технологии работ;
- отсутствие или неисправность технических средств и средств защиты;
- сильный дождь, снегопад, густой туман, обледенение опор (при необходимости подъема на опоры);
- другие обстоятельства, угрожающие безопасности работ.

10.3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ВЫПОЛНЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ РАБОТ

При проведении работ на фазных проводах необходимо создать дистанцию между проводом, на котором выполняется работа, и другими проводами жгута; для этого применяются изолирующие отделительные клинья.

Присоединение ответвлений к ВЛИ и отсоединение ответвлений следует выполнять с отключенной нагрузкой ответвления. При присоединении сначала ответвительный зажим устанавливается на фазный провод, затем в зажим вводится провод ответвления. Отсоединение производится в обратной последовательности. Работа выполняется с использованием диэлектрических перчаток и обуви.

Расстояние между проводами ВЛИ, находящейся под напряжением, и рабочими частями механизмов, производящих работы вблизи линии, должно быть таким, чтобы предотвращалось касание механизмами проводов и повреждение их изоляции. Значение этого расстояния не нормируется.

Расстояние от электромонтера, производящего работы на ВЛИ, до изолированных проводов и арматуры не нормируется.

Безопасность электромонтера, работающего вблизи находящегося под напряжением неизолированного элемента ВЛИ, следует обеспечить созданием дистанции между телом работающего и неизолированным элементом не менее 60 см либо временным изолированием этих элементов с помощью изолирующих накладок и колпаков и использованием диэлектрических перчаток и инструментов с изолирующими ручками.

Удалять изоляцию с элементов, находящихся под напряжением, следует только на время, необходимое для выполнения операции, и на четко обозначенном участке, определяемом технологической инструкцией (картой) и конструкцией элемента ВЛИ.

Разъединение нулевого (несущего) провода СИП, воспринимающего механическую нагрузку (тяжение) всего жгута проводов и выполняющего функции защитной нейтрали, следует только после предварительного разъединения всех фазных проводов жгута.

Торцы разъединяемых проводов должны быть изолированы с помощью специальных изолирующих колпачков.

Присоединение к нулевому проводу следует производить до присоединения к фазным проводам.

11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОМУ ВЫПОЛНЕНИЮ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЛЗ

Ремонтные работы, связанные с заменой участка провода, заменой или ремонтом зажимов на анкерных опорах, заменой соединительных зажимов и др., сопровождающиеся натяжением провода, следует производить при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C . При аварийно-восстановительных работах, включающих монтаж защищенного провода, следует учитывать, что при более низкой температуре изолирующее покрытие жилы провода приобретает повышенную хрупкость.

При выполнении работ на ВЛЗ следует руководствоваться требованиями РД 153-34.0-03.150-00 [\[3\]](#).

Работы на защищенных проводах должны производиться с отключением ВЛЗ.

Расстояние от работников до проводов ВЛЗ и других элементов, соединенных с проводами, должно быть не менее 0,6 м.

Расстояние от проводов ВЛЗ до механизмов и грузоподъемных машин должно быть не менее 1,0 м.

Расстояние от защищенного провода до деревьев должно быть не менее 0,55 м.

Для работ по удалению с защищенных проводов упавших деревьев ВЛЗ должна быть отключена и заземлена, так как при падении дерева возможно повреждение защитной оболочки жил проводов.

На неотключенной ВЛЗ допускается выполнять работы по удалению набросов и ветвей деревьев с применением изолирующих штанг. При выполнении указанных работ без применения защитных средств линия должна быть отключена и заземлена.

Установка на месте работы переносного заземления на защищенный провод производится с применением специального зажима (рис. 62), при затягивании болта которого происходит прокалывание защитной оболочки и создается электрический контакт между жилой и заземляющим проводником.

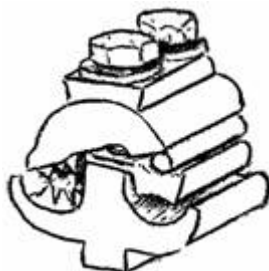


Рис. 62. Ответвительный зажим для присоединения заземляющего проводника

При наличии на проводах устройств защиты от грозовых перенапряжений заземляющий проводник присоединяется к металлическому стержню таких устройств с помощью зажимов, приведенных на рис. 63.

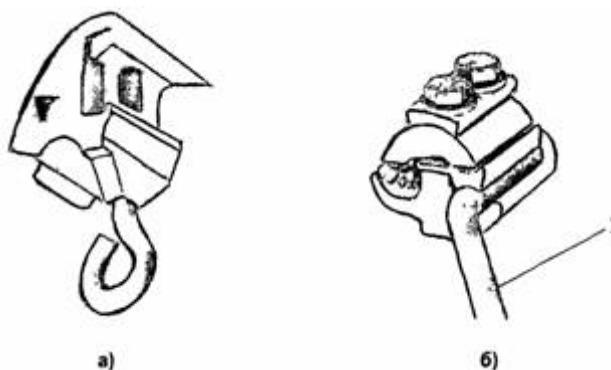


Рис. 63. Специальный зажим заземления (а) для установки на металлический стержень устройства защиты от грозовых перенапряжений (б):

1 - металлический стержень

Приложение 1 (рекомендуемое) ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ ПОДВЕСКИ, РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИП С ИЗОЛИРОВАННЫМ И НЕИЗОЛИРОВАННЫМ НУЛЕВЫМ НЕСУЩИМ ПРОВОДОМ И ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОВОДОВ

В табл. П1.1 - [П1.3](#) представлена арматура для подвески и ремонта СИП и защищенных проводов.

Таблица П1.1

Основная арматура для подвески СИП с неизолированным нулевым несущим проводом на опорах ВЛИ, по стенам зданий и сооружениям

№ п.п.	Наименование арматуры	Сечение провода, мм ²	Фирма-изготовитель, страна-поставщик	Примечание
1	Натяжная арматура		Финляндия, Россия, Беларусь	Для концевое крепление несущего провода СИП
1.1	Натяжной болтовой	25-50	Ensto	Облегченный (на 2 болта)

	зажим	35-95	Ensto	Стандартный (на 4 болта)
1.2	Натяжной цанговый зажим	25; 35	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Применяется для крепления проводов ответвлений к вводу. Возможна цветовая маркировка.
1.3	Натяжной роликовый зажим	25-50	Радио-Прибор Плюс	Преимущественное применение для несущего провода типа АС или усиленного стальным сердечником
		50-95		
1.4	Поддерживающий зажим	25-95	Ensto, ОАО «Белсель-электросетьстрой»	Для подвески на промежуточных и угловых (до 90°) опорах
2	Соединительная арматура		Финляндия, Россия	Для соединения в пролетах фазных и несущего проводов
2.1	Соединительный зажим для фазных проводов	16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Зажим алюминиевый, прессуемый в комплекте с самоусаживающейся оболочкой
2.2	Соединительный зажим для несущего провода (неизолированного) из алюминиевого сплава	25; 35; 50; 70; 95	Ensto	Зажим из алюминиевого сплава прессуемый
2.3	Соединительный зажим для несущего провода (неизолированного) из АС или усиленного стальным сердечником	25; 35; 50; 70; 95	Радио-Прибор Плюс, ТехЭнком, Крапивнинский механический цех	Зажим из алюминиевого сплава овальный (типа СОАС)
3	Ответвительная арматура		Финляндия, Россия, Беларусь	Для выполнения ответвлений, присоединений, соединения проводов в шлейфах опор
3.1	Прокалывающий зажим для алюминиевых проводов	16-50* 16-35	Ensto, Радио-Прибор Плюс, ОАО «Белсель-электросетьстрой»	Зажимы с несъемным или съемным защитным футляром или корпус выполнен из изолирующего материала
3.2	Прокалывающий зажим для ответвления от алюминиевых проводов медными проводами	16-50 А* 2,5-10 М	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Комбинированный зажим
3.3	Прокалывающий зажим универсальный	16-95 А* 16-95 А 2,5-50 М* 2,5-50 М	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Для алюминиевых или медных проводов или их комбинации
3.4	Прокалывающий зажим для проводов малых сечений	1,5-25** 1,5-25	Ensto	Универсальный зажим для присоединения алюминиевых

				и медных проводов малых сечений в любой комбинации
3.5	Прокалывающий зажим	16-50 10-50	Ensto, Радио-Прибор Плюс, ОАО «Белсель-электросетьстрой»	Зажим для присоединения алюминиевых изолированных проводов к алюминиевому неизолированному проводу (малых сечений)
		16-150 16-120	Ensto, Радио-Прибор Плюс, ОАО «Белсель-электросетьстрой»	Зажим для присоединения алюминиевых изолированных проводов к алюминиевому неизолированному проводу
3.6	Зажим с гладкими контактными поверхностями для алюминиевых проводов***	16-50 16-35	Ensto, Радио-Прибор Плюс, ОАО «Белсель-электросетьстрой», ДИОН	Для проводов малых сечений
		50-150 16-120	Ensto, Радио-Прибор Плюс, ОАО «Белсель-электросетьстрой», ДИОН	Для ответвления от проводов магистрали большого сечения
3.7	Зажим с гладкими контактными поверхностями, комбинированный	10-50 А 2,5-10 М	Ensto, ДИОН	Для ответвления от алюминиевых проводов медными проводами малых сечений
		16-150 А 6-35 М и 50-150 А 10-95 М	Ensto, ДИОН	Для ответвления от алюминиевых проводов медными проводами
4	Шинные зажимы		Финляндия, Россия	Для присоединения проводов к шинам в щитах и на оборудовании
4.1	Зажим для шин различной толщины	16-150 А	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Для шин толщиной 7,5 мм
		16-150 А	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Для шин толщиной 10 мм
		16-150 А	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Для шин толщиной 15 мм
4.2	Комбинированный зажим	16-70 А; 4-25 М	Ensto	Для шин толщиной 10 мм
		16-150 А; 6-35 М	Ensto	Для шин толщиной 7,5 мм
4.3	Болтовые наконечники	10-35 А; 16-70 А;	Ensto	Для присоединения проводов к щитам, оборудованию и шинам

		2?35-150 А; 2?16-70 А		
4.4	Комплект элементов крепления СИП на стенах зданий, сооружениях	СИП из 4-5 проводов 16-150 А	Ensto	Комплект крепления СИП на деревянных стенах зданий, сооружениях
				Комплект крепления СИП на бетонных и кирпичных стенах зданий, сооружениях

* В числителе - сечение провода магистрали, в знаменателе - сечение провода ответвления.

** Сечения как медных, так и алюминиевых проводов.

*** Зажим с гладкими контактными поверхностями должен быть в комплекте со съемным защитным кожухом.

Примечание. А - алюминиевый; М - медный; АС - сталеалюминевый, СОАС - соединитель овальный для сталеалюминевых проводов.

Таблица П1.2

Основная арматура для подвески СИП с изолированным нулевым несущим проводом на опорах ВЛИ, по стенам зданий и сооружениям

№ п.п.	Наименование арматуры	Сечение провода, мм ²	Фирма-изготовитель, страна-поставщик	Примечание
1	Натяжная арматура		Франция, Финляндия, Австрия, Россия	Для концевое крепление СИП на опорах, стенах зданий и сооружениях
1.1	Натяжной клиновой зажим	25-50	Simel, Niled, Mosdorfèr, Sikame, Ensto ТехЭнком	Корпус зажима - из алюминиевого сплава; клин зажима - из электроизоляционного материала
		50-95		
1.2	Натяжной зажим для проводов ответвления к вводу	16-35	Simel, Niled, Mosdorfèr, Sikame, Ensto, ТехЭнком	Два типоразмера: для 2-проводного СИП для 4-проводного СИП
1.3	Поддерживающий зажим	35-95	Simel, Niled, Mosdorfèr, Sikame, Ensto, ТехЭнком	Корпус зажима должен быть из электроизоляционного материала
2	Соединительная арматура		Франция, Финляндия, Австрия	Для соединения в пролетах фазных и несущего проводов СИП
2.1	Соединительный алюминиевый зажим с оболочкой из изолирующего материала	16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150	Simel, Niled, Mosdorfèr, Sikame, Ensto	Соединение алюминиевых проводов прессованием непосредственно по изолирующей оболочке зажима

	для фазных проводов одинакового сечения			
2.2	Соединительный зажим для фазных проводов разных сечений и разных материалов	4; 6; 10; 16; 25; 35; 50	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Соединение алюминиевых проводов с алюминиевыми или медными проводами разных сечений прессованием непосредственно по изолирующей оболочке зажима
2.3	Соединительный зажим из алюминиевого сплава с оболочкой из изолирующего материала для нулевого несущего провода	25; 35; 50; 70; 90	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Соединение проводов прессованием непосредственно по изолирующей оболочке зажима
3	Ответвительная арматура*		Франция, Финляндия, Австрия	Для выполнения ответвлений, присоединений, соединения проводов в шлейфах опор
3.1	Прокалывающий зажим комбинированный	10-25 А 1,5-25 А или 10-25 А 1,5-16 М	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Для присоединения проводов малых сечений алюминиевых или медных
3.2	Прокалывающий зажим	35-95 35-95	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Для присоединения алюминиевых проводов СИП
3.3	Прокалывающий зажим комбинированный	35-95 А 16-25 А или 35-95 А 1,5-25 М	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Для присоединения к проводу магистрали проводов малых сечений, в том числе из разнородного материала
3.4	Прокалывающий зажим	25-95 25-95	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Присоединение к неизолированным проводам проводов СИП
		25-95** 16-25	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Присоединение к неизолированным проводам проводов СИП малых сечений
		70-150 35-120	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Для изолированных проводов больших сечений
3.5	Концевой зажим с наконечником (прессуемый)	16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Для присоединения СИП к оборудованию (с алюминиевым наконечником). Прессование без удаления изолирующей оболочки зажима
3.6	Концевой зажим с наконечником	16; 25; 35; 50; 70; 95; 120;	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame,	Для присоединения СИП к оборудованию (с медным

	(прессуемый)	150	Ensto	наконечником). Прессование без удаления изолирующей оболочки зажима
3.7	Зажим для присоединения переносного заземления и приборов контроля напряжения	16-50 и 50-150	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame	Прокальывающий зажим для присоединения заземляющего проводника к изолированным проводам СИП двух типоразмеров
3.8	Комплект элементов для крепления СИП при прокладке по стенам зданий и сооружениям	СИП из 4-5 проводов 16-150 мм	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Комплект крепления СИП на деревянных стенах зданий, сооружениях
3.9	Комплект элементов для крепления СИП при прокладке по стенам зданий и сооружениям	СИП из 4-5 проводов 16-150 мм	Simel, Niled, Mosdorfer, Sikame, Ensto	Комплект крепления СИП на бетонных и кирпичных стенах зданий, сооружениях

* Вся ответительная арматура выполнена в корпусах из прочного изолирующего материала и не требует дополнительных защитных футляров.

** В числителе - сечение неизолированного провода, в знаменателе - сечение провода СИП.

Таблица П1.3

Основная арматура для подвески защищенных проводов на опорах ВЛЗ 6-20 кВ

№ п.п.	Наименование арматуры	Сечение провода, мм ²	Фирма-изготовитель, страна-поставщик	Примечание
1	Натяжная арматура		Финляндия, Австрия, Россия	Для концевого крепления на опорах анкерного типа защищенного провода
1.1	Натяжной зажим	35-150	Ensto, ЗАО «КАТОС», Mosdorfer	Болтовой зажим для крепления провода со снятием оболочки
		35; 50; 70; 95, 120; 150	Ensto, ОАО «Электро-сетьстройпроект»	Спиральный зажим для крепления провода без снятия защитной оболочки
		35; 50; 70; 95; 120; 150	Ensto, ОАО «Электро-сетьстройпроект»	Спиральный зажим для крепления провода со снятием защитной оболочки
2	Поддерживающая арматура		Финляндия, Австрия, Россия	Для крепления защищенного провода на угловых и промежуточных опорах
2.1	Поддерживающий зажим	35-70 и 70-150	Ensto, ЗАО «КАТОС», Mosdorfer	Для крепления к подвесным изоляторам со снятием защитной оболочки провода
2.2	Поддерживающий зажим (роликовый)	35-70 и 70-150	Ensto	Для крепления к подвесным изоляторам без снятия защитной оболочки провода

2.3	Спиральный зажим	35; 50; 70; 95; 120; 150	Ensto, Mosdorfer, ОАО «Электро- сетьстройпроект»	Для крепления к штыревым и опорно-стержневым изоляторам без снятия защитной оболочки с провода
2.4	Зажим с возможностью временного снятия усилия закрепления	35-70 и 70-150	Niled, Mosdorfer	Для крепления к штыревым и опорно-стержневым изоляторам
3	Ответвительная арматура		Финляндия, Австрия, Россия, Беларусь	
3.1	Ответвительный зажим прокалывающий	35-150	Ensto, Радио-Прибор Плюс, ЗАО «КАТОС», ОАО «Белсельэлектро- сетьстрой», Mosdorfer	Для выполнения ответвлений и присоединений защищенных проводов
3.2	Ответвительный зажим комбинированный	35-150	Ensto, Радио-Прибор Плюс	Для выполнения ответвлений от защищенного провода неизолированным проводом
3.3	Устройство для защиты от грозовых перенапряжений с прокалывающим зажимом	35-150	Ensto, Радио-Прибор Плюс, ЗАО «КАТОС», ОАО «Белсельэлектро- сетьстрой», Mosdorfer	Для присоединения к защищенному проводу без удаления защитной оболочки провода
3.4	Зажим для присоединения заземляющего проводника переносного заземления	35-150	Ensto, Радио-Прибор Плюс, Mosdorfer, Sicame, SLO	Зажим для присоединения к устройству защиты от грозовых перенапряжений или защищенному проводу со снятием защитной оболочки
			Ensto, SLO	Прокалывающий зажим для присоединения к защищенному проводу без снятия защитной оболочки

Приложение 2 (обязательное)

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СООРУЖЕНИИ, РЕМОНТЕ И ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ВЛИ И ВЛЗ

А. Нормативные документы общего назначения

1. [Правила устройства электроустановок \(ПУЭ\)](#). - М.: ЗАО "Энергосервис", 1998.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: [РД 34.20.501-95](#). - М.: СПО ОРГРЭС, 2002.
3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок: [ПОТ РМ-016-2001](#): РД 153-34.0-03.150-00. - М.: ЭНАС, 2001.
4. Правила охраны электрических сетей напряжением свыше 1000 В. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
5. Объем и нормы испытаний электрооборудования: [РД 34.45-51.300-97](#). - М.: ЭНАС, 1998.
Изменение № 1 к РД 34.45-51.300-97. - М.: СПО ОРГРЭС, 2000.
6. Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе электростанций, сетей и энергосистем: РД 34.20.801-93. - М.: СПО ОРГРЭС, 1993.
7. Типовая инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем: РД 34.20.561-92. - М.: СПО ОРГРЭС, 1992.
8. Типовая инструкция по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 0,38-20 кВ с неизолированными проводами: [РД 153-34.3-20.662-98](#). - М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
9. [Правила приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов распределительных электрических сетей напряжением 0,38-20 кВ сельскохозяйственного назначения](#). - М.: СПО ОРГРЭС, 1989.
10. Правила использования воздушных линий электропередачи 0,38 кВ для подвески проводов проводного вещания до 360 В: РД 34.20.515-91. - М.: СПО ОРГРЭС, 1991.
11. [Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним](#). - М.: 1993.
12. Типовая инструкция по охране труда для электромонтера по эксплуатации распределительных сетей: РД 34.03.235-93. - М.: СПО ОРГРЭС, 1997.
13. Типовая инструкция по организации оперативного обслуживания распределительных электрических сетей 0,38-20 кВ с воздушными линиями электропередачи: ТИ 34-70-059-86. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.
14. Рекомендации, технические и проектные решения по защите строительных конструкций воздушных линий электропередачи: Отчет. - М.: ОРГРЭС, 1996.
15. Типовые карты организации труда на основные виды работ по капитальному ремонту и техническому обслуживанию электрических сетей напряжением 0,38-110 кВ.
16. Нормы потребности в средствах малой механизации, механизированном, ручном инструменте и специальных приспособлениях для ремонтно-эксплуатационных работ на ТЭС, ГЭС, в электрических и тепловых сетях: [РД 34.10.109-88](#). - М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.
17. Нормы аварийного запаса материалов и оборудования для восстановления воздушных линий электропередачи напряжением 0,4-35 кВ. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1978.

18. Табелы комплектования предприятий электрических сетей Минэнерго СССР средствами малой механизации, приспособлениями, такелажным оборудованием, ручным инструментом и приборами для ремонта и технического обслуживания воздушных линий электропередачи напряжением 0,4-750 кВ и кабельных линий 0,4-35 кВ. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

19. Указания по учету и анализу в энергосистемах технического состояния распределительных сетей напряжением 0,38-20 кВ с воздушными линиями электропередачи. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1990.

20. Методические указания по комплексной качественной оценке технического состояния распределительных сетей напряжением 0,38-20 кВ с воздушными линиями электропередачи: РД 34.20.583-91. - М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

21. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электрических станций и сетей: РДПр 34-38-030-92. - М.: Ротапринт ЦКБ Главэнергоремонта, 1994.

22. Нормы времени на ремонт и техническое обслуживание воздушных и кабельных линий, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов напряжением 0,4-20 кВ: НР 34-00-039-83. В двух вып. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1984.

Б. Нормативные документы по ВЛИ до 1 кВ

1. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (ПУ ВЛИ до 1 кВ). - М.: РОСЭП, 1997.

2. Правила приемки в эксплуатацию воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами: [РД 153-34.0-20.408-97](#). - М.: СПО ОРГРЭС, 2000.

3. Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами: [РД 153-34.3-20.671-97](#). - М.: СПО ОРГРЭС, 2000.

4. Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с изолированными самонесущими проводами типа "Торсада" (ПУ ВЛИ до 1 кВ Торсада). - М.: РОСЭП, 1995.

5. Рекомендации по монтажу самонесущих изолированных проводов "Торсада" на ВЛИ 0,38 кВ. - М.: РОСЭП, 1995.

6. Методические указания по эксплуатации опытно-промышленных ВЛ 0,38 кВ с самонесущими изолированными, скрученными в жгут проводами "Торсада". - М.: 1995.

7. Основные требования безопасности при эксплуатации опытно-промышленных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с изолированными, скрученными в жгут проводами Торсада. - М.: 1995.

8. Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с изолированными самонесущими проводами АМКА (ПУ ВЛИ до 1 кВ АМКА). - М.: РОСЭП, 1995.

9. Рекомендации по монтажу самонесущих изолированных проводов "АМКА" фирмы "Нокия" на ВЛИ 0,38 кВ. - М.: РОСЭП, 1995.

10. Методические указания по эксплуатации опытно-промышленных ВЛ 0,38 кВ со скрученными в жгут изолированными фазными проводами и неизолированным нулевым проводом АМКА (ВЛИ 0,38 кВ АМКА). - М.: 1995.

В. Нормативные документы по ВЛЗ 6-20 кВ

1. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением 6-20 кВ с защищенными проводами (ПУ ВЛЗ 6-20 кВ). - М.: РОСЭП, 1998.
2. Правила устройства опытно-промышленных воздушных линий электропередачи напряжением 6-20 кВ с проводами SAX. - М.: РОСЭП, 1996.
3. Рекомендации по монтажу на ВЛ 6-20 кВ с проводами SAX. - М.: РОСЭП, 1996.
4. Методические указания по эксплуатации опытно-промышленных ВЛ 6-20 кВ с проводами SAX, имеющими изолирующее покрытие (ВЛ 6-20 кВ SAX). - М.: 1996.
5. Методические указания по монтажу ВЛ 6-20 кВ с защищенными проводами. - М.: СПО ОРГРЭС, 2000.

Список использованной литературы

1. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами (ПУ ВЛИ до 1 кВ). - М.: РОСЭП, 1997.
2. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением 6-20 кВ с защищенными проводами (ПУ ВЛЗ 6-20 кВ). - М.: РОСЭП, 1998.
3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок: [ПОТ РМ-016-2001](#); РД 153-34.0-03.150-00. - М.: ЭНАС, 2001.
4. Типовая инструкция по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи напряжением 0,38-20 кВ с неизолированными проводами: [РД 153-34.3-20.662-98](#). - М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
5. Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами: [РД 153-34.3-20.671-97](#). - М.: СПО ОРГРЭС, 2000.
6. [Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним](#). - М.: 1993.
7. ТУ 16.К-71-268-98. Провода самонесущие изолированные типа "Аврора". Технические условия.
8. ТУ 16.К 71-272-98. Провод с защитной изоляцией для воздушных линий электропередачи марки СИП-3 на напряжение до 20 кВ.
9. Рекомендации по монтажу самонесущих изолированных проводов "АМКА" фирмы "Нокия" на ВЛИ 0,38 кВ. - М.: РОСЭП, 1995.
10. Рекомендации по монтажу самонесущих изолированных проводов "Торсада" на ВЛИ 0,38 кВ. - М.: РОСЭП, 1995.