

КРОК-ГТ

ЗАПОРОЖСКИЙ ЗАВОД
КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ
ПРОДУКЦИИ



ИНСТРУКЦИЯ

ПО ВЫБОРУ, ПРОКЛАДКЕ, МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА
на переменное напряжение 6, 10, 15, 20, 30 и 35 кВ

2021



СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Общие сведения о кабелях с изоляцией из сшитого полиэтилена, выпускаемых кабельным заводом «ООО КРОК Г.Т.»	2
1.1 Введение	2
1.2 Указание по безопасности проведения работ	2
1.3 Общие положения по эксплуатации кабельных линий	2
1.4 Конструкция кабеля	3
Раздел 2. Руководство по выбору кабелей	4
2.1 Марки кабелей	4
2.2 Номинальное напряжение	5
2.3 Область применения и условия эксплуатации	5
2.4 Выбор номинального сечения жил и экранов в зависимости от токовых нагрузок	9
2.5 Способы заземления экранов кабелей и защита от перенапряжений	19
2.6 Электрические характеристики кабелей	21
2.7 Наружный диаметр и масса кабелей	25
2.8 Химическая устойчивость наружных оболочек	28
Раздел 3. Инструкция по прокладке кабелей	32
3.1 Введение	32
3.2 Общие требования	32
3.3 Способы прокладки кабелей	36
3.4 Подготовка и приемка трассы	48
3.5 Хранение и транспортирование барабанов с кабелем	49
3.6 Подготовительные работы	51
3.7 Прокладка	53
3.8 Испытание оболочек кабелей, проложенных в земле	56
3.9 Ремонт оболочки кабелей	56
3.10 Герметизация концов кабелей	60
Раздел 4. Рекомендации по выбору и монтажу кабельных муфт	62
4.1 Соединительные муфты	62
4.2 Концевые муфты	64
4.3 Соединение маслонаполненных кабелей и кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена с помощью переходных муфт	68
4.4 Общие указания по монтажу термоусаживаемых муфт	70
Раздел 5. Испытания и эксплуатация кабельных линий	
5.1 Испытания кабельных линий после монтажа и в процессе эксплуатации	71
5.2 Определение мест повреждений кабельных линий	75
5.3 Ремонт кабельных линий	76
5.4 Обходы и осмотры кабельных линий	77
Раздел 6. Правила безопасности при выполнении работ на кабельных линиях	
6.1 Общие положения	79
6.2 Земляные работы	79
6.3 Вскрытие муфт, разрезание кабеля	80
6.4 Прокладка, перекладка кабеля и переноска муфт	80
6.5 Работы в подземных сооружениях	80
Приложение А Методы определения мест повреждения кабельных линий	81
Приложение Б Индексы параметров пожарной безопасности по ДСТУ 4809	84

1.1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая инструкция распространяется на кабельные линии, выполненные кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена на номинальное переменное напряжение 6, 10, 15, 20, 30 и 35 кВ номинальной частотой 50 Гц. типа ПвЭП, АпвЭП, ПвЭПу, АпвЭПу, ПвЭВ, АпвЭВ, ПвЭВнг(А), АпвЭВнг(А), ПвЭВнг(А)-LS, АпвЭВнг(А)-LS, ПвЭПнг(А)-HF, АпвЭПнг(А)-HF, ПвЭБП, АпвЭБП, ПвЭБПу, АпвЭБПу, ПвЭБВ, АпвЭБВ, ПвЭБВнг(А), АпвЭБВнг(А), ПвЭБВнг(А)-LS, АпвЭБВнг(А)-LS, ПвЭБПнг(А)-HF, АпвЭБПнг(А)-HF, ПвЭКП, АпвЭКП, ПвЭКПу, АпвЭКПу, ПвЭКаП, АпвЭКаП, ПвЭКаПу, АпвЭКаПу, ПвЭКВ, АпвЭКВ, ПвЭКаВ, АпвЭКаВ, ПвЭКВнг(А), АпвЭКВнг(А), ПвЭКаВнг(А), АпвЭКаВнг(А), ПвЭКВнг(А)-LS, АпвЭКВнг(А)-LS, ПвЭКаВнг(А)-LS, АпвЭКаВнг(А)-LS, ПвЭКПнг(А)-HF, АпвЭКПнг(А)-HF, ПвЭКаПнг(А)-HF, АпвЭКаПнг(А)-HF и их модификаций (см.п.2.1) с сечением медных и алюминиевых жил $25 \div 800 \text{ мм}^2$ по ТУ У 27.3-13638750-041:2014. Инструкция составлена в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», учитывает положения «Инструкции по эксплуатации силовых кабельных линий. Часть 1. Кабельные линии напряжением до 35 кВ» РД 34.20.508, СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49:2011 Проектирования кабельных линий напряжением до 330 кВ. Настанова (у редакції наказу від 26.01.2017 № 82) и является обязательной для персонала электрических станций и электрических сетей.

1.2 УКАЗАНИЕ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

При эксплуатации кабельных линий следует руководствоваться правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок и настоящей инструкцией.

1.3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

После приемки кабельной линии в эксплуатацию эксплуатирующая организация должна оформить всю техническую документацию по данной кабельной линии согласно приведенного ниже перечня. На каждую кабельную линию должен быть заведен паспорт, содержащий все необходимые технические данные по линии и систематически пополняемый сведениями по ее испытаниям, ремонту и эксплуатации.

Документация на кабельную линию

1. Проект кабельной линии со всеми согласованиями, перечнем отклонений от проекта и указанием, с кем и когда эти отклонения согласованы.

2. Исполнительный чертеж трассы, выполненный в масштабе 1:200 или 1:500 в зависимости от развития сети в районе трассы и насыщенности территории коммуникациями.

По всей длине трассы линии на исполнительной документации должны быть обозначены координаты трассы и муфт по отношению к существующим капитальным сооружениям или к специально установленным знакам.

3. Кабельный журнал и контрольно-учетный паспорт на соединительные муфты кабельной линии, при прокладке двух кабелей и более в траншее требуется план их раскладки.

4. Акты на вскрытые работы, в том числе акты и исполнительные чертежи на пересечения и сближения кабелей со всеми подземными коммуникациями, акты на монтаж кабельных муфт и акты на осмотр кабелей, проложенных в траншеях и каналах, перед закрытием.

5. Акты приемки траншей, каналов, туннелей, блоков коллекторов и т.п. под монтаж кабелей.

6. Протокол заводских испытаний кабелей.

7. Протокол осмотров и проверки изоляции кабелей на барабанах перед прокладкой.

8. Диаграмма тяжений во время механизированной прокладки кабеля.

9. Протокол испытаний кабельной линии после прокладки.

10. Протокол подогрева кабелей на барабане перед прокладкой при низких температурах.

11. Заводские паспорта на оборудование и кабель.

12. Схема фазировки линий (соединение одноименных фаз оборудования, присоединяемого к концевым муфтам линии).

13. Акты на монтаж муфт.

14. Паспорт кабельной линии, составленный по установленной форме.

1.4 КОНСТРУКЦИЯ КАБЕЛЯ

- токопроводящая жила – медная или алюминиевая, многопроволочная уплотненная. Возможна герметизация жилы от продольного распространения влаги с помощью водонабухающих нитей;

- внутренний полупроводящий слой, изоляция и внешний полупроводящий слой, наложенные одновременно методом тройной экструзии. Эти элементы выпрессовываются из композиций сшиваемого полиэтилена высокой чистоты производства фирмы Borealis (Швеция) или DOW (США), и вулканизируются в среде азота при высоких значениях температуры и давления. Полупроводящие слои прочно соединены с изоляцией, что увеличивает стойкость кабеля к токам короткого замыкания и воздействию циклов нагрева и охлаждения;

- экран, выполненный в виде комбинации из медных проволок и лент. Экран герметизирован в продольном направлении водонабухающими лентами; возможна так же дополнительная поперечная герметизация при помощи алюмополимерной ленты, сваренной с наружной оболочкой;

- защитный покров в виде обмотки из стальных оцинкованных лент или повива из стальных оцинкованных проволок или повива из алюминиевых проволок;

- экструдированная наружная оболочка из полиэтилена высокой плотности (П, Пу), полимерной композиции пониженной горючести (Пнг), поливинилхлоридного пластика (В), поливинилхлоридного пластика пониженной горючести (Внг), поливинилхлоридного пластика пониженной пожароопасности (Внг-LS) или полимерной композиции, не содержащей галогенов и не распространяющей горение «Пнг-НФ».

2. РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ КАБЕЛЕЙ

2.1 МАРКИ КАБЕЛЕЙ

Марка кабеля содержит краткое обозначение конструктивных элементов, которые определяют основные условия прокладки и эксплуатации кабеля.

Марки кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена содержат следующие обозначения:

Токопроводящая жила	А	алюминиевая жила
	-	медная жила (без обозначения)
	г	жила продольно герметизирована
Изоляция	Пв	изоляция из сшитого полиэтилена
Экран	Э	медный экран по изолированной жиле
	о	медный экран по общей скрутке
	г	продольная герметизация экрана водонабухающими лентами
Защитный покров	га (2г)	продольная и поперечная герметизация экрана водонабухающими материалами и алюмополимерной лентой
	Б	обмотка из стальных оцинкованных лент
	К	повив из стальных оцинкованных проволок
Наружная оболочка	Ка	повив из алюминиевых проволок
	П	наружная оболочка из полиэтилена или сополимера полиэтилена
	Пу	усиленная полиэтиленовая оболочка
Климатическое исполнение	Внг(А)	наружная оболочка из ПВХ пластиката, не распространяющего горение при групповой прокладке кабелей
	Внг(А)-LS	наружная оболочка из ПВХ пластиката, не распространяющего горение и с низким выделением дыма и коррозионноактивных газов
	Пнг(А)-HF	наружная оболочка из полимерной композиции, не распространяющей горение, не содержащей галогенов
Климатическое исполнение	—	исполнение У (УХЛ) (без обозначения)

Пример обозначения: «Кабель А Пв Эг П – 35 1х240(г)/95 ТУ У 27.3-13638750-041:2014»

алюминиевая токопроводящая жила

изоляция из сшитого полиэтилена

медный экран с продольной герметизацией

наружная оболочка из полиэтилена

номинальное фазное/линейное напряжение, кВ

число жил

номинальное сечение

токопроводящей жилы

жила продольно герметизирована

номинальное сечение экрана, мм²

обозначение технических условий

2.2 НОМИНАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Кабели предназначены для работы в сетях переменного тока частоты 49-61 Гц на номинальное напряжение величиной, указанной в таблице 2.1

Таблица 2.1

Номинальное напряжение по ГОСТ 29322, кВ	Рекомендованное номинальное напряжение кабеля $U_0/U/U_m$ кВ/кВ, для сети	
	с заземленной нейтралью и изолированной нейтралью А и В	с изолированной нейтралью С
6	3,6/6/7,2	6/10/-
10	6/10/12	8,7/15/-
15	8,7/15/17,5	12/20/-
20	12/20/24	18/30/-
35	20,2/35/40,5	-

U_0 – номинальное фазное напряжение (действующее напряжение между токопроводящей жилой и металлическим экраном, на которое рассчитан кабель);

U – номинальное линейное напряжение (действующее напряжение между токопроводящими жилами кабелей одной трехфазной системы);

U_m - максимальное значение напряжения сети, при котором может использоваться кабель.

В обозначении кабелей и в дальнейшем по тексту указывается номинальное линейное напряжение U .

2.3 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Основные марки кабелей и соответствующие им области применения приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2

Марка кабеля	Рекомендуемые области применения
АПвЭП, ПвЭП	Для прокладки в земле (траншеях), на воздухе, в кабельных сооружениях и производственных помещениях при условии обеспечения требований пожарной безопасности и при обеспечении механической защиты кабелей
АПвЭПу, ПвЭПу	То же, для прокладки по трассам сложной конфигурации
АПвЭгП, АПвЭгаП, ПвЭгП, ПвЭгаП	Для прокладки в земле (траншеях) с высокой коррозионной активностью грунта, при условии обеспечения механической защиты кабелей
АПвЭВ, ПвЭВ	Для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях при условии обеспечения механической защиты кабелей
АПвЭВнг, ПвЭВнг	Для групповой прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях при условии обеспечения механической защиты кабелей
АПвЭВнг-LS, ПвЭВнг-LS	То же, при наличии требований к плотности дыма при пожаре и при условии обеспечения механической защиты кабелей

Продолжение таблицы 2.2

АПвЭПнг-НФ, ПвЭПнг-НФ	То же, при наличии требований по ограничению воздействия коррозионно-активных газов при пожаре и при условии обеспечения механической защиты кабелей
ПвЭгБП, АПвЭгБП	Для прокладки в земле (траншеях) с низкой, средней и высокой коррозионной активностью, в местах, где возможны механические воздействия на кабель
ПвЭгБВ, АПвЭгВ	Для прокладки в земле (траншеях) с низкой коррозионной активностью, в местах, где возможны механические воздействия на кабели
ПвЭБВнг, АПвЭВнг	Для групповой прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях при возможности механических воздействий на кабели
ПвЭБВнг-LS, АПвЭВнг-LS	Для групповой прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях, в которых установлены требования по ограничению плотности дыма при пожаре и при возможности механических воздействий на кабели
ПвЭБПнг-НФ, АПвЭПнг-НФ	Для групповой прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях, в которых установлены требования по ограничению воздействия коррозионно-активных газов при пожаре и при возможности механических воздействий на кабели
ПвЭКП, АПвЭКП	Для прокладки в земле (траншеях) с низкой, средней и высокой коррозионной активностью, в местах, где возможны механические воздействия на кабель, в частности, значительные растягивающие усилия
ПвЭКаП, АПвЭКаП	То же, для кабелей с одной жилой
ПвЭКВнг-LS, АПвЭКВнг-LS	Для групповой прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях, в которых установлены требования по ограничению плотности дыма при пожаре и при возможности механических воздействий на кабели, в частности – значительные растягивающие усилия
ПвЭКаВнг-LS, АПвЭКаВнг-LS	То же, для кабелей с одной жилой
ПвЭКПнг-НФ, АПвЭКПнг-НФ	Для групповой прокладки в электроустановках общественных и промышленных сооружений, в которых установлены требования по ограничению воздействия коррозионно-активных газов при пожаре и при возможности механических воздействий на кабели, в частности – значительные растягивающие усилия
ПвЭКаПнг-НФ, АПвЭКаПнг-НФ	То же, для кабелей с одной жилой

Кабели предназначены для прокладки на трассах без ограничения разности уровня.

При прокладке кабелей на воздухе (на эстакадах, галереях, открытых лотках и т.д.) необходимо предусмотреть защиту кабелей от солнечного излучения.

Допускается прокладка кабелей с наружной оболочкой из полиэтилена в помещениях и кабельных сооружениях при условии обеспечения дополнительных средств противопожарной защиты.

Кабели с маркировкой «нг(А)-LS» и «нг(А)-HF» предназначены для прокладки на объектах, где наряду с требованиями к нераспространению горения предъявляются требования к пониженному дымогазовыделению при горении и тлении: атомных станциях, электростанциях, метрополитенах, высотных зданиях, крупных промыш-ленных объектах и др.

Прокладка кабелей с маркировкой «нг(А)», «нг(А)-LS» и «нг(А)-HF» в земле (траншеях) не рекомендуется; в обоснованных случаях допускается прокладка этих кабелей в сухих грунтах при условии обеспечения защиты кабеля от механических повреждений.

Кабели с усиленной оболочкой из полиэтилена предназначены для прокладки на сложных участках кабельных трасс, содержащих более 4 поворотов под углом свыше 30° или прямолинейные участки с более чем 4 переходами в трубах длиной свыше 20 м или с более чем двумя переходами в трубах длиной свыше 40 м, а также для прокладки в воде.

Кабели предназначены для эксплуатации в стационарном состоянии при температуре окружающей среды от плюс 50 °С до минус 50 °С для кабелей с наружной оболочкой из ПВХ пластика, до минус 60 °С – для кабелей с наружной оболочкой из полиэтилена.

Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей при эксплуатации - 90 °С.

Максимально допустимая температура нагрева жил кабелей при коротком замыкании - 250 °С. Продолжительность короткого замыкания не должна превышать 5 с.

Предельно допустимая температура экрана при коротком замыкании - 350 °С.

Допустимая температура нагрева жил кабелей в режиме перегрузки не более 130°С.

Продолжительность работы кабелей в режиме перегрузки не должна быть более 8 ч в сутки и не более 1000 ч за срок службы.

При определении пропускной способности кабелей при прокладке их в одной плоскости следует учитывать неравномерность распределения токов по отдельным кабелям.

При неравномерности распределения токов более 10%, когда отдельные кабели лимитируют пропускную способность группы кабелей, должны быть приняты меры по выравниванию токов по фазам одним из следующих способов:

- перекладка кабелей;
- пересоединение (перезаводка) концов кабелей.

Расчетные длительно допустимые значения токов и допустимые значения перегрузок должны быть записаны в паспорте кабельной линии.

Измерение температуры окружающего воздуха в кабельных сооружениях и в производственных помещениях, температуры грунта в местах пересечения кабелей с теплопроводами производится в сроки, устанавливаемые местными инструкциями.

Если в результате измерений и проверок будет обнаружено превышение допустимых токов или температур, то рекомендуется:

- улучшить вентиляцию в туннелях и каналах;
- заменить траншейные прокладки с большим количеством кабелей прокладками в туннелях и каналах хотя бы простейших типов (с технико-экономическим обоснованием);
- применить вставки кабелей большего сечения, применить дополнительную теплоизоляцию теплопроводов в местах пересечений их с кабелями;
- увеличить расстояния между кабелями в траншеях для уменьшения взаимного теплового влияния;
- засыпать траншеи более теплопроводящим грунтом.

Необходимая информация о расчетных значениях сопротивления жил, индуктивности кабеля и емкости приведена в Разделе 2.6.

2.4 ВЫБОР НОМИНАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ЖИЛ И ЭКРАНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОКОВЫХ НАГРУЗОК

2.4.1 Номинальное сечение токопроводящих жил выбирается из диапазона сечений, приведенного в таблице 2.3

Таблица 2.3

Количество жил	Сечение токопроводящих жил, мм ² , для кабелей с номинальным напряжением U, кВ		
	До 15	20,30	35
1	25÷800	35÷800	50÷800
3	25÷240	35÷240	50÷240

Номинальное сечение токопроводящих жил кабелей выбирается по длительно допустимому току, приведенному в 2.4.2 и скорректированному с учетом условий прокладки и эксплуатации кабеля при помощи поправочных коэффициентов, приведенных в 2.4.3. Поправочные коэффициенты должны быть приняты для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения, длина которого превышает 10 м.

Длительно допустимый ток кабельной линии определяется исходя из передаваемой мощности по формуле:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}, [A]$$

где P – передаваемая мощность, кВт

U – номинальное линейное напряжение, кВ

φ – угол сдвига фаз между напряжением и током.

Передаваемая мощность принимается с учетом возможных послеаварийных нагрузок и обеспечения необходимого резерва мощности в системе.

При необходимости прокладки нескольких параллельных кабельных цепей для передачи мощности P рекомендуется проводить технико-экономические расчеты с учетом затрат на прокладку кабелей, их монтаж и эксплуатацию.

Выбранное номинальное сечение жилы должно быть проверено по допустимому току при перегрузках (в послеаварийном режиме) в соответствии с 2.4.4 и по допустимому току короткого замыкания жилы, приведенному в 2.4.6.

Номинальное сечение экрана кабелей выбирается по допустимому току короткого замыкания экрана, приведенному в 2.4.6.

2.4.2 Длительно допустимые токовые нагрузки

Длительно допустимая токовая нагрузка силовых кабелей рассчитывается по методике СЕI IEC 60287.

Длительно допустимый ток кабеля рассчитывается в общем случае по формуле:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d(0,5T_1 + n(T_2 + T_3 + T_4))}{RT_1 + nR(1 + \lambda_1)T_2 + nR(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)}} [A]$$

где $\Delta\Theta$ - разница температур между токоведущей жилой и окружающей средой, °С;

W_d – диэлектрические потери на единицу длины, Вт/м;

T_1 – термическое сопротивление между жилой и металлическим экраном (оболочкой), ° С.м/Вт;

T_2 – термическое сопротивление между металлическим экраном (оболочкой) и броней, ° С.м/Вт;

T_3 – термическое сопротивление наружного покрова, °С.м/Вт;

T_4 – термическое сопротивление окружающей кабель среды, С.м/Вт(для земли эта величина обусловлена процессом теплопроводности, а для воздуха – процессом конвекции);

R –электрическое сопротивление токопроводящей жилы переменному току при максимально допустимой температуре жилы, Ом/м;

n – число жил в кабеле;

λ_1, λ_2 – отношение общих потерь в металлических экранах (оболочках) и броне к сумме потерь в токопроводящих жилах.

При расчете по этой формуле сделаны следующие допущения:

а) подсушивание грунта вокруг кабелей, проложенных в земле, не учитывается;

б) кабели, проложенные на воздухе, защищены от воздействия солнечного излучения.

Длительно допустимые токовые нагрузки кабелей, приведенные в таблицах 2.4.1÷2.4.4 рассчитаны при следующих условиях:

- температура жилы 90°С;
- температура окружающей среды 15 °С при прокладке в земле и 25 °С при прокладке на воздухе;
- фактор нагрузки 1,0;
- глубина прокладки в земле 1,5 м;
- удельное тепловое сопротивление грунта 1 К·м/Вт;
- при прокладке треугольником кабели проложены вплотную, при прокладке в плоскости расстояние между кабелями в свету равно диаметру кабеля;
- при прокладке трехжильных кабелей, или одножильных кабелей, расположенных треугольником значения длительно-допустимым токовых нагрузок, указанных в таблице 2.4 необходимо умножать на коэффициент, равный 0,92;
- кабели на воздухе проложены свободно (на расстоянии от опоры) и защищены от воздействия солнечного излучения;
- номинальное сечение медного экрана 95 мм²

Таблица 2.4.1

Ном. сечение жилы, мм ²	Длительно допустимые токовые нагрузки кабелей с алюминиевыми жилами при прокладке в земле для напряжений U, кВ											
	3,6/6		6/10		8,7/15		12/20		18/30		20,2/35	
												
25	128	133	127	132	127	132	--	--	--	--	--	--
35	152	158	152	158	152	158	151	157	--	--	--	--
50	180	187	180	187	179	187	179	186	173	180	173	180
70	220	229	220	229	220	229	220	228	212	220	212	220
95	263	273	262	273	262	273	262	272	253	262	253	262
120	299	311	299	311	299	311	298	310	288	298	288	298
150	334	345	334	345	334	345	333	344	321	331	321	331
185	379	390	379	390	379	390	378	390	364	374	364	374
240	438	449	438	449	437	449	437	449	421	431	421	431
300	494	504	494	504	494	504	493	504	475	484	474	484
400	562	562	562	563	562	564	562	564	540	540	540	541
500	640	634	640	635	640	636	641	637	616	609	615	609
625 (630)	723	710	724	711	725	712	725	713	697	682	697	682
800	810	788	811	790	813	791	814	792	783	757	783	758

Таблица 2.4.2

Ном. сечение жилы, мм ²	Длительно допустимые токовые нагрузки кабелей с алюминиевыми жилами при прокладке на воздухе для напряжений U, кВ											
	3,6/6		6/10		8,7/15		12/20		18/30		20,2/35	
												
25	128	133	127	132	127	132	--	--	--	--	--	--
35	152	158	152	158	152	158	151	157	--	--	--	--
50	176	212	178	213	180	213	182	214	186	214	187	213
70	219	265	222	266	224	266	226	266	230	266	232	266
95	266	321	268	321	271	322	274	322	278	321	280	321
120	307	371	310	371	313	372	316	372	321	371	322	370
150	348	417	351	418	354	418	357	418	362	417	364	416
185	402	480	405	480	408	481	411	480	417	479	418	478
240	471	561	475	561	479	561	482	561	488	559	489	558
300	541	641	545	641	549	641	552	640	558	638	560	637
400	630	732	634	733	638	733	642	733	648	731	650	730
500	733	844	738	845	742	845	746	845	753	841	755	839
625 (630)	845	963	850	963	855	963	859	963	867	959	869	957
800	969	1092	975	1093	980	1092	985	1091	993	1089	996	1087

Таблица 2.4.3

Ном. сечение жилы, мм ²	Длительно допустимые токовые нагрузки кабелей с медными жилами при прокладке в земле для напряжений U, кВ											
	3,6/6		6/10		8,7/15		12/20		18/30		20,2/35	
												
25	164	170	164	170	164	170	--	--	--	--	--	--
35	196	204	196	203	196	203	195	203	--	--	--	--
50	232	241	232	240	231	240	231	240	223	231	223	231
70	284	294	283	294	283	293	283	293	273	282	273	282
95	338	350	338	350	338	350	337	349	326	336	325	336
120	385	398	384	397	384	397	384	397	370	382	370	382
150	429	438	429	438	429	438	429	438	413	422	413	422
185	485	493	485	493	485	493	484	494	467	474	467	474
240	558	564	558	564	558	565	558	565	538	543	538	543
300	627	630	628	631	628	631	628	632	605	607	605	607
400	704	687	705	689	706	691	707	692	681	664	681	665
500	791	765	793	767	795	769	796	771	767	738	768	739
625 (630)	880	843	883	845	886	847	889	850	857	814	858	815
800	968	919	972	922	976	925	980	927	946	888	948	890

Таблица 2.4.4

Ном. сечение жилы, мм ²	Длительно допустимые токовые нагрузки кабелей с медными жилами при прокладке на воздухе для напряжений U, кВ											
	3,6/6		6/10		8,7/15		12/20		18/30		20,2/35	
												
25	156	188	158	189	161	189	--	--	--	--	--	--
35	189	227	191	228	194	229	196	229	--	--	--	--
50	227	273	229	274	232	275	235	275	239	275	241	275
70	282	340	286	341	289	342	292	342	297	342	298	341
95	342	412	345	412	350	413	353	413	359	413	360	412
120	395	474	399	475	403	476	406	476	413	475	415	475
150	447	531	451	532	455	533	459	533	466	533	468	532
185	514	608	518	609	523	610	527	610	534	609	536	609
240	601	706	606	708	611	708	616	709	624	708	626	708
300	687	803	693	804	699	805	703	806	712	805	715	804
400	790	898	796	901	803	903	808	905	818	905	821	905
500	908	1022	915	1025	922	1028	928	1029	940	1029	943	1028
625 (630)	1030	1148	1038	1152	1047	1153	1054	1156	1068	1157	1072	1156
800	1160	1280	1169	1284	1179	1286	1187	1287	1204	1291	1208	1291

2.4.3 Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов

• в зависимости от температуры окружающей среды (k_1)

Таблица 2.5

	Поправочный коэффициент при температуре окружающей среды, °С											
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
В земле	1,20	1,17	1,13	1,10	1,06	1,03	1,00	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82
На воздухе	1,29	1,25	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88

• в зависимости от глубины прокладки (k_2)

Таблица 2.6

Глубина прокладки, м	Поправочный коэффициент K_2	Глубина прокладки, м	Поправочный коэффициент K_2
1,0	1,04	2,5	0,95
1,2	1,02	3,0	0,93
1,4	1,01	5,0	0,89
1,5	1,00	7,0	0,87
1,6	0,99	9,0	0,85
1,8	0,98	10,0	0,84
2,0	0,97		

• в зависимости от удельного теплового сопротивления грунта (k_3)

Таблица 2.7

Удельное тепловое сопротивление грунта $\rho_{гр}$, °С·м/Вт	K_3
0,4	1,37
0,6	1,21
0,8	1,09
1,0	1,00
1,2	0,93
1,4	0,87
1,6	0,83
1,8	0,79
2,2	0,72
2,6	0,67
3,0	0,63

Примечание. Удельное термическое сопротивление окружающей среды (ориентировочно):

- проточной воды 0 °С·м/Вт*
- при прокладке по дну водоемов 0,40 – 0,50 °С·м/Вт**
- песок влажностью более 9 %, 0,80 °С·м/Вт***
- песчано-глинистая почва влажностью более 14 %

- песок влажностью 7 - 9 %,
 - песчано-глинистая почва влажностью 12 - 14% $1,20 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{м/Вт}^{***}$
- песок влажностью более 4 и менее 7%,
 - песчано-глинистая почва влажностью 8 - 12% $1,80 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{м/Вт}^{***}$
- песок влажностью до 4%, каменистая почва $3,00 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{м/Вт}^{***}$

* данные из справочника «Электрические кабели, провода и шнуры» (Д.С. Бачелис, Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян, М.: Энергия, 1971)

** по данным МЭК 60287-3-1

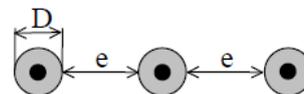
*** данные в соответствии с ПУЭ

• **в зависимости от расположения кабелей**

- в зависимости от расстояния между фазами (для кабелей, проложенных в плоскости) (k_4)

Таблица 2.8

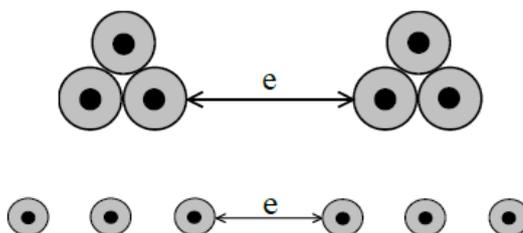
e/D	0	0,75	1	1,5	2	3
Кабели в земле, k_4	0,95	0,99	1,00	1,02	1,03	1,06
Кабели на воздухе, k_4	0,80	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00



- для кабелей, проложенных в земле (k_5)

Таблица 2.9 - Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов проложенных рядом в земле (включая проложенные в трубах) групп кабелей (k_5)

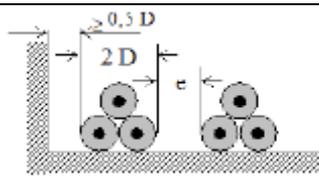
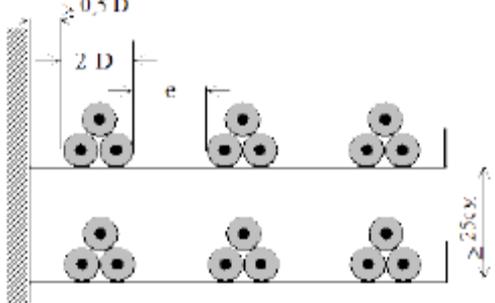
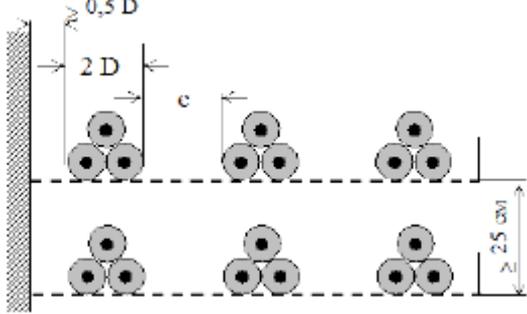
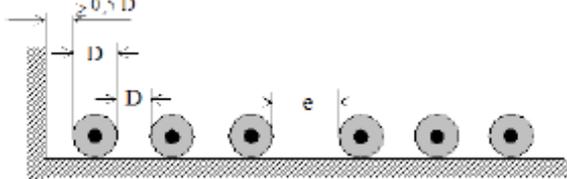
$e, \text{ мм}$	Число групп кабелей				
	2	3	4	5	6
0 (касающиеся)	0,87	0,79	0,74	0,70	0,67
100	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85



Примечание. Резервные кабели при расчете не учитываются

- для кабелей, проложенных на воздухе (k_5)

Таблица 2.10

Количество кабельных систем		1	2	3	Вариант расположения
1. Кабели проложены по поверхности земли ¹		0,97	0,94	0,93	
2. Кабели проложены на полках (без возможности циркуляции воздуха) ²	Количество полок				
	1	0,97	0,94	0,93	
Кабели проложены на лотках (с возможностью циркуляции воздуха) ³	Количество лотков				
	1	1,00	0,97	0,96	
	2	0,98	0,95	0,94	
Кабели проложены по поверхности земли ³		0,96	0,91	0,88	
<p>¹ Нагрев от соседних кабельных систем учитывается при e/D:</p> <p>≤ 1 – для 2-х кабельных систем</p> <p>$\leq 1,5$ – для 3-х кабельных систем</p> <p>² Нагрев от соседних кабельных систем учитывается, если зазор между кабелем и лежащей выше полкой меньше $4D$ и расстояние между кабелями на одной полке соответствует указанному в ⁽¹⁾</p> <p>³ Нагрев от соседних кабельных систем учитывается при e/D:</p> <p>$\leq 0,5$ – для 2-х кабельных систем</p> <p>$\leq 0,75$ – для 3-х кабельных систем</p>					

Примечание. Резервные кабели при расчете не учитываются

• при прокладке в трубах и каналах (k_6)

- при длине труб менее 10 м: $k_6=1$

- при длине труб 10 м и более применяются коэффициенты, приведенные в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Условия прокладки	k_6 при внутреннем диаметре трубы					
	1.5 De	2 De	2.5 De	3 De	3.5 De	4 De
Кабели проложены в отдельных трубах в грунте или на воздухе с защитой от солнечного излучения	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
Три кабеля проложены в одной трубе в грунте или на воздухе с защитой от солнечного излучения	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
Три кабеля проложены в трубе, находящейся под воздействием солнечного излучения	0,77	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81
интенсивностью 1000 Вт/м ² :	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83
- в стальной трубе						
- в пластмассовой трубе						

De – диаметр кабеля (при прокладке в трубе трех кабелей величина De равна 2,15 x диаметр одного кабеля)

2.4.5 Допустимые токи короткого замыкания по жиле и по экрану

Допустимые токи односекундного короткого замыкания по жиле, приведенные в таблице 2.12, рассчитаны, исходя из начальной температуры жилы кабеля 90 °С и конечной температуры 250 °С. Для расчета допустимых токов короткого замыкания при начальной температуре жилы, отличающейся от 90 °С, используются расчетные плотности токов короткого замыкания (таблица 2.13).

Допустимые токи односекундного короткого замыкания по медному экрану, рассчитанные исходя из конечной температуры экрана 350 °С, приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.12

Номинальное сечение жилы, мм ²	Допустимый ток односекундного короткого замыкания, кА, кабеля	
	с медной жилой	с алюминиевой жилой
50	7,15	4,7
70	10,0	6,6
95	13,6	8,9
120	17,2	11,3
150	21,5	14,2
185	26,5	17,5
240	34,3	22,7
300	42,9	28,2
400	57,2	37,6
500	71,5	47,0
630	90,1	59,2
800	114,4	75,2

Для продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 с, значения допустимого тока короткого замыкания по жиле или экрану необходимо умножить на поправочный коэффициент:

$$k = 1/\sqrt{t},$$

где t — продолжительность короткого замыкания, с.

Предельная допустимая температура нагрева жил кабеля при коротком замыкании по условию невозгораемости - 400°C.

Допустимый нагрев жилы в режиме перегрузки не более 130°C.

Продолжительность протекания тока короткого замыкания в указанных режимах КЗ до 4с.

Таблица 2.13

Материал жилы	Расчетная плотность тока короткого замыкания, А/мм ² , (при длительности к.з. 1 с), для температуры жилы к началу короткого замыкания в °С							
	90	80	70	60	50	40	30	20
медь	143	149	154	159	165	170	176	181
алюминий	94	98	102	105	109	113	116	120

Таблица 2.14

Номинальное сечение экрана из сплава ТАС, мм ²	Допустимый ток односекундного короткого замыкания, кА, не более		Номинальное сечение медного экрана, мм ²
	экран из сплава ТАС	Медный экран, кА	
25	3,34	3,3	16
35	4,62	5,1	25
50	6,54	7,1	35
70	9,11	10,2	50
95	12,31	14,2	70,0

2.4.6 В условиях эксплуатации длительно допустимые токи для каждой кабельной линии должны устанавливаться с учетом следующих конкретных условий, в которых они работают;

- вид прокладки;
- температура окружающей среды (земли, воздуха);
- количество рядом проложенных кабелей;
- тепловое сопротивление грунта для участка трассы с наихудшими условиями охлаждения;
- прокладка кабелей в земле в трубах на длине более 10 м.

Нагрузки определяются по участку трассы кабельной линии с наихудшими условиями охлаждения, если длина участка более 10 м

2.4.7 Пример выбора номинального сечения токопроводящей жилы кабеля и экрана

Исходные данные:

- передаваемая мощность линии 42 МВт, $\cos\varphi = 0,95$; линейное напряжение 35 кВ;
- марка кабеля АПвЭВнг(А);
- кабели скреплены в треугольник, экраны заземлены при помощи поперечного соединения;
- кабельная линия прокладывается в грунте (траншее) и по территории предприятия по крытой эстакаде;
- глубина прокладки в земле 2,0 м, удельное тепловое сопротивление грунта 1,0 °С.м/Вт;
- расчетная температура воздуха 35 °С, грунта 25 °С;
- ток однофазного короткого замыкания на землю по данным проекта энергосистемы составляет 10 кА, время срабатывания защиты 0,5 с.

1. Ток нагрузки в линии, рассчитанный по формуле (2.1), составит:

$$I = \frac{42 \cdot 10^3}{\sqrt{3 \cdot 35 \cdot 0,95}} = 729 \text{ А}$$

2. В таблицах 2.4.1 и 2.4.2 выбирается номинальное сечение алюминиевой жилы 800 мм², допустимый ток в земле 783 А, в воздухе 996 А.

Номинальное сечение экрана выбирается по току короткого замыкания, пересчитанному на 1 с:

$$I_3 = 10 \cdot \sqrt{0,5} = 7,07 \text{ кА}, \text{ что соответствует сечению экрана } 35 \text{ мм}^2.$$

Поправочные коэффициенты для заданных условий прокладки:

в земле: $k_1=0,97$ (табл.2.5), $k_2=0,97$ (табл.2.6), $k_3=1,00$ (табл.2.7):

$$I_3 = 783 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 1,00 = 736,7 \text{ А}$$

в воздухе: $k_1=0,96$ (табл.2.5):

$$I_6 = 996 \cdot 0,96 = 956 \text{ А}$$

Выбранного сечения жилы для прокладки в земле достаточно. На воздухе может быть проложен такой же кабель или сделана вставка кабеля с сечением жилы 630 мм².

2.5 СПОСОБЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭКРАНОВ КАБЕЛЕЙ И ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

2.5.1. Заземление экрана на двух концах кабельной линии

Экраны соединяются и заземляются на обоих концах кабельной линии (рис. 2.1). Потери энергии в экране при таком способе заземления обусловлены токами, циркулирующими по экрану. Ток, наводимый в экране, пропорционален току в жиле, расстоянию между фазами и сечению экрана. В некоторых случаях величина тока в экране может быть сравнима с величиной тока в жиле, что должно быть учтено при проектировании линии.

При прокладке кабелей в плоскости потери в экране можно уменьшить путем регулярной транспозиции кабелей (рис. 2.2) не менее чем в двух местах по длине кабельной линии. В местах транспозиции кабелей рекомендуется выдерживать расстояние в свету между кабелями не менее диаметра кабеля.

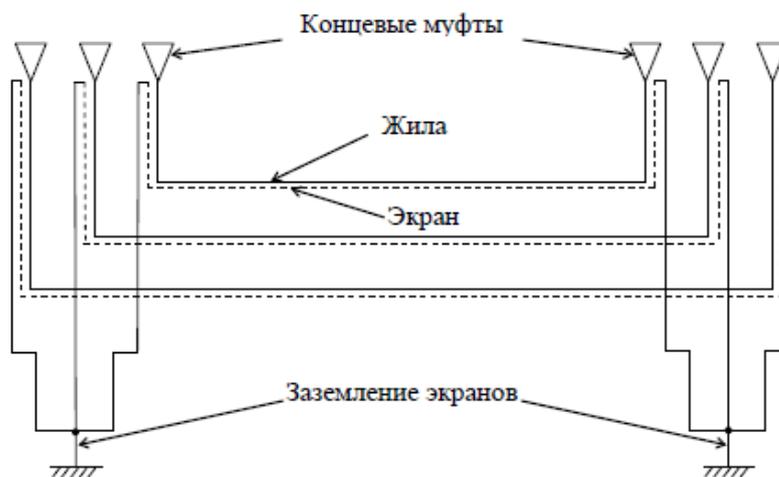


Рисунок 2.1 – Заземление экрана на двух концах кабельной линии

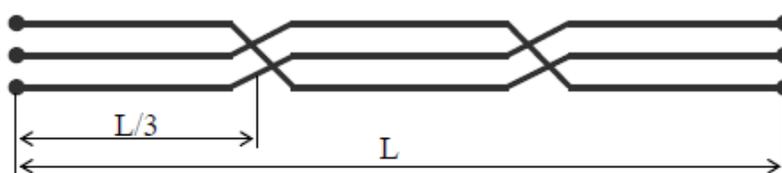


Рисунок 2.2 – Транспозиция кабелей

2.5.2 Заземление экрана на одном конце кабельной линии

Экраны соединяются и непосредственно заземляются только на одном конце кабельной линии. На втором конце экраны соединяются с землей через ограничитель перенапряжения (ОПН) (рис. 2.3). При таком способе заземления на экранах появляется наведенное напряжение E , прямо пропорциональное току, протекающему по кабелю, и длине кабельной линии L (см. ниже). При этом способе соединения экранов потери в экранах обусловлены вихревыми токами, и их величина меньше, чем при заземлении экрана по способу 1, что дает возможность существенно повысить длительно допустимые токовые нагрузки кабелей. Длина кабельной линии при таком способе заземления ограничивается допустимой величиной напряжения на экране.

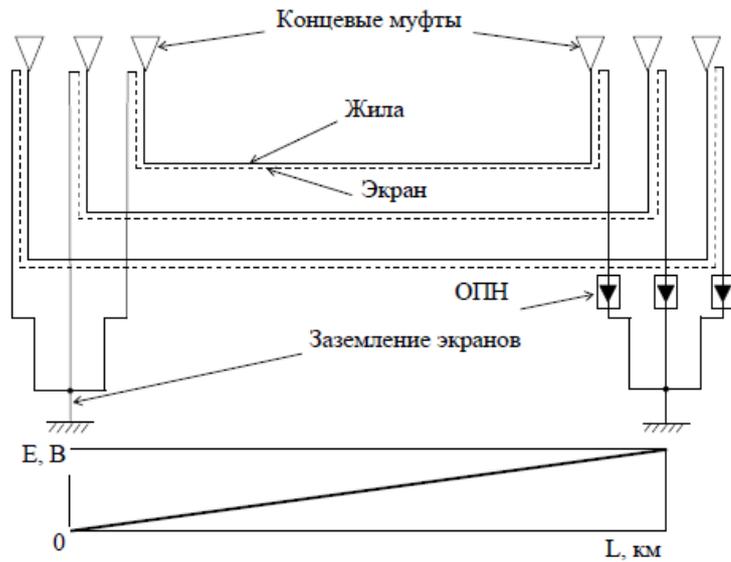


Рисунок 2.3

2.5.3 Поперечное соединение экранов (транспозиция экранов, cross-bonding)

При этом способе заземления экраны соседних кабелей соединяются между собой и заземляются через ОПН через равные промежутки по длине кабельной линии (рис. 2.4). В этом случае максимальное напряжение наводится у соединительных коробок, потери в экране обусловлены только вихревыми токами. Длительно допустимые токи повышаются так же, как и при заземлении по способу 2. Длина малых секций кабельной линии ограничивается величиной напряжения на экране; при большой длине линии может быть необходимо применение двух циклов транспозиции экранов. При этом способе заземления необходима установка дополнительного оборудования (экраноразделительных) муфт и соединительных коробок).

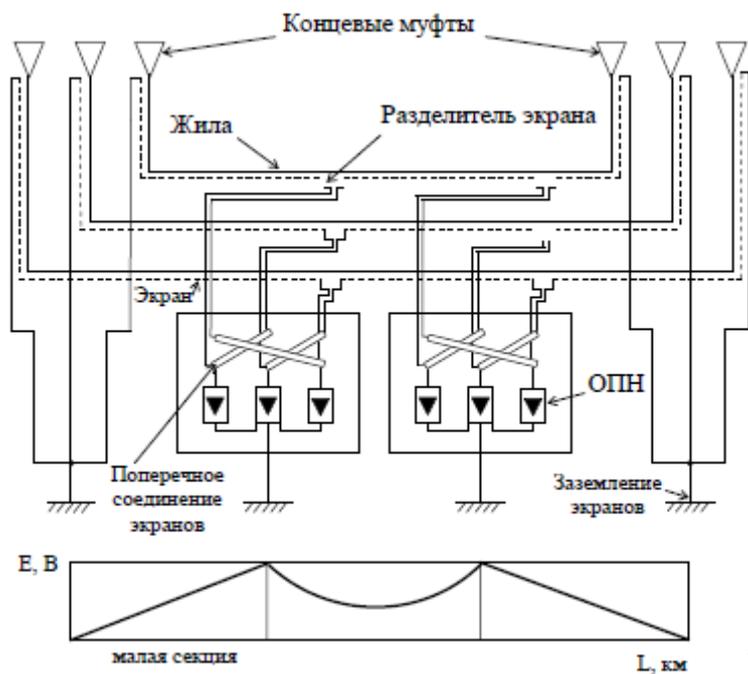


Рисунок 2.4

Напряжение E , наведенное в экране кабеля при заземлении экранов на одном конце кабельной линии или при поперечном соединении экранов, может быть рассчитано по формуле:

$$E = I \cdot X_L \text{ [В/км]},$$

где I – ток, протекающий по жиле, А;

X_L – индуктивное сопротивление, Ом/км.

Расчетная величина напряжения на экране для кабелей с медной жилой составляет в зависимости от сечения жилы до $40 \div 200$ В/км для кабелей, проложенных треугольником, и до $60 \div 400$ В/км для кабелей, проложенных в плоскости.

Защита оболочек кабелей от перенапряжения осуществляется с помощью ограничителей перенапряжения (ОПН), включенных между оболочкой и землей (рис. 2.3, 2.4).

2.6 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЕЙ

Таблица 2.15 – Сопротивление жил и экранов кабелей постоянному току при 20°C

Номинальное сечение жилы (экрана), мм ²	Сопротивление, Ом/км, не более, для жилы (экрана)	
	из алюминия	из меди
25	1,20	0,727
35	0,868	0,524
50	0,641	0,387
70	0,443	0,268
95	0,320	0,193
120	0,253	0,153
150	0,206	0,124
185	0,164	0,0991
240	0,125	0,0754
300	0,100	0,0601
400	0,0778	0,0470
500	0,0605	0,0366
625(630)	0,0469	0,0283
800	0,0367	0,0221

Сопротивление жил и экранов при температуре, отличной от 20°C , рассчитывается:

– для медной жилы (экрана):
$$R_t = R_{20} \cdot \frac{242,5 + t}{262,5} \text{ Ом/км}$$

– для алюминиевой жилы:
$$R_t = R_{20} \cdot \frac{228 + t}{248} \text{ Ом/км,}$$

где t — температура жилы (экрана), $^\circ\text{C}$;

R_{20} — сопротивление жилы (экрана) при 20°C , Ом/км.

Таблица 2.16 Индуктивность кабелей

Ном. сечение жилы, мм ²	Индуктивность, мГн/км, кабелей на номинальное напряжение, кВ					
	10		20		30	
	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.
50	0,400	0,535	0,427	0,563	0,460	0,596
70	0,376	0,511	0,402	0,537	0,434	0,569
95	0,353	0,487	0,377	0,512	0,407	0,542
120	0,338	0,472	0,361	0,495	0,390	0,525
150	0,323	0,457	0,345	0,479	0,372	0,507
185	0,312	0,445	0,333	0,466	0,359	0,493
240	0,300	0,433	0,320	0,453	0,346	0,480
300	0,285	0,418	0,304	0,437	0,329	0,462
400	0,275	0,407	0,294	0,426	0,316	0,449
500	0,267	0,398	0,284	0,416	0,306	0,439
625(630)	0,262	0,394	0,278	0,410	0,297	0,430
800	0,252	0,383	0,263	0,394	0,281	0,413

Индуктивность рассчитана для следующих условий прокладки: при прокладке треугольником кабели проложены вплотную, при прокладке в плоскости – на расстоянии одного диаметра кабеля.

Расчетная формула:

$$L = \frac{\mu_0}{\pi} \cdot l \cdot \ln \left[\frac{1}{4} + \frac{a}{r} \right],$$

где a – расстояние между фазами, мм

r – радиус жилы, мм

l – длина кабельной линии

μ_0 – магнитная проницаемость воздуха

При других условиях прокладки индуктивность рассчитывается по формуле:

$$L = 0,1 + 0,2 \ln \frac{h-r}{r}, \text{ мГн/км,}$$

где h – расстояние между центрами жил, мм

r – радиус жилы, мм

Таблица 2.17 Реактивное индуктивное сопротивление

Ном. сечение жилы, мм ²	Реактивное индуктивное сопротивление, Ом/км, кабелей на номинальное напряжение, кВ					
	10		20		30	
	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.
1	2	3	4	5	6	7
50	0,126	0,168	0,134	0,177	0,144	0,187
70	0,118	0,160	0,126	0,169	0,136	0,179
95	0,111	0,153	0,118	0,161	0,128	0,170

Окончание табл. 2.17

1	2	3	4	5	6	7
120	0,106	0,148	0,113	0,155	0,122	0,165
150	0,101	0,143	0,108	0,150	0,117	0,159
185	0,098	0,140	0,105	0,146	0,113	0,155
240	0,094	0,136	0,100	0,142	0,109	0,151
300	0,089	0,131	0,095	0,137	0,103	0,145
400	0,086	0,128	0,092	0,134	0,099	0,141
500	0,084	0,125	0,089	0,131	0,096	0,138
625(630)	0,082	0,124	0,087	0,129	0,093	0,135
800	0,079	0,120	0,083	0,124	0,088	0,130

Таблица 2.18 Емкостные характеристики кабелей

Ном. напряжение, кВ	Ном. сечение жилы, мм ²	Емкость 1 км кабеля, мкФ	Реактивное емкостное сопротивление, кОм/км	Ток заряда на фазу, А/км	Емкостной ток короткого замыкания на землю, А/км
1	2	3	4	5	6
10	50	0,229	13,91	0,42	1,25
	70	0,258	12,34	0,47	1,40
	95	0,294	10,83	0,53	1,60
	120	0,323	9,86	0,59	1,76
	150	0,357	8,92	0,65	1,94
	185	0,387	8,23	0,70	2,10
	240	0,429	7,42	0,78	2,33
	300	0,478	6,66	0,87	2,60
	400	0,531	6,00	0,96	2,89
	500	0,584	5,45	1,06	3,18
	625 (630)	0,644	4,95	1,17	3,50
	800	0,727	4,38	1,32	3,95
20	50	0,161	19,78	0,58	1,75
	70	0,180	17,69	0,65	1,96
	95	0,202	15,77	0,73	2,20
	120	0,220	14,48	0,80	2,39
	150	0,242	13,16	0,88	2,63
	185	0,261	12,20	0,95	2,84
	240	0,287	11,10	1,04	3,12
	300	0,317	10,05	1,15	3,45
	400	0,350	9,10	1,27	3,81
	500	0,383	8,32	1,39	4,17
	625 (630)	0,421	7,56	1,53	4,58
	800	0,472	6,75	1,71	5,13

Окончание табл. 2.18

1	2	3	4	5	6
35	50	0,121	26,32	0,77	2,30
	70	0,134	23,77	0,85	2,55
	95	0,149	21,37	0,95	2,84
	120	0,161	19,78	1,02	3,06
	150	0,175	18,2	1,11	3,33
	185	0,187	17,03	1,19	3,56
	240	0,205	15,54	1,30	3,90
	300	0,225	14,15	1,43	4,28
	400	0,246	12,95	1,56	4,68
	500	0,268	11,88	1,70	5,10
	625 (630)	0,292	10,91	1,85	5,56
	800	0,326	9,77	2,07	6,21

Емкость кабелей рассчитана по формуле:
$$C = \frac{\varepsilon_r}{18 \ln \frac{D}{d}}, \text{ мкФ/км,}$$

где $\varepsilon_r = 2,5$ – относительная диэлектрическая проницаемость сшитого полиэтилена;
 D – диаметр по изоляции (без учета полупроводящего экрана по изоляции), мм;
 d – диаметр по полупроводящему экрану по жиле, мм.

2.7 НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР И МАССА КАБЕЛЕЙ

Таблица 2.19

Одножильные кабели на напряжение 10 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвЭП, ПвЭП, АПвЭВ, ПвЭВ, АПвЭВнг-LS, ПвЭВнг-LS	АПвЭгП, ПвЭгП	АПвЭПу, ПвЭПу	АПвЭгПу, ПвЭгПу, АПвЭгаП, ПвЭгаП	АПвЭгаПу, ПвЭгаПу
50	8,0	0,6	3,4	16,0	0,6	25,5	26,2	26,5	27,2	28,2
70	9,7	0,6	3,4	17,7	0,6	27,0	27,7	28,0	28,7	29,7
95	11,4	0,6	3,4	19,4	0,6	28,9	29,6	29,9	30,6	31,6
120	12,6	0,6	3,4	20,6	0,6	30,4	31,1	31,4	32,1	33,1
150	14,1	0,6	3,4	22,1	0,6	32,2	32,9	33,2	33,9	34,9
185	15,9	0,6	3,4	23,9	0,6	33,8	34,5	34,8	35,5	36,5
240	18,4	0,6	3,4	26,4	0,6	36,3	36,7	37,3	38,0	39,0
300	21,0	0,6	3,4	29,0	0,6	38,4	39,1	39,4	40,1	41,1
400	23,8	0,6	3,4	31,8	0,6	41,4	42,1	42,4	43,1	44,1
500	26,6	0,6	3,4	34,6	0,6	44,4	45,1	45,4	46,1	47,1
630	29,8	0,6	3,4	37,8	0,6	48,8	49,2	49,8	50,5	51,5
800	34,2	0,6	3,4	42,2	0,6	52,5	52,9	53,2	53,9	55,9

Таблица 2.20

Одножильные кабели на напряжение 20 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвЭП, ПвЭП, АПвЭВ, ПвЭВ, АПвЭВнг-LS, ПвЭВнг-LS	АПвЭгП, ПвЭгП	АПвЭПу, ПвЭПу	АПвЭгПу, ПвЭгПу, АПвЭгаП, ПвЭгаП	АПвЭгаПу, ПвЭгаПу
50	8,0	0,6	5,5	20,2	0,6	29,7	30,4	30,7	31,4	32,4
70	9,7	0,6	5,5	21,9	0,6	31,2	31,9	32,2	32,9	33,9
95	11,4	0,6	5,5	21,1	0,6	33,1	33,8	34,1	34,8	35,8
120	12,6	0,6	5,5	24,8	0,6	34,6	35,3	35,6	36,3	37,3
150	14,1	0,6	5,5	26,7	0,6	36,4	37,1	37,4	38,1	39,1
185	15,9	0,6	5,5	28,5	0,6	38,0	38,7	39,0	39,7	40,7
240	18,4	0,6	5,5	31,0	0,6	40,5	41,2	41,5	42,2	43,2
300	21,0	0,6	5,5	33,6	0,6	42,6	44,3	43,6	44,3	45,3
400	23,8	0,6	5,5	36,4	0,6	45,6	46,3	46,6	47,3	48,7
500	26,6	0,6	5,5	39,2	0,6	49,0	49,7	50,0	50,7	51,7
630	29,8	0,6	5,5	42,4	0,6	53,0	53,7	54,0	54,7	56,1
800	34,2	0,6	5,5	46,8	0,6	56,5	57,3	57,6	58,3	59,3

Таблица 2.21

Одножильные кабели на напряжение 35 кВ										
Сечение жилы, мм ²	Диаметр жилы, мм	Толщина экрана по жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Диаметр по изоляции, мм	Толщина экрана по изоляции, мм	Расчетный наружный диаметр кабеля, мм				
						АПвЭП, ПвЭП, АПвЭВ, ПвЭВ, АПвЭВнг-LS, ПвЭВнг-LS	АПвЭгП, ПвЭгП	АПвЭПу, ПвЭПу	АПвЭгПу, ПвЭгПу, АПвЭгаП, ПвЭгаП	АПвЭгаПу, ПвЭгаПу
50	8,0	0,6	8,5	26,2	0,6	35,7	36,4	36,7	37,4	38,4
70	9,7	0,6	8,5	17,7	0,6	37,2	37,9	38,2	38,9	39,9
95	11,4	0,6	8,5	19,4	0,6	39,1	39,8	40,1	40,8	41,8
120	12,6	0,6	8,5	20,6	0,6	40,6	41,3	41,6	42,3	43,3
150	14,1	0,6	8,5	22,1	0,6	42,4	43,1	43,4	44,1	45,1
185	15,9	0,6	8,5	23,9	0,6	44,0	44,7	45,0	45,7	46,7
240	18,4	0,6	8,5	26,4	0,6	46,5	47,6	47,5	48,6	49,6
300	21,0	0,6	8,5	29,0	0,6	49,0	49,7	50,0	50,7	51,7
400	23,8	0,6	8,5	31,8	0,6	52,0	52,7	53,0	53,7	54,7
500	26,6	0,6	8,5	34,6	0,6	55,4	56,1	56,4	57,1	58,1
630	29,8	0,6	8,5	37,8	0,6	59,4	60,1	60,4	61,1	62,1
800	34,2	0,6	8,5	42,2	0,6	62,6	63,3	63,6	64,3	65,3

Таблица 2.21

Одножильные кабели на напряжение 10 кВ									
Число x сеч. жилы/сеч. экрана, мм ²	Расчетная масса, кг/км								
	АПвЭВнг-LS	ПвЭВнг-LS	АПвЭП, АПвЭгП, АПвЭгаП	ПвЭП, ПвЭгП, ПвЭгаП	АПвЭПу, АПвЭПуг, АПвЭгаПу	ПвЭПу, ПвЭгПу, ПвЭгаПу	АПвЭВ	ПвЭВ	
1x50/16	820	1120	670	960	710	1000	760	1060	
1x70/16	920	1350	760	1180	810	1230	860	1290	
1x95/16	1055	1640	880	1460	930	1510	990	1580	
1x120/16	1170	1900	980	1710	1040	1760	1110	1830	
1x150/25	1390	2300	1200	2110	1250	2160	1320	2230	
1x185/25	1555	2690	1340	2480	1400	2540	1480	2610	
1x240/25	1780	3240	1555	3040	1620	3100	1700	3180	
1x300/25	2000	3890	1755	3650	1820	3710	1910	3800	
1x400/35	2430	4780	2160	4520	2230	4590	2330	4680	
1x500/35	2820	5910	2540	5630	2610	5700	2720	5810	
1x630/35	3390	7240	3030	6960	3140	7040	3270	7170	
1x800/35	3880	8830	3580	8530	3660	8610	3760	8760	

Таблица 2.22

Одножильные кабели на напряжение 20 кВ								
Число х сеч. жилы/ сеч. экрана, мм ²	Расчетная масса, кг/км							
	АПвЭВнг-LS	ПвЭВнг-LS	АПвЭП, АПвЭгП, АПвЭгаП	ПвЭП, ПвЭгП, ПвЭгаП	АПвЭПу, АПвЭгПу, АПвЭгаПу	ПвЭПу, ПвЭгПу, ПвЭгаПу	АПвЭВ	ПвЭВ
1x50/16	1020	1320	840	1130	890	1180	950	1250
1x70/16	1140	1570	940	1360	1000	1420	1060	1490
1x95/16	1280	1870	1070	1650	1130	1710	1200	1790
1x120/16	1400	2140	1190	1910	1250	1970	1320	2060
1x150/25	1640	2550	1410	2320	1470	2380	1550	2465
1x185/25	1810	2950	1570	2710	1640	2770	1720	2860
1x240/25	2060	3510	1800	3290	1870	3350	1960	3450
1x300/25	2290	4180	2010	3910	2090	3980	2190	4080
1x400/35	2740	5090	2440	4800	2520	4870	2630	4980
1x500/35	3210	6290	2870	5690	2950	6040	3080	6170
1x630/35	3750	7600	3350	7290	3470	7380	3620	7250
1x800/35	4320	9250	3890	8890	4010	9000	4180	9140

Таблица 2.23

Одножильные кабели на напряжение 35 кВ								
Число х сеч. жилы/ сеч. экрана, мм ²	Расчетная масса, кг/км							
	АПвЭВнг-LS	ПвЭВнг-LS	АПвЭП, АПвЭгП, АПвЭгаП	ПвЭП, ПвЭгП, ПвЭгаП	АПвЭПу, АПвЭгПу, АПвЭгаПу	ПвЭПу, ПвЭгПу, ПвЭгаПу	АПвЭВ	ПвЭВ
1x50/16	1360	1650	1130	1420	1190	1480	1270	1570
1x70/16	1490	1915	1250	1670	1310	1730	1400	1830
1x95/16	1650	2240	1400	1980	1460	2040	1555	2140
1x120/16	1790	2520	1530	2260	1600	2320	1690	2425
1x150/25	2040	2950	1760	2680	1840	2750	1940	2850
1x185/25	2230	3370	1950	3080	2020	3160	2120	3260
1x240/25	2500	3950	2230	3710	2300	3790	2390	3870
1x300/25	2800	4700	2470	4360	2550	4440	2680	4570
1x400/35	3280	5635	2920	5280	3010	5360	3150	5500
1x500/35	3800	6870	3385	6480	3480	6570	3640	6730
1x630/35	4380	8210	3900	7840	4040	7940	4220	8120
1x800/35	4950	9900	4480	9440	7680	9660	4840	9800

2.8 ХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ НАРУЖНЫХ ОБОЛОЧЕК

При воздействии в процессе прокладки, монтажа и эксплуатации химических веществ, к которым конструктивные материалы кабелей (ПВХ пластикат, полиэтилен для оболочек и изоляции) имеют удовлетворительную устойчивость, не требуется дополнительной защиты от них. При воздействии химических веществ, к которым материалы оболочки имеют ограниченную или неудовлетворительную устойчивость, кабели должны быть защищены от их воздействия или должна быть изменена трасса кабеля и/или условия прокладки.

Следует иметь в виду, что при нормальной эксплуатации кабеля температура на поверхности оболочки достигает 70-80 °С, при этом химическая активность веществ резко возрастает.

Сведения о химической устойчивости материалов оболочек, приведенные в таблицах 2.24, 2.25, являются справочными.

Таблица 2.24 (данные фирмы Helukabel)

Химическое соединение	Концентрация, %	Температура, °С	Устойчивость оболочки	
			поливинилхлоридной	полиэтиленовой
1	2	3	4	5
Неорганические соединения				
Алюминиевые квасцы	слабая	20	у	
Алюминия соли	любая	20	у	
Аммиак, вод.р-р	10	20	у	
Аммиака ацетат, вод. р-р	любая	20	у	
Аммиака карбонат, вод. р-р	любая	20	у	
Аммиака хлорид, вод. р-р	любая	20	у	
Бария соли	любая	20	у	у
Борная кислота	100	20	у	у
Кальция хлорид, вод. р-р	слабая	20	у	у
Кальция нитрат, вод. р-р	слабая	20	у	у
Хрома соли, вод. р-р	слабая	20	у	
Калия карбонат, вод. р-р		20	у	у
Калия хлорат, вод. р-р	слабая	20	у	о
Калия хлорид, вод. р-р	слабая	20	у	у
Калия дихромат, вод. р-р		20	у	
Калия иодид, вод. р-р		20	у	у
Калия нитрат, вод. р-р	слабая	20	у	у
Калия перманганат, вод. р-р		20	о	у
Калия сульфат, вод. р-р		20	у	у
Меди соли	слабая	20	у	у
Магния соли	слабая	20	у	у
Натрия бикарбонат (сода), вод. р-р		20	у	
Натрия бисульфит, вод. р-р		20	у	у
Натрия хлорид (поваренная соль), вод. р-р		20	у	у
Натрия тиосульфат, вод.р-р		20	у	у

Продолжение табл. 2.24

1	2	3	4	5
Натриевый щелок	50	50	у	
Никеля соли, вод. р-р	слабая	20	у	у
Нитробензол	100	50	н	
Фосфорная кислота	50	20	у	у
Ртуть	100	20	у	у
Ртуту соли	слабая	20	у	у
Азотная кислота	30	20	н	н
Серы диоксид		20	у	о
Углерода дисульфид		20	н	н
Серная кислота	50	50	у	
Водорода сульфид		20	у	у
Морская вода		20	у	у
Серебра соли, вод. р-р		20	у	у
Вода		20	у	
Водорода пероксид, вод. р-р		20	у	
Цинка соли, вод. р-р		20	у	
Олова хлорид		20	у	
Органические соединения				
Ацетон		20	н	
Этиловый спирт	100	20	н	у
Этилхлорид		50	н	
Этиленгликоль		100	о	
Муравьиная кислота	30	20	н	у
Анилин		50	н	
Бензин		20	н	н
Бензол		50	н	
Янтарная кислота, вод. р-р	слабая	20	у	
Тормозная жидкость		100	о	
Бутан		20	у	
Масло		50	у	
Хлорбензол		30	н	
Хлоропрен		20	н	
Дизельное масло		20	о	
Диэтилэфир		50	у	
Диэтилпрестон			н	
Ледяная уксусная кислота	20	50	н	
Уксусная кислота	20		о	о
Фреон		20	н	
Масло для смазки приводов		100	у	
Глицерин	любая	50	у	
Гидравлическое масло		20	н	
Изопропиловый спирт	100	20	н	у

Окончание табл. 2.24

1	2	3	4	5
Молочная кислота	10		н	
Машинное масло		20	о	
Метанол		20	н	
Метиловый спирт	100		о	у
Метиленхлорид		20	н	
Моторное масло		120	н	
Оливковое масло		50	у	у
Щавелевая кислота	слабая	20	у	о
Растительные масла			у	у
Дегтярная кислота		20	у	
Углерода тетрахлорид	100	20	у	
Трихлорэтилен	100	20	у	
Винная кислота, вод. р-р			у	
Лимонная кислота			у	
Примечание. «у» - удовлетворительная устойчивость, «о» - ограниченная устойчивость, «н» - неудовлетворительная устойчивость				

Таблица 2.25 – Данные фирмы Borealis об устойчивости полиэтиленовых оболочек

Наименование вещества	20 °С	60 °С	Наименование вещества	20 °С	60 °С
1	2	3	4	5	6
Азотная кислота (95 % и выше)	н	н	Оливковое масло	у	н
Акрилат этила	о	н	Пентан-2	н	н
Амилацетат	о	о	Перекись водорода (90 %)	у	н
Анилин	у	о	Пропилен дихлорид	н	н
Ароматические углеводороды	н	н	Серная кислота (кипящая)	н	н
Ацетон	о	о	Серная кислота (80 – 98 %)	у	н
Бензол	о	о	Сернистый кальций	о	о
Бензин	о	о	Скипидар (живица)	н	н
Бром (жидкий или газ)	н	н	Стирол	о	н
Бромистый метил	н	н	Тетрагидрофуран	н	н
Бромформ	н	н	Тетрадекан	н	н
Гексан	у	о	Тетрахлорид титана	о	н
Гексахлорофен	о	о	Тетрахлорид углерода	о	н
Декан	о	н	Тетрахлорметан	о	н
Диацетоновый спирт	о	о	Тетрахлорэтилен	н	н
Дибутиловый амин	о	н	Толуол	о	н
Дизтопливо	у	о	Тормозная жидкость	о	н
Дипентен	н	н	Трехокись серы	н	н
Дисульфид углерода	о	н	Треххлористое соединение бора	о	н

Окончание табл. 2.25

1	2	3	4	5	6
Дихлорбензол	н	н	Трибромметан	н	н
Дихлорпропилен	н	н	Трихлорбензол	н	н
Дихлорэтилен	н	н	Трихлорэтилен	н	н
Диэтиловый кетон	о	о	Фтор (газ)	н	н
Диэтиловый эфир	н	н	Фурфурол	н	н
Изооктан	у	о	Фурфуроловый спирт	у	о
Изопентан	н	н	Хлор (газ или насыщенный водный р-р)	о	н
Изоприловый эфир	у	н	Хлорбензол	н	н
Изопропиламин	н	н	Хлорная кислота (70 %)	у	н
Йод (спиртовой р-р, йодид калия)	н	н	Хлористый метил	н	н
Камфорное масло	о	о	Хлористый метилен	н	н
Керосин	н	н	Хлористый этил	н	н
Ксилол	о	н	Хлористый этилен	н	н
Лигроин	о	н	Хлоросульфоновая кислота	н	н
Лизоль	о	н	Хлороформ	н	н
Масляная кислота	у	о	«Царская водка» (HCl:HNO ₃ =3:1)	н	н
Меркантанат этила	н	н	Циклогексан	н	н
Метилциклогексан	н	н	Этилацетат	у	н
Нитробензол	н	н	Этилбензол	н	н
Нитротолуол	н	н	Этиловый спирт	у	о
Нитроэтан	у	н	N-пентан	н	н
Озон	о	н	O-Zylene	н	н
Октиловый спирт	у	н	P-Zylene	н	н
Олеум	н	н			
Примечание. «у» - удовлетворительная устойчивость, «о» - ограниченная устойчивость, «н» - не-удовлетворительная устойчивость					

РАЗДЕЛ 3

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЕЙ

3.1 ВВЕДЕНИЕ

3.1.1 Проектирование кабельной линии, подготовка трассы и работы по прокладке кабелей должны выполняться в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», действующими отраслевыми строительными нормами и правилами и настоящей инструкцией.

3.1.2 Прокладка кабелей должна производиться только при наличии проекта производства работ (ППР).

3.1.3 Прокладка кабелей должна выполняться монтажной организацией, имеющей соответствующее оборудование, приспособления, инструмент, материалы и квалифицированных специалистов.

3.1.4 Инструкция распространяется на условия и способы прокладки кабелей в земле (траншеях), в кабельных сооружениях, производственных помещениях, трубах и блоках. На подводную прокладку данная инструкция не распространяется. Условия и способы подводной прокладки кабелей определяются при проектировании кабельной линии и должны быть согласованы с изготовителем кабеля.

3.2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3.2.1 Минимальный радиус изгиба при прокладке и монтаже кабелей

Минимальный радиус изгиба при прокладке должен быть не менее $20D_n$, где D_n — наружный диаметр кабеля.

При тщательном контроле изгиба, например, применением соответствующего шаблона, допускается уменьшение радиуса изгиба кабеля до $10D_n$. При этом рекомендуется подогрев кабеля в месте изгиба до температуры $20\text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.2 Допустимые осевые и радиальные нагрузки, возникающие при тяжении кабелей

3.2.2.1 Допустимое усилие тяжения

Усилия, возникающие во время тяжения кабеля с многопроволочной алюминиевой жилой, не должны превышать 30 Н/мм^2 номинального сечения жилы, кабеля с медной жилой – 50 Н/мм^2 .

При проектировании кабельной линии трасса и строительные длины кабелей должны быть выбраны таким образом, чтобы при протяжке кабеля не было превышено допустимое усилие тяжения.

Усилие, возникающее в конце прямой трассы при тяжении кабеля, рассчитывается:

а) для трассы без разности уровней:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot L \cdot \mu \text{ [Н]}$$

где M – масса кабеля, кг/м;

L – длина кабеля, м;

м - коэффициент трения.

б) для наклонной трассы:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot L \cdot (\mu \cos \beta \pm \sin \beta) \text{ [Н]}$$

где: β - угол наклона трассы;

+ при протяжке кабеля снизу вверх

– при протяжке сверху вниз

Изгибы трассы повышают усилие тяжения на коэффициент, зависящий от угла изгиба и коэффициента трения. Усилие на выходе изгиба рассчитывается:

$$F_E = F_A \cdot e^{\mu \alpha} \text{ [Н]}$$

где F_E – усилие на выходе изгиба;

F_A – усилие на входе изгиба;

α – угол изгиба, радиан;

м - коэффициент трения.

Ориентировочная величина коэффициента трения м составляет:

- при протяжке по роликам: 0,20 – 0,30;
- при протяжке в бетонные блоки: 0,40 – 0,60;
- при протяжке в пластмассовые трубы:
 - с использованием смазки: 0,10 – 0,20;
 - с помощью проливания воды: 0,15 – 0,25;
 - с помощью смазки и воды: 0,10 – 0,15.

3.2.2.2 Допустимое радиальное давление

Во время протягивания кабеля по изгибам возникает радиально направленная сила, величина которой зависит от усилия

тяжения, радиуса и угла изгиба.

Радиальное давление на единицу

длины рассчитывается:

$$F_r = \frac{F \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{r \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}} \text{ [Н/м]}$$

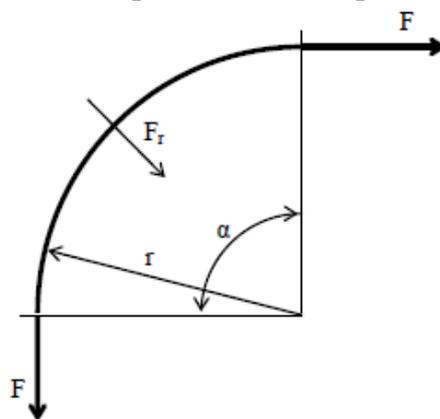


Рисунок 3.1

где F – усилие тяжения кабеля, Н;

α – угол изгиба, °;

r – радиус изгиба, м.

При $\alpha = 0 \dots 90^\circ$ можно использовать упрощенную формулу:

$$F_r = \frac{F}{r} \text{ [Н/м]}.$$

Максимально допустимое радиальное давление для небронированного кабеля составляет не более:

- 10000 Н/м – при протягивании в трубах;
- 1500 Н/м – при протягивании через угловой ролик;
- при использовании системы роликов: 7500 Н/м при установке 5 роликов на 1 м длины и 4500 Н/м при установке 3 роликов на 1 м длины.

3.2.2.3 Пример расчета

Кабель АПвЭПг-10 1х300/25 протягивается по роликам. Длина трассы 350 м. Трасса имеет два изгиба на угол 45° и 90° (см. рис.3.2), радиус изгиба 0,8 м, длина участков 0-1 и 1-2 – 100 м, длина участка 2-3 – 150 м. Разность уровней между точками 3 и 2 составляет +15 м.

В соответствии с таблицами раздела 2 наружный диаметр кабеля 39,1 мм, масса 1755 кг/км = 1,76 кг/м.

Минимальный радиус изгиба для выбранного кабеля составит $20 \cdot 39,1 = 782$ мм, следовательно, радиус изгиба 0,8 м является допустимым.

Усилие тяжения в конце участка 0-1:

$$F_{0-1} = 9,81 \cdot 1,76 \cdot 0,30 \cdot 100 = 518,0 \text{ Н}$$

Усилие тяжения на выходе из изгиба 1:

$$F_1 = F_{0-1} \cdot e^{0,30 \cdot (45 \cdot \pi / 180)} = 518,0 \cdot 1,27 = 657,9 \text{ Н}$$

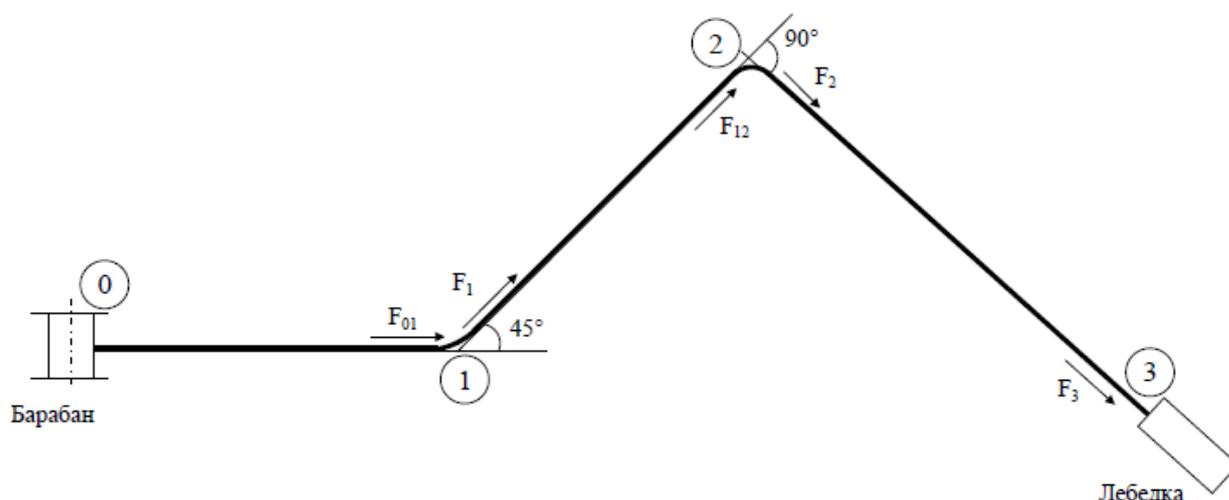


Рисунок 3.2

Усилие тяжения в конце участка 1-2:

$$F_{1-2} = F_1 + 9,81 \cdot 1,76 \cdot 0,30 \cdot 100 = 657,9 + 518,0 = 1175,9 \text{ Н}$$

Усилие тяжения на выходе из изгиба 2:

$$F_2 = F_{1-2} \cdot e^{0,30 \cdot (90 \cdot \pi / 180)} = 1175,9 \cdot 1,60 = 1881,4 \text{ Н}$$

Угол наклона участка 2-3:

$$\arcsin 15/150 = 5,7^\circ$$

Усилие тяжения в конце участка 2-3:

$$F_{2-3} = 1881,4 + 9,81 \cdot 1,76 \cdot 150 (0,30 \cos 5,7 + \sin 5,7) = 2911,7 \text{ Н}$$

Допустимое усилие тяжения равно $30 \cdot 300 = 9000 \text{ Н}$, т.е. выбранная трасса и метод протяжки обеспечивают усилие тяжения в пределах допустимого.

Радиальное давление на изгибе 1 составит (см. 3.2.2.2):

$$F_{r1} = \frac{657,9 \cdot \sin \frac{135^\circ}{2}}{0,8 \cdot \pi \cdot \frac{90^\circ}{360^\circ}} = 644,9 \text{ Н}$$

На изгибе 2:

$$F_{r2} = \frac{1881,4 \cdot \sin \frac{90^\circ}{2}}{0,8 \cdot \pi \cdot \frac{90^\circ}{360^\circ}} = 2117,3 \text{ Н}$$

Полученные значения радиального давления показывают, что на первом изгибе достаточно установки одного углового ролика (допустимое радиальное давление 1500 Н/м), а на втором необходимо установить систему роликов (допустимое радиальное давление 4500 Н/м при установке трех роликов на 1 м длины).

3.2.3 Температура окружающей среды при прокладке

Прокладка кабелей без предварительного подогрева допускается при температуре не ниже минус $5 \text{ }^\circ\text{С}$. При условии предварительного подогрева (см. 3.3.5) допускается прокладка при температуре не ниже минус $15 \text{ }^\circ\text{С}$ для кабелей с оболочкой из ПВХ пластиката и полимерной композиции, не распространяющей горение, и не ниже минус $20 \text{ }^\circ\text{С}$ для кабелей с полиэтиленовой оболочкой.

Не допускается прокладка кабелей при температуре окружающей среды выше $40 \text{ }^\circ\text{С}$. Под температурой окружающей среды подразумевается температура оболочки кабеля.

3.2.4 При выборе трассы кабельной линии необходимо учесть наличие химически агрессивных сред. Справочные данные о химической устойчивости наружных оболочек кабелей приведены в разделе 2.

3.2.5 Протяжка кабелей может осуществляться:

- а) за оболочку – при помощи закрепленного на ней проволочного чулка;
- б) за жилу – при помощи концевого захвата (для кабелей с однопроволочными жилами) или клинового захвата (для кабелей с многопроволочными жилами).

3.2.6 Кабели должны быть уложены «змейкой» с запасом по длине $1 - 2 \%$ для компенсации температурных деформаций кабелей и конструкций, а также смещений почвы. Укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается.

3.2.7 Металлические экраны кабелей и металлические кабельные конструкции должны быть заземлены в соответствии с ПУЭ и СНиП.

3.2.8 Кабели трех фаз прокладываются параллельно в плоскости или треугольником.

При прокладке кабелей в плоскости рекомендуется выдерживать расстояние в свету между кабелями не менее диаметра кабеля.

3.2.9 При проектировании кабельной линии необходимо учесть, что вокруг отдельно проложенных (не соединенных в треугольник) кабелей не должны создаваться замкнутые контуры из магнитных материалов (например, стали). Это нужно учитывать при выборе материала труб, выборе крепления кабелей на конструкциях, крепления бирок на кабелях.

Запрещается применение креплений, экранов, бандажей, хомутов и т.д. из магнитных материалов, полностью охватывающих кабель по контуру.

3.2.10 При хранении кабелей и в процессе прокладки необходимо следить за герметичностью концов кабелей (сохранностью кабельных кап). Заделка концов кабелей выполняется с помощью герметизируемых кабельных кап (см. 3.10).

3.2.11 Кабель после прокладки должен быть защищен от воздействия прямых солнечных лучей (засыпан слоем песчано-гравийной смеси, закрыт щитами и т.п.). Не допускается воздействие прямых солнечных лучей на кабель в течение более чем 12 ч.

3.3 СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

3.3.1 Выбор способа прокладки

3.3.1.1 Кабели могут быть проложены в земле (траншее), в кабельных сооружениях (каналах, туннелях, коллекторах, галереях, эстакадах, блоках), в трубах, в производственных помещениях.

3.3.1.2 При выборе способов прокладки кабельных линий необходимо руководствоваться ПУЭ.

3.3.1.3 Выбор трассы кабельной линии, глубины заложения, расположения кабелей и расстояния между ними, способов механической защиты кабелей должен быть сделан с учетом допустимых токовых нагрузок (см. раздел 2). Все параметры должны быть указаны в проекте кабельной линии.

3.3.2 Прокладка в земле (траншеях)

3.3.2.1 Глубина заложения кабеля в земле (в траншее) должна быть не менее 700 мм. При этом под кабелем должна быть сделана подсыпка толщиной не менее 100 мм, а сверху него – засыпка толщиной не менее 100 мм слоем песчано-гравийной смеси.

3.3.2.2 На всем протяжении трассы кабеля в траншее должны быть защищены от повреждений железобетонными плитами.

3.3.2.3 При засыпке кабеля не должны менять своего положения. При необходимости кабеля должны быть скреплены.

3.3.2.4 При прокладке в траншее нескольких кабелей места соединений могут располагаться в один ряд или со сдвигом между соседними кабелями не менее чем на 2 м.

3.3.2.5 При прокладке кабеля в местах соединений должен быть оставлен запас длиной, достаточной для монтажа муфты, а также для укладки дуги компенсатора. Укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается.

В стесненных условиях при большом количестве кабелей допускается располагать компенсаторы в вертикальной плоскости ниже уровня прокладки кабелей. Муфта при этом остается на уровне прокладки кабелей.

3.3.2.6 В местах соединения кабелей должны быть подготовлены котлованы, соосные с траншеей, шириной не менее 1,5 м для кабеля 10 кВ и 1,7 м для кабелей 20 и 35 кВ (для одноцепных линий). Глубина котлована определяется глубиной залегания кабеля в траншее, длина – количеством и расположением муфт (для монтажа трех муфт вразбежку требуется не менее 5 м для кабеля 10 кВ и 7 м для кабелей 20 и 35 кВ).

Для многоцепных линий размеры котлованов определяются при проектировании с учетом конкретных условий.

Не рекомендуется располагать соединения кабелей над и под коммуникациями, а также над перекрытиями подземных сооружений.

3.3.2.7 При сооружении траншей необходимо избегать мест, содержащих вещества или мусор, разрушительно действующие на оболочку кабеля, в т.ч. насыпной грунт, содержащий шлак или строительный мусор, участки, расположенные ближе 2 м от выгребных и мусорных ям. Сведения о химической устойчивости оболочек кабелей приведены в разделе 2.

При невозможности обхода этих мест кабель должен быть проложен в трубах (пластмассовых с герметичными стыками или асбоцементных, покрытых снаружи и внутри битумным составом), или траншея должна быть расширена с обеих сторон на 0,5 – 0,6 м, углублена на 0,3 – 0,4 м и засыпана чистым нейтральным грунтом.

3.3.2.8 Примеры параллельной прокладки кабелей в траншее приведены на рис. 3.3а (для кабелей 10 кВ) и рис.3.3б (для кабелей 20 и 35 кВ)

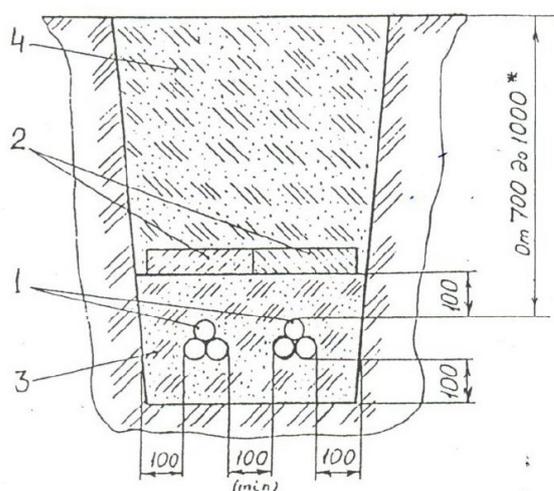


Рисунок 3.3а

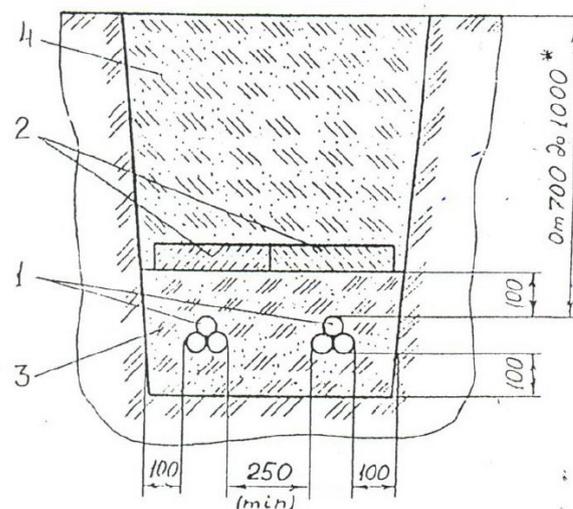


Рисунок 3.3б

- 1- кабели;
- 2- железобетонные плиты перекрытия или кирпичи;
- 3- песчано-гравийная смесь или рыхлый грунт;
- 4- засыпной грунт.

Все размеры в миллиметрах.

Примечания: 1. При условиях, указанных в п.2.3.83 ПУЭ, допускается вместо железобетонных плит и кирпичей использовать для перекрытия пластмассовые сигнальные ленты, которые должны укладываться на расстоянии 250 мм над кабелями.

2. * Глубина заложения зависит от условий прокладки и должна соответствовать п.2.3.83 ПУЭ.

3.3.3 Прокладка в кабельных блоках, трубах и железобетонных лотках

3.3.3.1 Внутренний диаметр трубы или канала блока для прокладки одного кабеля должен быть не менее $1,5 D$, где D – диаметр кабеля. Следует располагать по одному кабелю в трубу (канал блока).

3.3.3.2 Общая длина трубы (канала блока) определяется при проектировании с учетом конструкции трассы и предельно допустимых усилий тяжения. При расчете усилий тяжения, возникающих при протяжке через трубу (канал блока), необходимо учитывать диаметр кабеля и трубы, материал и состояние внутренней поверхности трубы.

3.3.3.3 Для прокладки кабелей применяются асбоцементные, пластмассовые, керамические трубы. Для обеспечения сохранности оболочки кабель рекомендуется протягивать в полиэтиленовые трубы, которые для повышения механической прочности могут быть протянуты в асбоцементные. Применение труб из магнитных материалов (стали, чугуна) для прокладки одной фазы кабеля запрещается.

3.3.3.4 Трубы должны быть соединены муфтами, соединительными патрубками или манжетами и, в случае необходимости, скреплены цементным раствором.

При выборе способа соединения труб запрещается применять муфты, патрубки, манжеты из магнитных материалов, охватывающие кабели одной фазы по замкнутому контуру.

Внутренний диаметр муфт, патрубков и манжет должен быть не меньше внутреннего диаметра соединяемых труб.

3.3.3.5 В процессе соединения труб и сборки блоков в трубы (каналы блоков) рекомендуется затягивать проволоку, которую в дальнейшем можно будет использовать для протягивания троса, предназначенного для прочистки трубы (канала) и протягивания кабеля.

3.3.3.6 До протягивания кабеля трубу (канал блока) необходимо очистить ее от остатков бетонного раствора и строительного мусора. Для этого через трубу (канал блока) протягивают с помощью лебедки канат с прикрепленным к нему приспособлением в виде стального контрольного цилиндра и трех ершей из стальной проволоки. Наружный диаметр контрольной поверхности цилиндра должен быть на 15 мм меньше внутреннего диаметра трубы (канала), а диаметр ерша – на 6 мм больше внутреннего диаметра трубы (канала). К последнему ершу

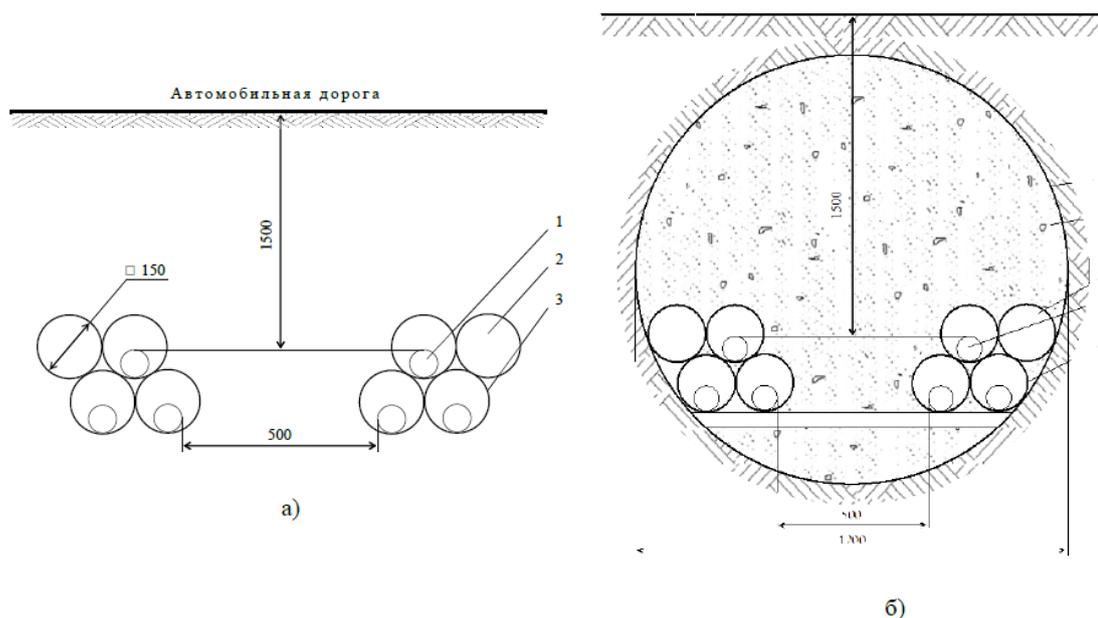
прикрепляют стальной трос, при помощи которого затем будет протягиваться кабель.

3.3.3.7 Для уменьшения усилия тяжения кабеля через трубу (канал блока) кабель покрывают смазкой или проливают через трубы или каналы воду.

Смазка не должна содержать веществ, разрушающих оболочку кабеля. Для кабелей с полиэтиленовой оболочкой рекомендуется применять технический вазелин, с поливинилхлоридной оболочкой – технический вазелин, тавот или солидол. Ориентировочный расход смазки – 8-10 кг на каждые 100 м кабеля. Следует следить за тем, чтобы к смазанной поверхности не прилипали камни, мусор, песок, которые могут повредить оболочку кабеля при протяжке.

3.3.3.8 Протягивать кабель через трубы и каналы блоков рекомендуется по возможности плавно и без остановок.

3.3.3.9 Примеры прокладки кабелей в трубах приведены на рис. 3.4.



1 – кабель;
2 – резервная асбоцементная труба;
3 – асбоцементная труба

1 – стальная труба; 2 – бетон;
3 – резервная асбоцементная труба;
4 – кабель; 5 – асбоцементная труба

Рисунок 3.4 – Примеры прокладки кабелей в трубах:

- а) под автомобильными и другими дорогами;
б) под железнодорожными путями

3.3.4 Прокладка в кабельных сооружениях и производственных помещениях

3.3.4.1 Прокладка кабелей должна начинаться после завершения всех строительных работ.

3.3.4.2 При прокладке в кабельных сооружениях и производственных помещениях кабелей с полиэтиленовой оболочкой в проекте необходимо предусмотреть дополнительные меры противопожарной защиты, например, нанесение огнезащитных покрытий.

3.3.4.3 Кабели в кабельных сооружениях рекомендуется прокладывать целыми строительными длинами, избегая, по возможности, применения в них соединительных муфт.

3.3.4.4 Опорные конструкции, на которые укладывают кабели, должны иметь исполнение, исключающее возможность повреждения оболочек кабелей.

3.3.4.5 При необходимости установки соединительных муфт в кабельных сооружениях (помещениях) необходимы отдельные полки на опорной конструкции для каждой муфты. Противопожарные кожухи для соединительных муфт кабелей с полиэтиленовой изоляцией не требуются.

3.3.4.6 На трассе, состоящей из проходного туннеля, переходящего в полупроходной туннель или непроходной канал, соединительные муфты должны быть расположены в проходном туннеле.

3.3.4.7 Кабели внутри помещений и снаружи в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, грузов и механизмов, доступность для неквалифицированного персонала) должны быть защищены до безопасной высоты, но не менее 2 м от уровня земли или пола и на глубине 0,3 м в земле.

3.3.4.8 Проходы кабелей через стены, перегородки и перекрытия должны быть выполнены через отрезки неметаллических труб (асбоцементных, пластмассовых и т.д.), отфактурированные отверстия в железобетонных конструкциях или открытые проемы.

Зазоры в отрезках труб, отверстиях и проемы после прокладки кабелей должны быть заделаны несгораемым материалом по всей толщине стены или перегородки в соответствии с 4.18 ДБН В.1.1-7-2002 „Пожежна безпека об’єктів будівництва”.

Зазоры в проходах через стены допускается не заделывать, если стены не являются противопожарными преградами.

3.3.4.9 Вводы кабелей в здания, кабельные сооружения и другие помещения должны быть выполнены в асбоцементных, бетонных, керамических или пластмассовых трубах. Концы труб должны выступать в траншею из стены здания или фундамента (при наличии отмостки – за линию последней) не менее чем на 0,6 м, и иметь уклон в сторону траншеи.

Должны быть предусмотрены меры, исключающие проникновение из траншей в здания, кабельные сооружения и помещения воды и мелких животных.

3.3.4.10 Не допускается прокладка кабеля без труб в строительных основаниях.

3.3.5 Прокладка при низких температурах

3.3.5.1 При температуре воздуха ниже допустимой (см. 3.2.3) прокладка кабелей допускается только после предварительного подогрева кабелей и при выполнении прокладки в сжатые сроки (не более 30 мин).

При невозможности прокладки кабеля в указанный срок в процессе прокладки должен обеспечиваться постоянный подогрев кабеля или прокладка должна производиться с перерывами, во время которых кабель дополнительно подогревают.

3.3.5.2 Рекомендуются подогрев кабеля выдержкой в обогреваемом помещении или в тепляке или палатке с обогревом (с температурой до 40 °С).

Продолжительность прогрева кабелей на барабане в обогреваемом помещении или тепляке:

- при температуре воздуха в помещении или тепляке от 5 до 10°С - не менее 72 ч;

- II - от 10 до 25 °С - не менее 24 ч;

- II - от 25 до 40 °С - не менее 18 ч.

3.3.6 Прокладка в вечномёрзлых грунтах

3.3.6.1 Глубина прокладки кабелей в вечномёрзлых грунтах определяется при проектировании с учетом конкретных грунтовых и климатических условий.

3.3.6.2 Грунт, используемый для обратной засыпки траншей, должен быть размельчен и уплотнен. Наличие в траншее льда и снега не допускается. Грунт для насыпи следует брать из мест, удаленных от оси трассы кабеля не менее чем на 5 м. Грунт в траншее после осадки должен быть покрыт мохо-торфяным слоем.

3.3.6.3 В качестве дополнительных мер против возникновения морозобойных трещин следует применять:

- засыпку траншей с кабелем песчаным или гравийно-галечным грунтом;
- устройство водоотводных канав или прорезей глубиной до 0,6 м, расположенных с обеих сторон трассы на расстоянии 2-3 м от ее оси;
- обсев кабельной трассы травами и обсадку кустарником.

3.3.7 Крепление кабелей

3.3.7.1 При выборе способа крепления кабелей необходимо исключить возможность повреждения их оболочек и учесть требование 3.2.9.

3.3.7.2 При прокладке кабелей треугольником они должны быть скреплены лентами, стяжками, хомутами или скобами.

Кабели, прокладываемые в траншее, не должны менять своего положения при засыпке грунтом. При необходимости следует выбрать шаг скрепления и скрепить их.

Кабели, проложенные на воздухе, должны быть скреплены с шагом 1,0 – 1,5 м по длине кабельной линии и на расстоянии не более 0,5 м от каждого изгиба кабельной линии.

Скрепление с указанным шагом должно быть по всей кабельной линии, за исключением участков около соединительных и концевых муфт.

3.3.7.3 Для скрепления кабелей трех фаз одной кабельной линии в треугольник допускается использование хомутов или скоб из магнитных материалов (например, стали). При этом обязательно использование эластичных прокладок для защиты оболочки кабеля. Стальные крепления должны иметь эффективное антикоррозионное покрытие, рассчитанное на весь срок эксплуатации кабельной линии.

3.3.7.4 Кабели, прокладываемые по конструкциям, консолям, эстакадам, стенам, перекрытиям, фермам и т.д., следует закреплять в конечных точках, непосредственно у концевых муфт в двух местах, у соединительных муфт, на поворотах трассы (с обеих сторон от изгиба на расстоянии не более 0,5 м), на остальных участках трассы – в местах, расположенных по длине кабельной линии с шагом от 1 до 1,5 м, с учетом требований 3.2.6, 3.2.8, 3.2.9, 3.3.7.2.

При укладке кабелей на консоли кабели должны быть закреплены на каждой консоли. Расстояние между консолями должно быть не более 1 м.

Кабели, прокладываемые вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены на каждой кабельной конструкции.

Крепление кабелей должно быть выполнено таким образом, чтобы была предотвращена деформация кабелей и муфт под действием собственного веса кабеля, а также в результате действия механических напряжений, возникающих при циклах нагрева и охлаждения и при магнитных взаимодействиях во время коротких замыканий.

Расчет механического усилия, возникающего между двумя кабелями при коротком замыкании, проводится по формуле:

$$F = \frac{0,2}{s} \cdot (2,5 I_k)^2 \text{ [Н/м]},$$

где s – расстояние между центрами жил, м;

I_k – ток короткого замыкания, кА.

3.3.7.5 В местах жесткого крепления кабелей на конструкциях должны быть проложены прокладки из эластичного материала (листовая резина, листовый поливинилхлорид, неопрен и т.д.). Прокладки должны выступать за края хомутов или скоб по ширине на 5 - 8 мм.

Крепление кабелей при помощи специальных скоб и хомутов без прокладок должно быть согласовано с изготовителем кабеля.

Крепление кабелей при помощи специальных кабельных зажимов производства концерна KOZ Products (Голландия).

Кабельные зажимы KOZ выполнены из армированного стекловолокном полиамида, обеспечивающего высокое механическое (20кН до 69кН, в зависимости от типа изделия), тепловое и химическое сопротивление.

Зажимы KOZ рассчитаны на высокие динамические нагрузки сильных токов короткого замыкания. Уравновешенная конструкция изделий обеспечивает равномерное распределение давления на зажимаемой поверхности кабеля. Стойкость к воздействию пламени, ультрафиолетовому излучению, соленой воде, озона, масла, топлива, щелочи и радиоактивных лучей, галогенов позволяет использовать зажимы KOZ как для внутренней, так и для наружной установки. Полностью годны для повторного использования.

Отсутствие механических потерь прочности в пределах температур от -50°C до $+120^{\circ}\text{C}$. Огнестойкость в соответствии с VDE 0304, раздел 3, класс IIА.

Компания KOZ рекомендует использовать неопреновые прокладки на вертикальных участках и на участках, где происходят значительные температурные перепады.

Зажимы компании KOZ протестированы нидерландской лабораторией КЕМА.

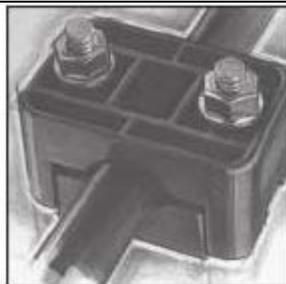
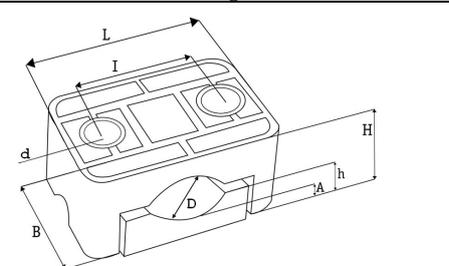
Зажимы типа KOZ ST (размеры в мм):

- для кабелей с наружным диаметром до 75 мм

- механическая прочность 20 ÷ 40 кН

- возможность многоуровневого монтажа

- усилие затяжки крепежа 5-8 Нм

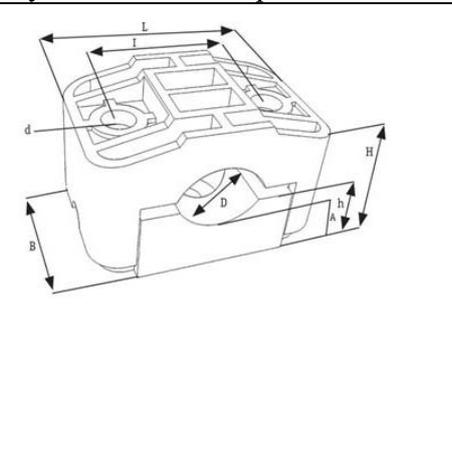


Тип	KOZ ST 18-26	KOZ ST 26-38	KOZ ST 36-52	KOZ ST 50-75
D	18-26	26-38	36-52	50-75
L	77	92	108	128
B	45	60	60	60
I	49	60	75	95
d	10,5	12,5	12,5	12,5
H	36-44	48-60	58-74	76-101
h	13,5	21	27	35
A	6	10	11	14
Вес, г	90	170	225	310

Зажимы типа KOZ STC (размеры в мм):

- для кабелей с наружным диаметром до 100 мм
- механическая прочность 38 ÷ 47 кН
- усилие затяжки крепежа 5-8 Нм

- возможность крепления на опорных балках или на плоских поверхностях

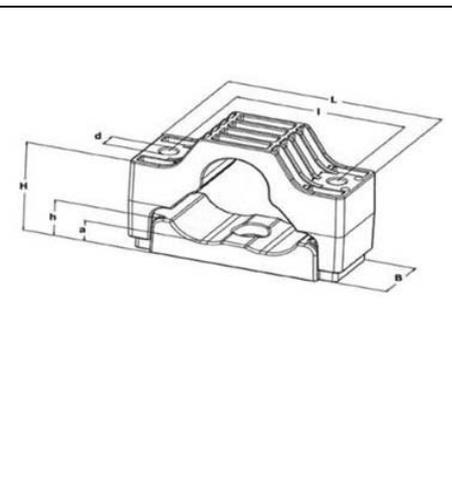


Тип	KOZ STC 21-38	KOZ STC 36-52	KOZ STC 46-75	KOZ STC 72-100
D	21-38	36-52	46-75	72-100
L	92	107	128	172
B	60	60	60	80
I	60	75	95	127
d	12,5	12,5	12,5	14,5
H	54-70	69-84	79-109	90-115
h	26	33	35	51
A	18	18	20	22,5
Вес, г	174	237	298	768

Зажимы типа KOZ TRI (размеры в мм):

- для крепления трех одножильных кабелей треугольником
- при повышенной нагрузке от токов короткого замыкания

- возможность крепления хомута к крепежной балке, стойкам, опорам, плоской поверхности
- усилие затяжки крепежа 5-8 Нм

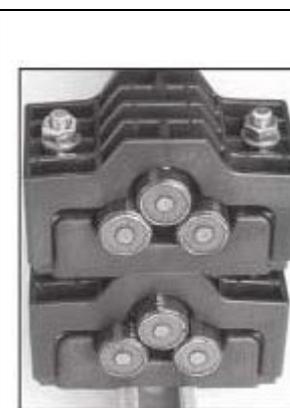
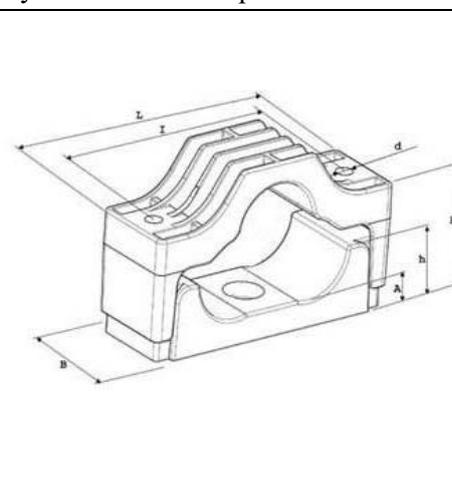


Тип	KOZ TRI 3x25-40	KOZ TRI 3x38-53	KOZ TRI 3x53-66	KOZ TRI 3x67-82
D Ø	25-40	38-53	53-66	67-82
L	160	190	216	252
B	75	80	80	100
I	125	145	169	202
d Ø	14,5	14,5	15,0	16,5
H	68-95	80-115	100-120	140-175
h	38	54	44	70
A	20	30	25	26
Мех. пр. кН	40	38,5	70	42
Вес, г	600	890	1120	1840

Зажимы типа KOZ TRIeco (размеры в мм)

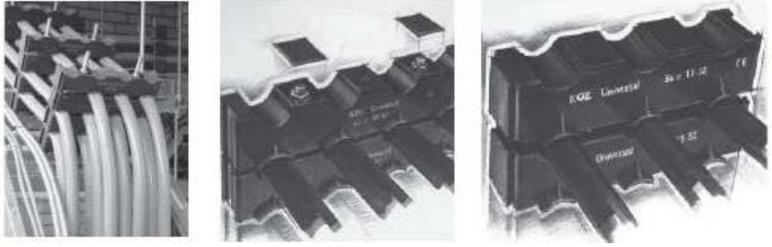
- для крепления трех одножильных кабелей треугольником
- усилие затяжки крепежа 5-8 Нм

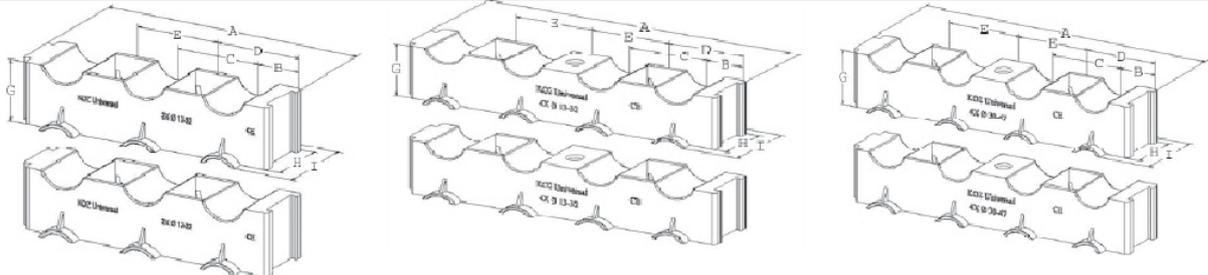
- возможность крепления хомута к крепежной балке, стойкам, опорам, плоской поверхности



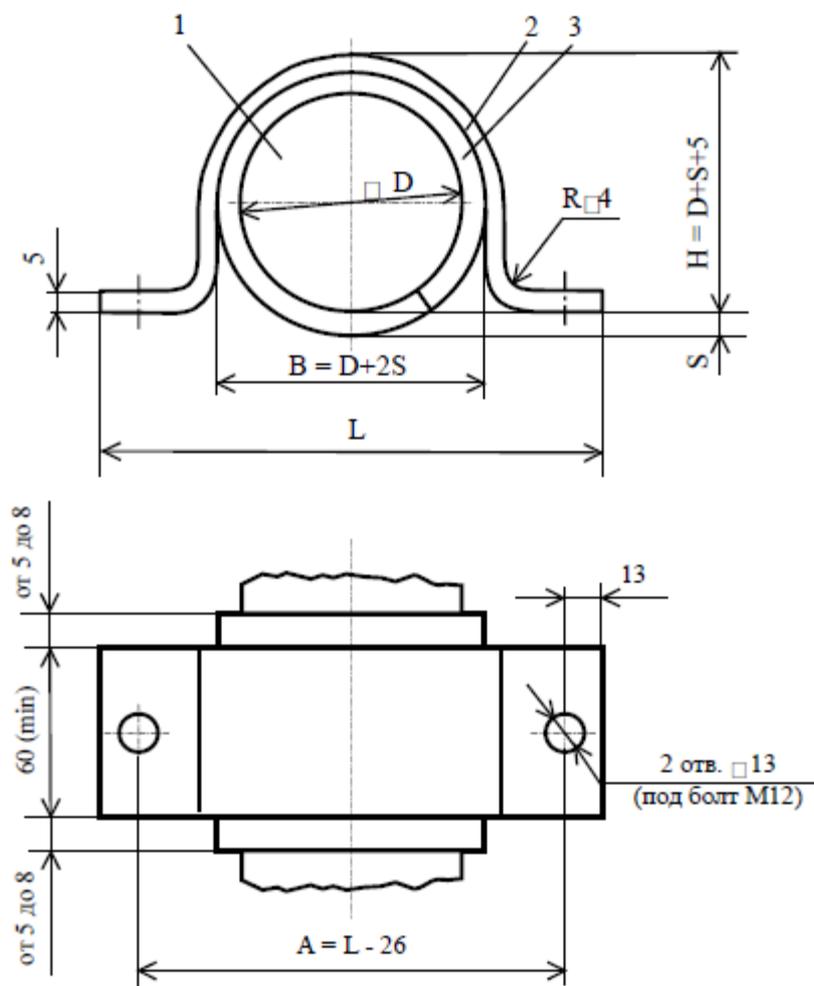
Тип	KOZ TRIeco 24-35	KOZ TRIeco 33-46	KOZ TRIeco 47-66
D Ø	24-35	33-46	47-66
L	136	156	205
B	70	70	70
I	101	121	170
d Ø	11	11	13
H	54-78	58-90	80-120
h	35	41	51
A	20	20	19
Мех. пр. кН	15	16	22
Вес, г	315	385	610

Зажимы типа KOZ UNI (размеры в мм): - для крепления одножильных кабелей при прокладке их в плоскости и в нескольких уровнях друг над другом - для кабелей с номинальным наружным диаметром 13÷47мм - уникальная конструкция «ласточкиного хвоста» позволяет увеличить количество кабелей, которые крепятся в ряд - усилие затяжки крепежа 5-8 Нм	Тип	KOZ UNI 3x13-32	KOZ UNI 4x13-32	KOZ UNI 4x30-47
	A	186,5	246,5	345,0
	B	32,2	32,2	44,5
	C	60,5	60,5	85,0
	D	62,7	62,7	87,5
	E	60,5	60,5	85,0
	F	10,5	10,5	13,5
	G	43	43	65,0
	H	45	45	50
	I	61	61	66
	Мех.пр. кН	19,5	32,5	27,4
Вес, г	145	205	375	





3.3.7.6 Другие примеры крепления кабелей на металлоконструкциях приведены на рис. 3.5-3.8.



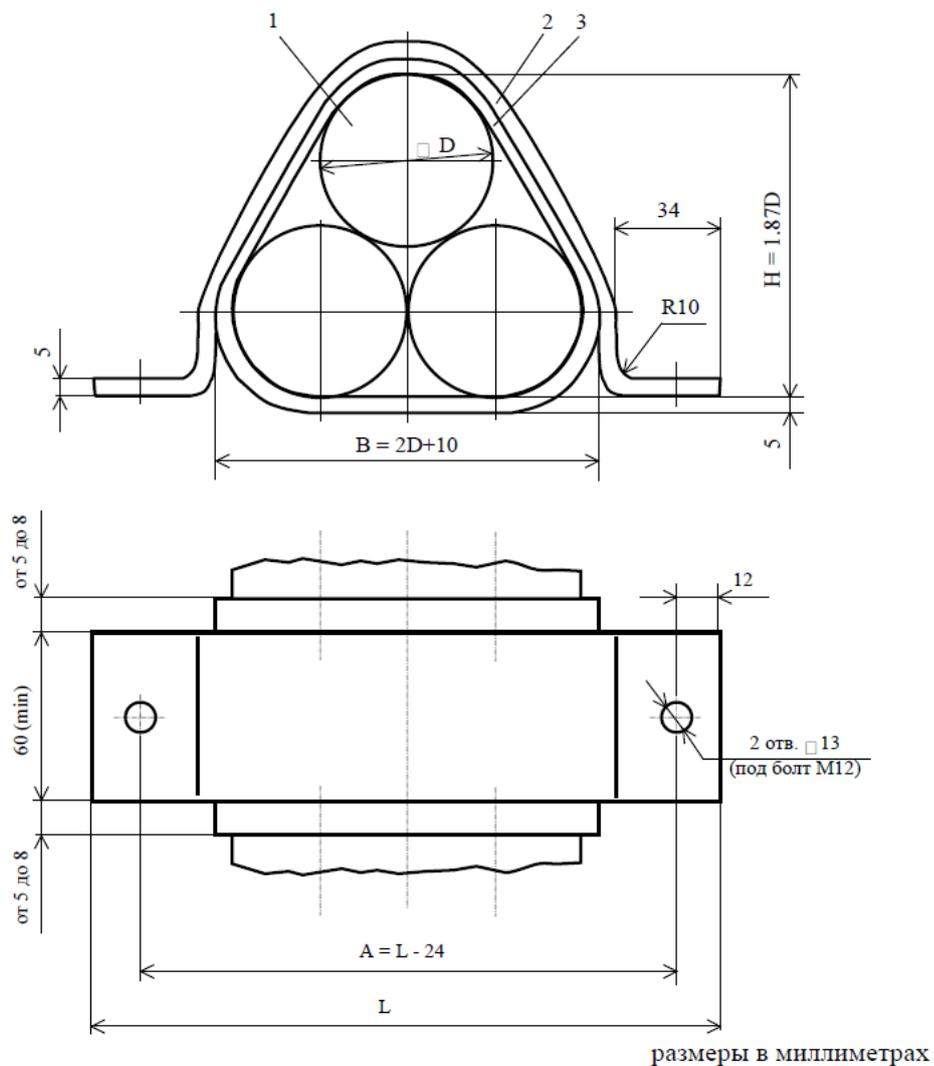
- 1 – кабель; 2 – хомут (скоба) из алюминия или алюминиевого сплава
- 3 – прокладка из эластичного материала (резина, поливинилхлорид и т.д.)

Примечание:

- 1. Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) не показаны.
- 2. D - наружный диаметр кабеля, S – толщина прокладки (4-5 мм).

Рисунок 3.5 – Пример крепления одного кабеля на металлоконструкции

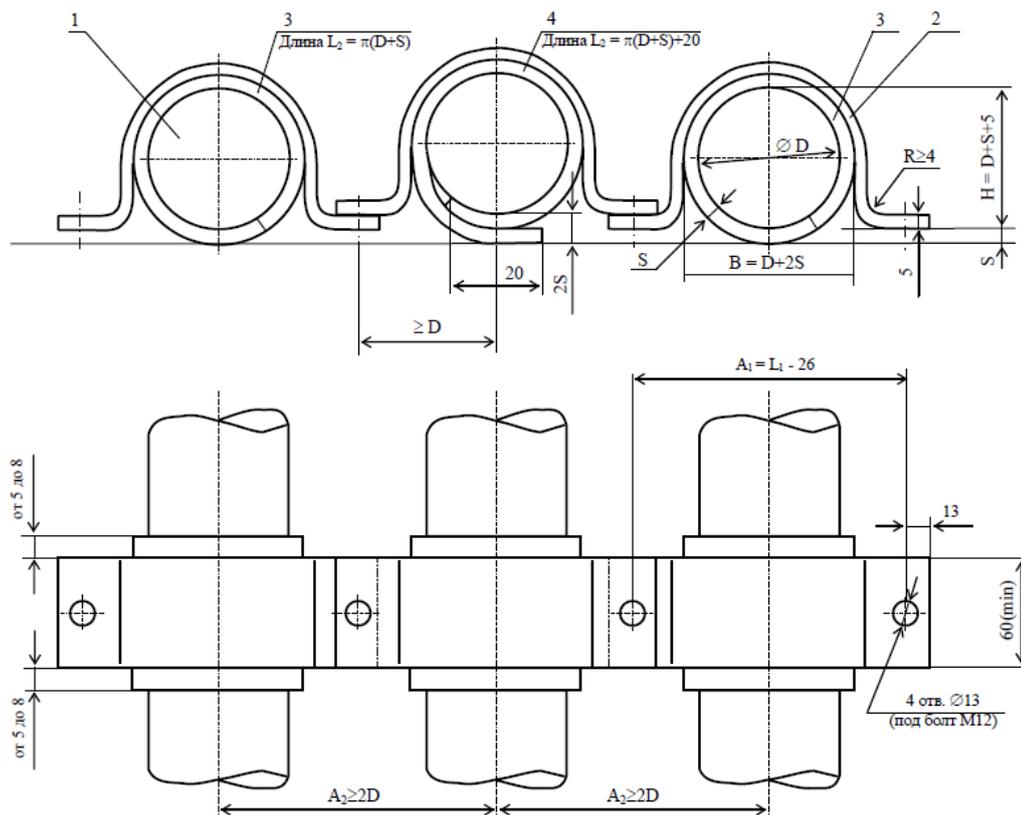
размеры в миллиметрах



1 – кабель; 2 – хомут (скоба) из алюминия или алюминиевого сплава толщиной 5 мм или из стального листа толщиной 3-4 мм; 3 – прокладка из эластичного материала (резина, поливинилхлорид и т.д.) толщиной 4-6 мм

Примечание. 1) Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) не показаны.
2) D - наружный диаметр кабеля.

Рисунок 3.6 – Пример крепления трех кабелей в связке на металлоконструкции

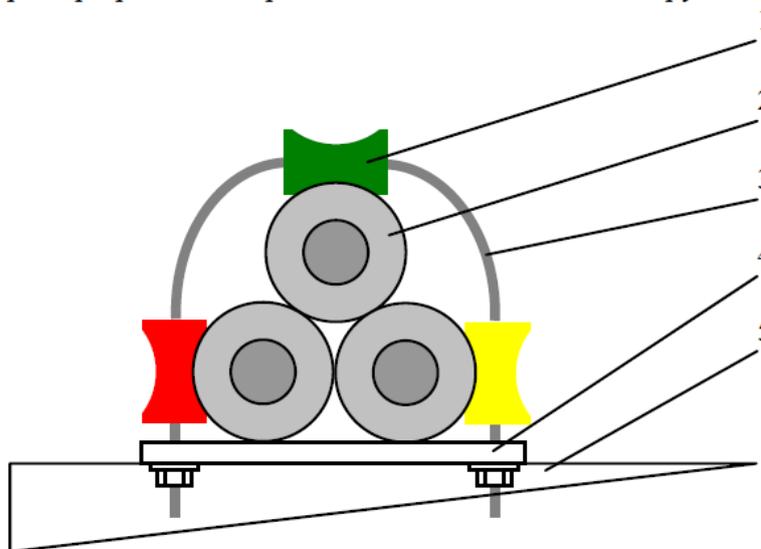


размеры в миллиметрах

- 1 – кабель
- 2 – хомут (скоба) из алюминия или алюминиевого сплава
- 3, 4 – прокладки из эластичного материала (резина, поливинилхлорид и т.д.)

Примечания. 1) Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) не показаны.
 2) D - наружный диаметр кабеля, S – толщина прокладок (4-5 мм).
 3) Размер A_2 равен размеру A_1 и определяется с учетом величин наружного диаметра кабеля D и выбранного радиуса гибки полки хомута R .

Рисунок 3.7 – Пример крепления трех кабелей на металлоконструкции



- 1 – клица кабельная; 2 – кабель; 3 – оцинкованный хомут; 4 – пластина; 5 – кабельная полка

Рисунок 3.8 – Пример крепления кабеля по эстакаде с помощью тройникового клицевого узла, разработанного ООО «Русэнерго»

3.4 ПОДГОТОВКА И ПРИЕМКА ТРАССЫ

3.4.1 Общие указания

3.4.1.1 Перед началом прокладки трасса кабеля должна быть подготовлена и принята по акту от строительной организации. Допускается приемку трассы производить участками от муфты до муфты.

Приемку трассы должны производить представители заказчика, монтажной организации и шеф-монтажной организации.

3.4.1.2 В процессе приемки трассы проверяется ее соответствие проектной документации, требованиям ПУЭ и СНиП и требованиям, изложенным ниже.

3.4.1.3 До прокладки кабеля должны быть закончены все строительные работы на кабельных конструкциях и в производственных помещениях, включая отделочные работы, монтаж вентиляции, освещения, систем пожаротушения и водоотведения.

Подготовка трассы включает:

- установку опорных конструкций и каркасов противопожарных перегородок в кабельных сооружениях;
- установку опорных стоек для концевых муфт;
- подготовку пересечений с другими коммуникациями, проходов для вводов в стены зданий;
- подготовку блоков и траншей;
- подготовку площадок для установки барабанов с кабелем и тяговой лебедки.

Сварка в кабельных конструкциях должна быть выполнена до прокладки кабелей; кирпичная кладка перегородок может быть выполнена после прокладки.

3.4.2 Подготовка траншей:

- 1) из траншеи должна быть удалена вода, камни и посторонние предметы;
- 2) должно быть спланировано дно траншеи;
- 3) на дне траншеи или лотков должна быть сделана подсыпка толщиной 100 мм песчано-гравийной смесью, в кабельных колодцах с соединительными муфтами – подсыпка толщиной не менее 300 мм;
- 4) вдоль трассы должна быть заготовлена песчано-гравийная смесь для засыпки кабелей и железобетонные плиты, предусмотренные проектом;
- 5) в местах расположения соединительных муфт должны быть вырыты котлованы, из них должна быть удалена вода, на дне котлованов должны быть уложены железобетонные плиты;
- 6) на заходах в котлованы и колодцы при необходимости должны быть вырыты приямки для укладки кабелей после монтажа муфт;
- 7) при использовании лотков они должны быть уложены на дно траншеи на ненарушенную структуру грунта и состыкованы так, чтобы не было смещения лотков относительно друг друга в горизонтальной и вертикальной плоскостях. На углах поворота стыки между лотками должны быть скреплены бетоном;
- 8) на участках с сыпучими или влажными грунтами стенки траншеи должны быть раскреплены деревянными щитами. Высота щитов должна быть выбрана так, чтобы избежать смыва грунта во время дождя. Крепления не должны мешать работам по прокладке кабеля. Крепление стен траншеи должно также выполняться

при прохождении трассы линии под проезжей частью и тротуарами, а также в местах, не допускающих разрытие траншеи с откосами (стесненные условия).

3.4.3 Подготовка труб:

1) трубы должны быть уложены прямолинейно, без отклонений от оси. Дно траншеи перед входами труб должно быть ниже труб на 10 – 15 см;

2) заходы труб с внутренней стороны должны быть скругленными с радиусом не менее 5 мм и не иметь выступов, изломов, заусенцев;

3) соединения труб должны иметь обработанную и очищенную поверхность;

4) прямолинейность труб и отсутствие пробок должны быть проверены при помощи просвечивания электролампой или фонарем на другой стороне перехода;

5) после закладки труб они должны быть закрыты заглушками с обеих сторон. Перед прокладкой кабеля заглушки должны быть сняты, и должно быть проведено тампонирование труб.

3.4.4 Подготовка блочной канализации:

1) должна быть проверена глубина заложения блоков от планировочной отметки согласно проекту и правильность их укладки;

2) должна быть обеспечена гидроизоляция стыков;

3) должна быть проверена чистота и соосность каналов. Не допускается наличие выступов в каналах, песка, камней, мусора, бетонной крошки;

4) должны быть выполнены крышки люков колодцев, металлические лестницы или скобы для спуска в колодец.

3.5 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ БАРАБАНОВ С КАБЕЛЕМ

3.5.1 Кабели поставляются на обшитых деревянных барабанах с улиткой по ГОСТ 5151-79 (рисунок 3.9). Размеры барабанов и их расчетная масса приведены в таблице 3.1, расчетная длина кабеля на барабане – в таблице 3.2.

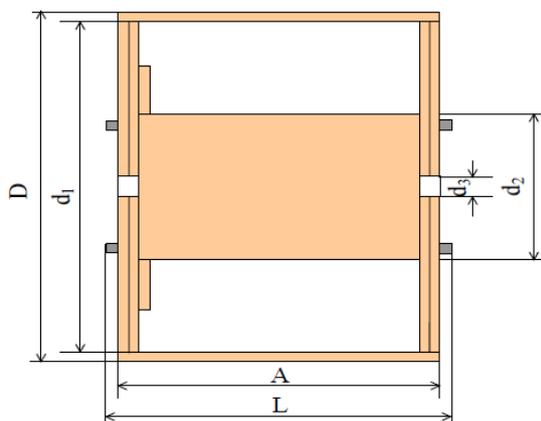
3.5.2 Хранение и транспортирование барабанов с кабелем должно соответствовать ГОСТ 18690-82. Условия хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов соответствуют группе ОЖЗ по ГОСТ 15150-69.

3.5.3 Концы кабелей во время транспортировки и хранения должны быть герметизированы термо-усаживаемыми капами, чтобы предотвратить проникновение воды, и закреплены. Нижний конец кабеля надежно закрепляется в улитке. Во время прокладки капы должны быть сняты непосредственно перед монтажом арматуры. Если капы были удалены преждевременно, должна быть обеспечена защита концов кабелей от действия влаги.

Во время хранения, погрузки и транспортировки кабелей должен быть обеспечен контроль и необходимый ремонт оболочек и защитных кап во избежание проникновения воды под оболочку.

3.5.4 Барабаны с кабелем должны транспортироваться при горизонтальном положении оси барабана, при этом должны соблюдаться меры их защиты от повреждений. Перевозка барабанов с кабелем плашмя (на щеке) не допускается.

При перевозке барабаны должны быть надежно закреплены.



D – диаметр барабана с обшивкой
 d₁ – диаметр щеки
 d₂ – диаметр шейки
 d₃ – диаметр осевого отверстия
 A – длина обшивки
 L – длина шпильки

Рисунок 3.9

Таблица 3.1

Номер барабана	Размеры, мм						Расчетная масса барабана	
	D	d ₁	d ₂	A	d ₃	L	без обшивки	со сплошной обшивкой
20	2060	2000	1220	1180	80	1250	520	570
20б	2060	2000	1500	1180	80	1242	580	630
22	2260	2200	1320	1236	100	1298	660	710
22а			1480	1290		1350	700	860
22б			1680	1340		1400	770	930
22в			1320	1386		1446	680	740
25	2580	2500	1500	1560	120	1630	1020	1300

Примечание: Масса барабанов рассчитана при влажности древесины 30-40 % и удельном весе пиломатериалов 550 кг/м³

Таблица 3.2

№ барабана	Расчетная длина намотки на барабан, м, при наружном диаметре кабеля, мм										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
20	1790	1380	986								
20б	1240	902	671	473	430						
22	2317	1663	1350	951							
22а	1978	1526	1176	910	712	537	480	362			
22б	1503	1110	805	573	525	477	322	286	268	167	155
22в	2668	1901	1512	1080	994	756					
25	3970	2960	2166	1723	1440	1132	905	862	665	628	492

3.5.5 Погрузка и разгрузка барабанов с кабелем и пустых барабанов должна производиться кранами или другими грузоподъемными механизмами с соблюдением техники безопасности. Рекомендуется применять грузозахватное приспособление, которое крепится в осевом отверстии щек барабана.

3.5.6 Барабаны должны транспортироваться и храниться только в обшитом виде.

3.5.7 Барабаны с кабелем допускается перекачивать на короткое расстояние по ровному и жесткому основанию, по направлению, указанному на щеке барабана. Концы кабелей должны быть закреплены на барабане.

3.5.8 Разгрузка барабанов с кабелем сбрасыванием и скатыванием с транспортных средств запрещается. Погрузка барабанов в транспортные средства накатом допускается только в том случае, если дно транспортного средства находится на

одном уровне с полом эстакады, с которой сгружается барабан.

3.6 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

3.6.1 Подготовка трассы

3.6.1.1 Привезти и установить на трассе барабаны с кабелем, механизмы и приспособления для прокладки в соответствии с ППР.

Барабан с кабелем рекомендуется доставлять на трассу не более чем за один день до начала прокладки, чтобы избежать возможных повреждений кабеля.

Барабаны с кабелем, подлежащие прокладке, должны быть осмотрены, чтобы убедиться в том, что не нарушена обшивка барабанов и герметизация концов кабелей.

3.6.1.2 Установить на трассе ролики так, чтобы кабель не провисал. Расстояние между роликами на прямолинейных участках трассы должно быть не более 4 м. На поворотах трассы установить угловые ролики, обеспечивающие плавный поворот кабеля с радиусом изгиба не менее минимально допустимого и радиальное давление при протяжке не более допустимого (см. 3.2.1, 3.2.2). Ролики не должны иметь острых граней и заусенцев, которые могут повредить наружную оболочку кабеля. Угловые ролики должны быть тщательно закреплены. Ролики должны легко вращаться.

3.6.1.3 При прокладке кабеля в блоках, туннелях, коллекторах на трассе устанавливаются ролики и другое необходимое оборудование (распорные крепления, обводные устройства, воронки и т.д.) в соответствии с ППР. Направляющие ролики должны быть установлены на входах и выходах из туннелей (коллекторов), каналов блоков и во всех имеющихся промежуточных колодцах.

3.6.1.4 На спуске в траншею должны быть установлены направляющие ролики, ширина первого ролика должна быть не меньше ширины барабана.

3.6.1.5 На торцах труб установить входные воронки или специальные направляющие ролики, на выходах из труб – направляющие ролики, позволяющие избежать появления острых кромок при протягивании троса.

3.6.1.6 Установить у конца трассы или за кабельным колодцем лебедку.

3.6.1.7 Установить и проверить связь между местами расположения барабанов, лебедки, поворотов, перегородок и переходов трассы (см. 3.7.6).

3.6.1.8 Установить барабан с кабелем на домкраты, стойки или отдающее устройство так, чтобы при размотке кабель сходил сверху. Проверить крепление закладных втулок в щеках барабана, при необходимости подтянуть гайки на шпильках.

3.6.1.9 Снять обшивку, удалить из щек барабана гвозди и скобы, которые могут повредить кабель при размотке. Проверить крепление нижнего конца кабеля, при необходимости закрепить его дополнительно.

3.6.1.10 Установить тормозные устройства, предназначенные для регулирования скорости вращения барабана при протяжке и его остановки, а также для предотвращения инерционного раскручивания барабана.

3.6.2 Подготовка кабеля

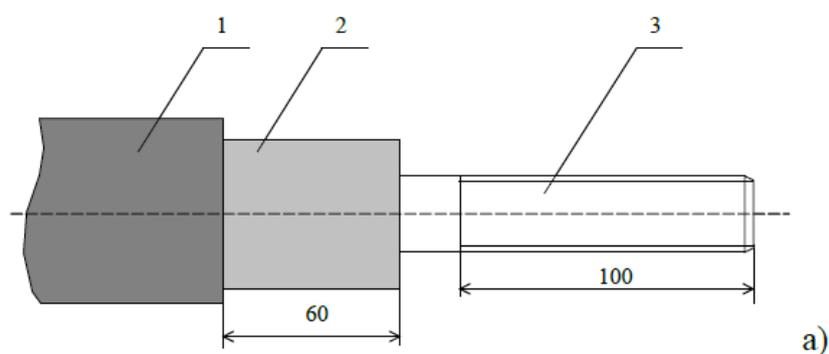
3.6.2.1 Кабель может протягиваться за жилу с помощью концевого захвата (рис. 3.10, 3.11), или за оболочку с помощью проволочного чулка. Тяжение с помощью концевого захвата, изображенного на рис.3.10, применяется только для кабелей с

однопроволочными жилами, с помощью клинового захвата (рис. 3.11) – для кабелей с многопроволочными жилами.

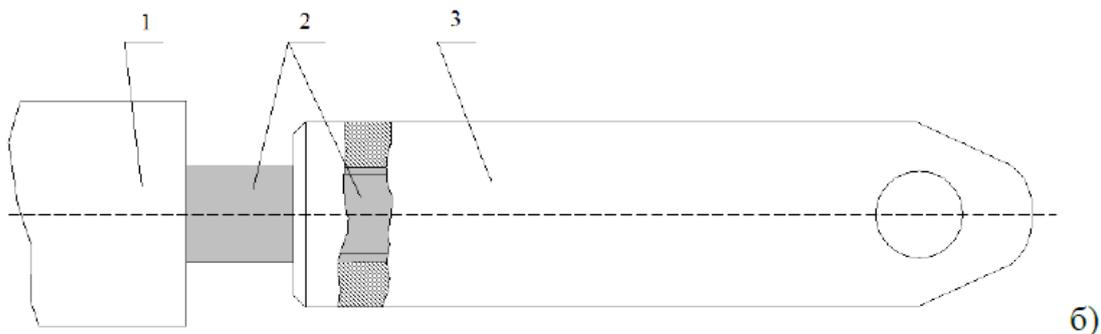
3.6.2.2 При подготовке к тяжению захватом капа снимается. Для монтажа концевой захвата (рис. 3.10) на однопроволочной жиле кабеля нарезается резьба длиной 100 мм (рис. 3.10а), соответствующая резьбе на захвате.

После монтажа захвата необходимо тщательно герметизировать срез оболочки, изоляции токопроводящую жилу и место крепления захвата при помощи термоусаживаемой трубки с клеевым подслоем (например, трубки типа MWTM/S фирмы Райхем).

3.6.2.3 Проволочный чулок монтируется на конце кабеля и закрепляется так, чтобы не повредить капю. Чулок должен быть забандажирован тонкой стальной проволокой и липкой ПВХ лентой. Крепление чулка за оболочку кабеля должно производиться за капой.

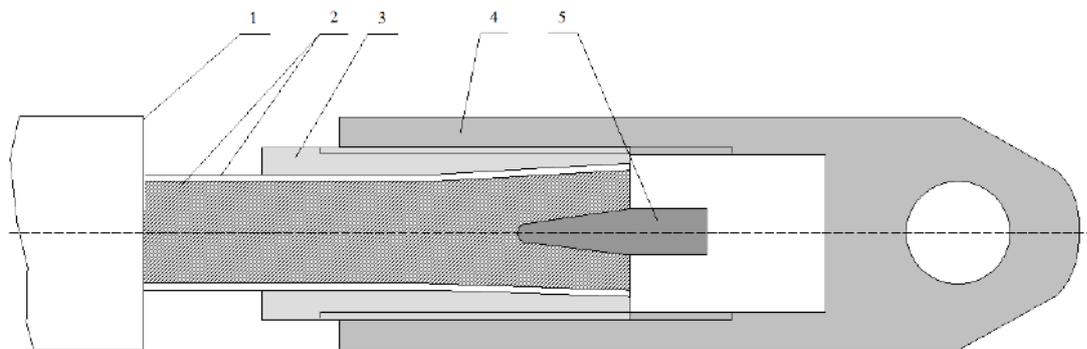


1 – наружная оболочка; 2 – изоляция; 3 – жила



1 – кабель; 2 – жила кабеля; 3 – приспособление для тяжения

Рисунок 3.10: а) разделка кабеля с однопроволочной жилой при тяжении за жилу
б) концевой захват для тяжения кабеля с однопроволочной жилой



1 – кабель; 2 – жила кабеля; 3 – втулка;
4 – приспособление для тяжения; 5 – клин

Рисунок 3.11 – Клиновой захват для тяжения кабеля с многопроволочной жилой

3.6.2.4 При подготовке к протяжке в трубы и блоки необходимо обратить внимание на то, чтобы габаритные размеры проволочного чулка или захвата, подготовленного к тяжению, не привели к заклиниванию кабеля в трубе или канале блока при протяжке. Ориентировочно, габаритные размеры в поперечном сечении проволочного чулка (с бандажом и подмоткой) или захвата (после его монтажа и герметизации) не должны превышать наружный диаметр кабеля более чем на 15 %.

3.6.3 Растянуть канат тяговой лебедки по трассе и прикрепить его к петле для тяжения на захвате или проволочном чулке через противозакручивающее устройство.

3.6.4 Подготовить инструменты и материалы, необходимые для прокладки.

3.7 ПРОКЛАДКА

3.7.1 Тяговая лебедка должна быть оборудована динамометром, позволяющим контролировать усилие тяжения кабеля и устройством, автоматически отключающим лебедку, если усилие тяжения превысит заданную величину.

3.7.2 На сложных трассах прокладки при усилиях тяжения, превышающих допустимые, возможно применение дополнительных синхронизированных тяговых устройств.

3.7.3 Оборудование для протяжки должно позволять плавно регулировать скорость тяжения вплоть до остановки и измерять метраж протянутого кабеля.

3.7.4 В случае, если усилие тяжения превышает допустимую величину, необходимо остановить работы и проверить правильность установки и исправность роликов, натяжение троса по трассе, в переходах и на углах поворотов, наличие смазки (воды) в трубах (каналах блоков), а также проверить возможность заклинивания кабеля в трубах.

Решение о возможности дальнейшей протяжки кабеля принимает представитель шефмонтажной организации.

3.7.5 Скорость тяжения не должна превышать 18 м/мин и должна быть выбрана руководителем прокладки в зависимости от характера трассы, погодных условий и усилий тяжения.

3.7.6 Расстановка рабочих у механизмов и по трассе прокладки, вид связи между ними и руководителем работ должны определяться ППР.

Рекомендуемая примерная схема расстановки рабочих при протяжке кабеля:

- у барабана, на тормозе – 2 человека;
- на сходе кабеля с барабана – 2 человека;
- у спуска кабеля в траншею (входа, выхода из туннеля) – 1 человек;
- сопровождение конца кабеля – 2 человека;
- у лебедки – 1 или 2 человека;
- на каждом углу поворота – 1 человек;
- на каждом проходе в трубах через перегородки или перекрытия, у входа в камеру или здание – 1 человек;
- на прямых участках трассы – по необходимости.

Руководитель работ должен сопровождать движение конца кабеля по трассе.

3.7.7 Команду на включение лебедки дает только руководитель работ после расстановки рабочих и опробования связи. Команду на отключение лебедки «стоп» может дать любой, заметивший неполадки при протяжке.

3.7.8 Если протягивание прервано, то повторное включение лебедки должно быть с малым ускорением, чтобы избежать большого усилия тяжения.

3.7.9 Барабан с кабелем необходимо подтормаживать так, чтобы не было набегания, ослабления и провисания витков кабеля, и в то же время не создавалось чрезмерное усилие торможения. При ослаблении нижнего конца кабеля необходимо остановить протяжку и закрепить его.

3.7.10 На спуске кабеля в траншею или в туннель необходимо следить, чтобы кабель сходил по роликам и не терся о трубы и стенки в проходах.

3.7.11 На входе в трубу необходимо следить за тем, чтобы оболочка кабеля не повредилась о край трубы.

3.7.12 При повреждении кабеля необходимо остановить протяжку и осмотреть место повреждения. Шеф-инженер принимает решение о необходимости и возможности ремонта оболочки до окончания его прокладки с составлением акта о повреждении.

3.7.13 На углах поворота рабочие должны находиться с внешней стороны кабеля или троса во избежание травмы при соскальзывании кабеля (троса) с роликов. Поправлять ролики, кабель или трос руками во время протяжки запрещается.

3.7.14 У лебедки рабочий должен следить за работой лебедки, контролировать усилие тяжения и по командам включать или выключать лебедку.

3.7.15 Сопровождающие конец кабеля должны следить за тем, чтобы кабель шел по роликам, при необходимости поправлять ролики и направлять конец кабеля. Для направления кабеля или троса необходимо использовать специальные крюки. Использовать крюки с острым концом запрещается.

3.7.16 Перед окончанием тяжения конец кабеля должен быть вытянут в сторону протягивания так, чтобы при укладке его по проекту расстояние от верха концевой муфты или условной середины соединительной муфты до конца кабеля было не менее 2 м. Решение о запасе кабеля принимает шеф-инженер. При определении запаса следует учитывать, сколько кабеля осталось на барабанах, с тем, чтобы после схода оставшегося конца кабеля с барабана его длины хватило для монтажа муфты.

3.7.17 Отсоединить канат тяговой лебедки, снять проволочный чулок или захват. Отрезать конец кабеля, на котором был смонтирован захват. Место обреза определяет шеф-инженер. Кабель после отрезки конца немедленно герметизировать капой.

После снятия чулка проверить находившуюся под ним капю. В случае повреждения капы снять ее и заменить новой.

3.7.18 При необходимости конец кабеля завести через предназначенное для этого отверстие в камеру, колодец, помещение, через перекрытие или в стойку концевой муфты. При этом контролировать радиус изгиба кабеля. У отверстия, в которое заведен кабель, краской сделать надпись, в которой указать фазу и номер линии.

3.7.19 Снять кабель с роликов, уложить, связать (если требуется) и закрепить его по проекту.

3.7.20 В случае, если после прокладки на барабане остался кабель, необходимо отрезать лишнюю часть кабеля. При отрезке необходимо подложить под виток кабеля доску и следить за тем, чтобы не повредить оболочку кабеля. После отрезки на барабане необходимо сделать надпись с указанием длины оставшегося кабеля. Концы кабеля должны быть герметизированы капами.

3.7.21 После окончания прокладки концы кабеля должны быть приподняты над дном траншеи и в таком положении закреплены.

3.7.22 В случае, если непосредственно после прокладки кабеля не начинается монтаж муфт, концы кабелей следует уложить на подсыпку из песчано-гравийной смеси, засыпать сверху слоем песчано-гравийной смеси толщиной не менее 100 мм, закрыть деревянными щитами и засыпать грунтом. При подготовке к засыпке концы кабеля запрещается сворачивать в бухты. Место нахождения засыпанных концов на трассе рекомендуется обозначить реперными отметками.

3.7.23 После прокладки кабелей в траншее необходимо удалить из траншеи инструменты и оборудование, выполнить засыпку кабеля песчано-гравийной смесью толщиной не менее 100 мм, произвести испытание оболочки в соответствии с 3.8 и, при необходимости, ее ремонт в соответствии с 3.9. После этого в траншее укладываются железобетонные плиты, предусмотренные проектом, и траншея засыпается грунтом.

Запрещается засыпка траншеи грунтом, содержащим камни, строительный мусор, мерзлые комья и т.д.

3.7.24 После прокладки с трассы кабельной линии должен быть удален мусор, отходы кабеля и использованных материалов.

3.7.25 Каждая кабельная линия должна быть маркирована в соответствии с требованиями ПУЭ. При этом крепление на кабель бирок выполняется пластмассовыми нитями или немагнитной проволокой (медной, алюминиевой, из нержавеющей стали).

3.8 ИСПЫТАНИЕ ОБОЛОЧЕК КАБЕЛЕЙ, ПРОЛОЖЕННЫХ В ЗЕМЛЕ

3.8.1 Испытание оболочек проводят после засыпки кабелей песчано-гравийной смесью.

С целью своевременного обнаружения возможных повреждений рекомендуется проводить испытания оболочек сразу после прокладки строительных длин на участках между колодцами или на отдельных участках линии с проложенным кабелем и смонтированными муфтами. Испытания проводят также после полного монтажа кабельной линии.

3.8.2 При наличии полупроводящего слоя, нанесенного на оболочку, его необходимо снять на расстоянии не менее 200 мм от концов кабеля (или от концевых муфт).

3.8.3 Оболочка кабелей должна выдерживать испытание постоянным напряжением 10 кВ в течение 1 минуты, приложенным между медным экраном кабеля и заземлителем.

3.8.4 В случае, если оболочка не выдержала испытания, должно быть определено место ее повреждения и открыто для осмотра.

3.8.5 Осмотр повреждения производится в обязательном присутствии шеф-инженера с составлением акта. Решение о возможности ремонта оболочки кабеля и других его элементов принимает шеф-инженер.

3.8.6 Ремонт кабеля проводится обученным персоналом по технологии, приведенной в 3.9. Данные о ремонте должны быть занесены в журнал.

3.8.7 После ремонта необходимо засыпать кабель песчано-гравийной смесью и провести повторные испытания оболочки кабеля в соответствии с 3.8.3.

3.8.8 Если при испытаниях оболочек были вскрыты концы кабелей, закрытые капями, то после проведения испытаний на них сразу должны быть смонтированы новые капы.

3.9 РЕМОНТ ОБОЛОЧКИ КАБЕЛЕЙ

3.9.1 Ремонт при помощи термоусаживаемой манжеты

3.9.1.1 Для ремонта рекомендуется использовать термоусаживаемые манжеты фирмы «Райхем» длиной от 750 до 1500 мм. В таблицах 3.3а и 3.3б приведены обозначения и основные размеры манжет.

По согласованию с шеф-инженером допускается использовать другие равноценные термоусаживаемые манжеты.

3.9.1.2 Определяется граница места ремонта оболочки кабеля (минимум по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля).

3.9.1.3 На поверхности оболочки в месте ремонта снять скребком все наплывы и выпуклые надписи. Снять полупроводящий слой по оболочке (при его наличии).

3.9.1.4 Поверхность оболочки в месте ремонта зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном. Допускается применение бензина, нефраса или уайт-спирита.

3.9.1.5 Из комплекта ремонтной термоусаживаемой манжеты взять замок и ножовкой по металлу отрезать от него по прорезям участок длиной, приблизительно равной длине места ремонта оболочки кабеля. Место разреза зачистить напильником от острых кромок и заусенцев. От самой манжеты отрезать участок длиной, равной длине замка.

3.9.1.6 Снять с приготовленного участка манжеты защитную пленку, обернуть манжету вокруг ремонтируемого кабеля таким образом, чтобы адгезивный подсло

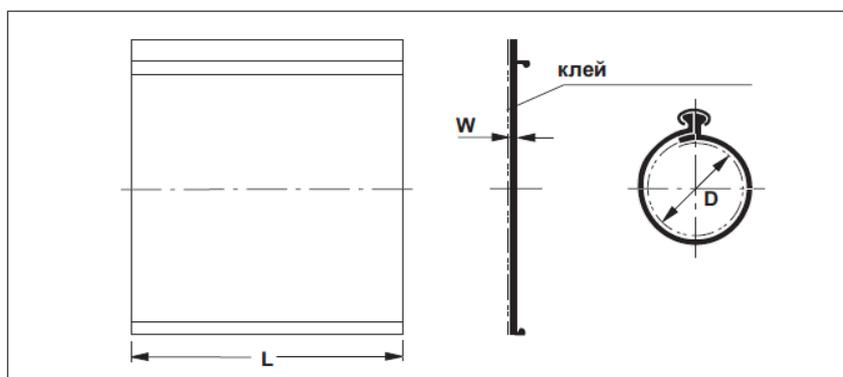
(клеевой состав) манжеты примыкал к оболочке кабеля, надвинуть на приливы манжеты замок.

Таблица 3.3а

Ремонтные термоусаживаемые манжеты для кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией CRSM



Ремонтные манжеты CRSM предназначены для быстрого и надежного ремонта поврежденных пластмассовых или металлических оболочек и восстанавливают электрическую и механическую целостность кабеля. На внутренней поверхности манжет нанесен термоплавкий клей.



Размеры:

- D:** Диаметр
- Da:** Диаметр до усадки
- Db:** Диаметр после свободной усадки
- L:** Длина
- W:** Толщина стенки
- Wa:** Толщина стенки до усадки
- Wb:** Толщина стенки после свободной усадки

Рекомендуемый диаметр кабеля (мм)		Обозначение для заказа	Размеры (мм)		W		L
мин.	макс.		a (мин.)	b (макс.)	a (мин.)	b (мин.)	a (+/-15мм)
11	21	CRSM 34/10- 250/239	35	9	0,3	2,4	250
		CRSM 34/10- 500/239					500
		CRSM 34/10-1000/239					1000
		CRSM 34/10-1500/239					1500
17	32	CRSM 53/13- 250/239	54	15	0,3	2,0	250
		CRSM 53/13- 500/239					500
		CRSM 53/13- 750/239					750
		CRSM 53/13-1000/239					1000
		CRSM 53/13-1500/239					1500
24	50	CRSM 84/20- 250/239	86	21	0,3	2,0	250
		CRSM 84/20- 500/239					500
		CRSM 84/20- 750/239					750
		CRSM 84/20-1000/239					1000
		CRSM 84/20-1500/239					1500
31	65	CRSM 107/29- 500/239	108	27	0,3	2,0	500
		CRSM 107/29-1000/239					1000
		CRSM 107/29-1500/239					1500
33	86	CRSM 143/36- 500/239	144	28	0,3	1,8	500
		CRSM 143/36-1000/239					1000
		CRSM 143/36-1500/239					1500
56	120	CRSM 198/55-1000/239	203	50	0,3	2,1	1000
		CRSM 198/55-1500/239					1500
103	150	CRSM 250/98-1000/239	257	91	0,4	1,7	1000
		CRSM 250/98-1500/239					1500

Примечание: Ремонтную манжету и замок можно отрезать любыми необходимыми длинами на месте монтажа. Манжеты прочих длин можно заказать по запросу.

Таблица 3.3б

Ремонтные термоусаживаемые манжеты для гибких кабелей с резиновой изоляцией MRSM



Неподдерживающие горение термоусаживаемые манжеты MRSM предназначены для быстрого и надежного ремонта поврежденных кабелей, использующихся в угледобывающей, строительной промышленности, на транспорте и других аналогичных применениях, где требуется негорючесть и сохранение гибкости. На внутренней поверхности манжет нанесен термоплавкий клей. Металлическую застежку после охлаждения можно удалить.

Рекомендуемый диаметр кабеля (мм)		Обозначение для заказа	Размеры (мм)		W		L
мин.	макс.		D		a (мин.)	b (мин.)	a (+/-15мм)
25	40	MRSM 50/23-250/239	50	23	0,7	2,3	250
		MRSM 50/23-600/239					600
40	58	MRSM 73/38-300/239	73	38	0,9	2,3	300
		MRSM 73/38-600/239					600
		MRSM 73/38-750/239					750
58	89	MRSM 100/51-600/239	100	51	0,9	2,3	600
		MRSM 100/51-750/239					750

Армированные стекловолокном ремонтные термоусаживаемые манжеты RFSM



Армированные стекловолокном манжеты RFSM предназначены для быстрого и надежного ремонта кабелей и применяются там, где требуется повышенная механическая прочность. На внутренней поверхности манжеты нанесен термоплавкий клей. Манжеты RFSM могут быть использованы в качестве наружного покрова в муфтах низкого и среднего напряжения.

Рекомендуемый диаметр кабеля (мм)		Обозначение для заказа	Размеры (мм)		W		L
мин.	макс.		D		a (мин.)	b (мин.)	a (+/-15мм)
15	45	RFSM 45/15- 500/123	50	13	1,5	2,5	500
		RFSM 45/15- 750/123					750
20	65	RFSM 65/20- 500/123	71	18	1,5	2,5	500
		RFSM 65/20-1000/123					1000
30	95	RFSM 95/30- 750/123	103	27	1,5	2,5	750
		RFSM 95/30-1000/123					1000
		RFSM 95/30-1500/123					1500
40	125	RFSM 125/40- 750/123	135	36	1,5	2,5	750
		RFSM 125/40-1000/123					1000
		RFSM 125/40-1500/123					1500
55	165	RFSM 165/55- 750/123	178	50	1,5	2,5	750
		RFSM 165/55-1500/123					1500
65	205	RFSM 205/65- 750/123	222	59	1,5	2,5	750
		RFSM 205/65-1500/123					1500

3.9.1.7 Расположить манжету с замком симметрично относительно поврежденного места оболочки. Легким пламенем газовой горелки начать прогрев манжеты с середины со стороны, противоположной замку. Перемещая пламя горелки вдоль и по периметру манжеты, добиться ее осаживания на кабель, при этом необходимо следить, чтобы не было перегрева манжеты.

3.9.1.8 После полного прилегания манжеты к оболочке кабеля необходимо дополнительно прогреть зону вблизи замка манжеты. При правильной усадке манжеты после прогрева из-под концов манжеты на оболочку кабеля должен выдавиться в виде ровных валиков клеевой состав.

3.9.1.9 После усадки необходимо дать манжете остыть до температуры ниже 35 °С. До остывания любые механические воздействия на место ремонта не допускаются.

3.9.2 Технология ремонта оболочки с применением лент ЛЭТСАР ЛП

3.9.2.1 Определяются границы места ремонта оболочки (минимум по 150 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля).

3.9.2.2 На поверхности оболочки в месте ремонта снять все наплывы или выпуклые надписи. Снять полупроводящий слой по оболочке (при его наличии).

3.9.2.3 Поверхность оболочки в месте ремонта зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном. Допускается применение авиационного бензина, нефраса или уайт-спирита.

3.9.2.4 В случае, если повреждения имеют вид сквозных отверстий, трещин или разрывов шириной (или максимальным диаметром) более 3 мм, заложить туда кусочки ленты ЛЭТСАР ЛП и прижать их неострым предметом так, чтобы они находились на уровне наружной поверхности оболочки или выступали над оболочкой не более, чем на 1 мм.

3.9.2.5 Поверхность оболочки в месте расположения дефекта, а также на участках по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля промазать лаком КО-916 и дать лаку подсохнуть.

3.9.2.6 На поверхность оболочки, покрытую лаком, наложить четыре слоя ленты ЛЭТСАР ЛП с 50%-ным перекрытием витков.

3.9.2.7 Поверх ленты ЛЭТСАР ЛП с заходом на оболочку кабеля на 50 мм с обеих сторон от намотанной ленты промазать поверхность лаком КО-916 и дать лаку подсохнуть.

3.9.2.8 Поверх ленты ЛЭТСАР ЛП с заходом на оболочку кабеля на 50 мм с обеих сторон от намотанной ленты на поверхность, промазанную лаком, наложить два слоя ленты из ПВХ пластиката с 50%-ным перекрытием витков.

3.9.2.9 Поверх ленты из ПВХ пластиката, не доходя 25 мм до границ ее намотки с обеих сторон, наложить с предварительным прогревом пламенем газовой горелки два слоя смоляной ленты с 50%-ным перекрытием витков.

3.9.2.10 После наложения смоляной ленты необходимо дать кабелю остыть в месте ремонта до температуры ниже 35 °С. До остывания любые механические воздействия на место ремонта запрещаются.

3.9.3 Технология ремонта оболочки с применением лент RULLE

3.9.3.1 Ленты RULLE выполнены из этиленпропиленовой резины с клейким слоем из бутилкаучука, закрытым защитной пленкой, которая снимается при монтаже. Толщина лент 2 мм, ширина 60 мм.

3.9.3.2 Определяется граница места ремонта оболочки кабеля (минимум по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля).

3.9.3.3 На поверхности оболочки в месте ремонта снять скребком все наплывы или выпуклые надписи. Снять полупроводящий слой по оболочке (при его наличии).

3.9.3.4 Поверхность оболочки в месте ремонта зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном. Допускается применение авиационного бензина, нефраса или уайт-спирита.

3.9.3.5 На поверхность оболочки в месте расположения дефекта, а также на участках по 100 мм в обе стороны от краев дефекта по длине кабеля намотать в три слоя с 50%-ным перекрытием ленту RULLE. Наматывать клеевым слоем к оболочке кабеля, при намотке снимать с клеевого слоя защитную ленту. При намотке следует вытягивать ленту RULLE так, чтобы нарисованные на ее поверхности овалы превратились в круги.

3.10 ГЕРМЕТИЗАЦИЯ КОНЦОВ КАБЕЛЕЙ

3.10.1 Типоразмеры кап

3.10.1.1 Капы для герметизации концов кабелей выбираются в зависимости от наружного диаметра кабеля. Необходимо использовать капы с клеевым составом, нанесенным на внутреннюю поверхность капы, или со специальными вкладышами из адгезивного материала.

3.10.1.2 Рекомендуются использовать капы по ТУ У 22.2-00217099-052:2012 «Заглушки кабельные термоусаживаемые с адгезионным слоем» производства УкрНИИКП или капы фирмы «Райхем» с усиленным уплотнением типа 102L (с термоплавким клеем). Размеры и параметры рекомендуемых кап приведены в таблицах 3.4, 3.5. По согласованию с шеф-инженером допускается использовать другие равноценные капы.

Таблица 3.4

Рекомендуемый диаметр кабеля		Обозначение капы по ТУ У 22.2-00217099-052:2012	Номер капы по ТУ	Размеры капы	
				Внутр. диаметр до усадки (мин.)	внутр. диаметр после свободной усадки (макс.)
мин.	макс.				
20	35	ЗТТ 40/16-75	№3	40	16
30	50	ЗТТ 60/26-140	№4	60	26
50	80	ЗТТ 90/45-110	№ 5	90	45
80	100	ЗТТ 115/75-135	№ 6	115	75

Таблица 3.4

Рекомендуемый диаметр кабеля		Обозначение капы	Размеры капы			
			Внутр. диаметр до усадки (мин.)	Внутр. диаметр после свободной усадки (макс.)	Длина после свободной усадки	Толщина после свободной усадки
мин.	мин.					
17	30	102L033-135-R05/239	35	15	90	3,2
30	45	102L044-135-R05/239	55	25	143	3,9
45	65	102L048-37-R05/239	75	32	150	3,3
65	95	102L055-37-R05/239	100	45	162	3,8

3.10.2 Технология монтажа кап

3.10.2.1 Измерить длину цилиндрической части капы.

3.10.2.2 На оболочке кабеля на расстоянии от конца, превышающем длину цилиндрической части капы на 15-20 мм, отметить границу монтажа капы.

3.10.2.3 На поверхности оболочки в месте монтажа капы снять скребком все напылы и выпуклые надписи. При необходимости обрезать конец кабеля таким образом, чтобы срез был ровным и прямым.

3.10.2.4 Поверхность оболочки в месте монтажа капы зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном (допускается использование бензина, нефраса или уайт-спирита).

3.10.2.5 Надеть капу на конец кабеля (между капой и оболочкой должен быть клеевой слой) (рис.3.12).

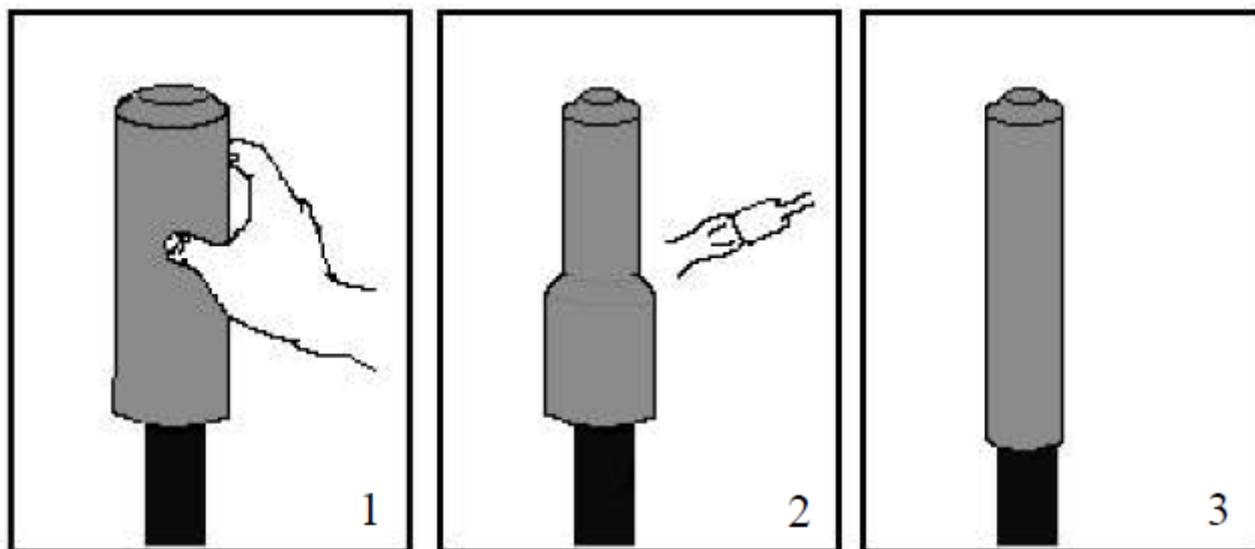


Рисунок 3.12

3.10.2.6 Легким пламенем газовой горелки осадить капу, начиная с торца. Настройте горелку таким образом, чтобы получить мягкое синее пламя с желтым языком. Следует избегать острого синего пламени. Направляйте горелку в сторону усадки для того, чтобы предварительно нагреть усаживаемый материал. Постоянно перемещайте пламя во избежание пережога материала.

При прогреве капы и ее усадке на свободную оболочку кабеля должен выдавливаться клеевой состав в виде ровного валика. Поверхность капы должна быть ровной, гладкой, без морщин.

3.10.2.7 Дать остыть месту монтажа до температуры ниже 35 °С. До остывания любые механические воздействия на место монтажа капы не допускаются.

3.10.3 При необходимости особенно надежной герметизации концов кабелей возможно применение двойного капирования. При этом внутренняя капа осаживается на полупроводящий экран по изоляции кабеля (герметизируется токопроводящая жила), а наружная капа осаживается на внутреннюю капу и оболочку кабеля.

Возможна также дополнительная герметизация жилы и медного экрана кабеля расплавленным битумом, который наносится перед монтажом на срез кабеля до полного его перекрытия.

Необходимость двойного капирования и дополнительной герметизации битумом определяет шеф-инженер.

РАЗДЕЛ 4

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ И МОНТАЖУ КАБЕЛЬНЫХ МУФТ

4.1 СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ ФИРМЫ Ensto Pro

4.1.1 Соединительные муфты для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10-20 кВ.

4.1.1.1 Соединительная термоусаживаемая муфта НЛ11 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект однофазный.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, мм ²		ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, мм	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10кВ	U=20кВ		
без соединителей					
НЛ11.1202	6418677444739	25-95			1
НЛ11.1203	6418677444753	95-240			1
НЛ11.1204	6418677444777	150-300			1
НЛ11.1205	6418677444791	400-630			1
НЛ11.1206	6418677444814	800-1000			1
НЛ11.2402	6418677444852		25-95		1
НЛ11.2403	6418677444876		95-240		1
НЛ11.2404	6418677444890		150-300		1
НЛ11.2405	6418677444913		400-630		1
НЛ11.2406	6418677444892		800-1000		1
с соединителями					
НЛ11.1202С	6418677444746	25-95			1
НЛ11.1203С	6418677444760	95-240			1
НЛ11.1204С	6418677444784	150-300			1
НЛ11.1205С	6418677444807	400-630			1
НЛ11.1206С	6418677444821	800-1000			1
НЛ11.2402С	6418677444869		25-95		1
НЛ11.2403С	6418677444883		95-240		1
НЛ11.2404С	6418677444906		150-300		1
НЛ11.2405С	6418677444920		400-630		1
НЛ11.2406С	6418677558508		800-1000		1



4.1.1.2 Соединительная муфта холодной усадки СЛЕ11 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект однофазный

Для восстановления кабельной оболочки применяется трубка холодной усадки из EPDM-резины.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, мм ²		ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, мм	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10кВ	U=20кВ		
с соединителями					
СЛЕ11.2402С	6438100307752	35-95	25-95	мин. 13,2	1
СЛЕ11.2403С	6438100307776	95-240	95-240	мин. 17,6	1
СЛЕ11.2404С	6438100307790	240-300	185-300	мин. 24,2	1
СЛЕ11.2405С					1



4.1.1.3 Соединительная гибридная муфта СЛН11 для кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена

Для восстановления кабельной оболочки применяется термоусаживаемая трубка.

ТИП	ЕАН КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ ²		ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10КВ	U=20КВ		
с соединителями					
СН11.2402С	6438100307110	35-95	25-95	мин. 13,2	1
СН11.2403С	6438100307066	95-240	95-240	мин. 17,6	1
СН11.2404С	6438100307189	240-300	185-300	мин. 24,2	1
СН11.2405С					1



4.1.1.4 Термоусаживаемые соединительные муфты НЗЗ для трехжильного кабеля с проволочным экраном

ТИП	ЕАН КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ ²		ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10КВ	U=20КВ		
без соединителей					
НЗЗ.1202	6418677445033	25-95			1
НЗЗ.1203	6418677445057	95-240			1
НЗЗ.1204	6418677445071	150-300			1
НЗЗ.2402	6418677445156		25-95		1
НЗЗ.2403	6418677445170		95-240		1
НЗЗ.2404	6418677445194		150-300		1
с соединителями					
НЗЗ.1202С	6418677445040	25-95			1
НЗЗ.1203С	6418677445064	95-240			1
НЗЗ.1204С	6418677445088	150-300			1
НЗЗ.2402С	6418677445163		Al/Cu 25-95		1
НЗЗ.2403С	6418677445187		Al/Cu 95-240		1
НЗЗ.2404С	6418677445200		Al/Cu 150-300		1



4.1.1.5 Дополнительный комплект SJE применяется при соединении 3-х жильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ и 20 кВ с общим медным проволочным экраном с тремя одножильными кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ) при использовании базового комплекта НЗ11.

ТИП	ЕАН КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ ²		КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10КВ	U=20КВ	
SJE42	6418677452062	25-150	25-70	1
SJE43	6418677452079	150-300	95-300	1



4.1.2 Соединительные муфты для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 35 кВ.

4.1.2.1 Соединительная муфта СJE11 для одножильного кабеля из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект рассчитан на одну фазу.

Для восстановления кабельной оболочки применяется трубка холодной усадки из EPDM-резины.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ²	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
с соединителями				
СJE11.4202C	6438100308216	25-95	мин. 20	1
СJE11.4203C	6438100308124	95-240	мин. 26	1
СJE11.4204C	6438100308148	185-300	мин. 26	1
СJE11.4205C		400-630		



4.1.2.2 Соединительная гибридная муфта СJН11 для одножильного кабеля из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект рассчитан на одну фазу

Для восстановления кабельной оболочки применяется термоусаживаемая трубка.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ²	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
с соединителями				
СJН11.4202C	6438100308162	25-95	мин. 19,8	1
СJН11.4203C	6438100308186	95-240	мин. 24,2	1
СJН11.4204C	6438100308209	185-300	мин. 24,2	1
СJН11.4205C		400-630		



4.2 КОНЦЕВЫЕ МУФТЫ

4.2.1 Концевые муфты внутренней установки для одножильного кабеля с проволочным экраном на напряжение 10 кВ и 20 кВ

4.2.1.1 Концевая термоусаживаемая муфта НП1 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект содержит компоненты для трех фаз.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ²		ДЛИНА МУФТЫ, ММ	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	ДИАМЕТР ЮБКИ, ММ	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10КВ	U=20КВ					
без наконечников								
НП1.1202	6418677444098	25-95		370			0	1
НП1.1203	6418677444111	95-240		370			0	1
НП1.1204	6418677444135	150-300		370			0	1
НП1.1205	6418677444159	400-630		400			0	1
НП1.1206	6418677444173	800-1000		430			0	1
НП1.2402	6418677444210		25-95	420		90	1	1
НП1.2403	6418677444234		95-240	420		115	1	1
НП1.2404	6418677444258		150-300	420		115	1	1
НП1.2405	6418677444272		400-630	450		130	1	1
НП1.2406	6418677444296		800-1000	480		130	1	1
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)								
НП1.1202L	6418677444104	25-95		370				1
НП1.1203L	6418677444128	95-240		370				1
НП1.1204L	6418677444142	150-300		370				1
НП1.1205L	6418677444166	400-630		400				1
НП1.2402L	6418677444227		25-95	420		90	1	1
НП1.2403L	6418677444241		95-240	420		115	1	1
НП1.2404L	6418677444265		150-300	420		115	1	1
НП1.2405L	6418677444289		400-630	450		130	1	1



4.2.1.2 Концевая муфта холодной усадки СИТ1 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект содержит компоненты для трех фаз.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ²		ДЛИНА МУФТЫ, ММ	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	ДИАМЕТР ЮБКИ, ММ	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10КВ	U=20КВ					
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)								
СИТ1.2402L	6438100301132	35-95	10-95	265	мин. 13,2	62	3	1
СИТ1.2403L	6438100300524	95-240	70-240	270	мин. 17,6	62	3	1
СИТ1.2404L	6438100302856	240-300	185-300	310	мин. 24,2	62	3	1
СИТ1.2405L		400-630	400-630					



4.2.2 Концевые муфты наружной установки для одножильного кабеля с проволочным экраном на напряжение 10 кВ и 20 кВ

4.2.2.1 Концевая муфта НОТ1 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект содержит компоненты для трех фаз.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ²		ДЛИНА МУФТЫ, ММ	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	ДИАМЕТР ЮБКИ, ММ	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10КВ	U=20КВ					
без наконечников								
НОТ1.1202	6418677443350	25-95		370		90	1	1
НОТ1.1203	6418677443374	95-240		370		115	1	1
НОТ1.1204	6418677443398	150-300		370		115	1	1
НОТ1.1205	6418677443411	400-630		400		130	1	1
НОТ1.1206	6418677443435	800-1000		400		130	1	1
НОТ1.2402	6418677443473		25-95	420		90	3	1
НОТ1.2403	6418677443497		95-240	420		115	3	1
НОТ1.2404	6418677443510		150-300	420		115	3	1
НОТ1.2405	6418677443534		400-630	450		130	3	1
НОТ1.2406	6418677443558		800-1000	480		130	3	1
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)								
НОТ1.1202L	6418677443367	25-95		370		90	1	1
НОТ1.1203L	6418677443381	95-240		370		115	1	1
НОТ1.1204L	6418677443404	150-300		370		115	1	1
НОТ1.1205L	6418677443428	400-630		450		130	1	1
НОТ1.2402L	6418677443480		25-95	420		90	3	1
НОТ1.2403L	6418677443503		95-240	420		115	3	1
НОТ1.2404L	6418677443527		150-300	420		115	3	1
НОТ1.2405L	6418677443541		400-630	450		130	3	1



4.2.2.2 Концевая муфта СОТ1 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Комплект содержит компоненты для трех фаз.

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ²		ДЛИНА МУФТЫ, ММ	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	ДИАМЕТР ЮБКИ, ММ	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10КВ	U=20КВ					
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)								
СОТ1.2402L	6438100301118	35-95	10-95	345	мин. 13,2	100	3	1
СОТ1.2403L	6438100300463	95-240	70-240	350	мин. 17,6	100	3	1
СОТ1.2404L	6438100302917	240-300	185-300	390	мин. 24,2	100	3	1
СОТ1.2405L		400-630	400-630					



4.2.3 Концевые муфты для трехжильного кабеля на напряжение 10 и 20 кВ

4.2.3.1 Концевая муфта внутренней установки НТЗ для трехжильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, с общим медным проволочным экраном АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ)

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, мм²		ДЛИНА МУФТЫ, мм	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, мм	ДИАМЕТР ЮБКИ, мм	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10кВ	U=20кВ					
без наконечников								
НТЗ.1202	6418677444418	25-95		450-1100			0	1
НТЗ.1203	6418677444432	95-240		450-1100			0	1
НТЗ.1204	6418677444456	150-300		450-1100			0	1
НТЗ.2402	6418677444531		25-95	500-1100		90	1	1
НТЗ.2403	6418677444555		95-240	500-1100		115	1	1
НТЗ.2404	6418677444579		150-300	500-1100		115	1	1
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)								
НТЗ.1202L	6418677444425	25-95		450-1100			0	1
НТЗ.1203L	6418677444449	95-240		450-1100			0	1
НТЗ.1204L	6418677444463	150-300		450-1100			0	1
НТЗ.2402L	6418677444548		25-95	500-1100		90	1	1
НТЗ.2403L	6418677444562		95-240	500-1100		115	1	1
НТЗ.2404L	6418677444586		150-300	500-1100		115	1	1



4.2.3.1 Концевая муфта наружной установки НОТЗ для трехжильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, с общим медным проволочным экраном АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ)

ТИП	EAN КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, мм²		ДЛИНА МУФТЫ, мм	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, мм	ДИАМЕТР ЮБКИ, мм	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
		U=10кВ	U=20кВ					
без наконечников								
НОТЗ.1202	6418677443671	25-95		500-1400		90	1	1
НОТЗ.1203	6418677443695	95-240		500-1400		115	1	1
НОТЗ.1204	6418677443718	150-300		500-1400		115	1	1
НОТЗ.2402	6418677443794		25-95	500-1400		90	3	1
НОТЗ.2403	6418677443817		95-240	500-1400		115	3	1
НОТЗ.2404	6418677443831		150-300	500-1400		115	3	1
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)								
НОТЗ.1202L	6418677443688	25-95		500-1400		90	1	1
НОТЗ.1203L	6418677443701	95-240		500-1400		115	1	1
НОТЗ.1204L	6418677443725	150-300		500-1400		115	1	1
НОТЗ.2402L	6418677443800		25-95	500-1400		90	3	1
НОТЗ.2403L	6418677443824		95-240	500-1400		115	3	1
НОТЗ.2404L	6418677443848		150-300	500-1400		115	3	1



4.2.4 Концевые муфты внутренней и внешней установки для одножильного кабеля с проволочным экраном на напряжение 35 кВ

4.2.4.1 Концевая муфта холодной усадки внутренней установки СИТ1 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным

экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Для оконцевания экрана в комплект включены кабельные наконечники. Комплект трехфазный.

Для увеличения длины пути утечки на каждую фазу монтируется по две трубки холодной усадки.

ТИП	ЕАН КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ ²	ДЛИНА МУФТЫ, ММ	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	ДИАМЕТР ЮБКИ, ММ	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)							
СП1.4202L	6438100304805	25-95	350	мин. 18,4	100	3	1
СП1.4203L	6438100300470	95-240	390	мин. 25,3	100	3	1
СП1.4204L	6438100304775	185-300	390	мин. 25,3	100	3	1
СП1.4205L	6438100304829	400-630	450	мин. 31,1			



4.2.4.21 Концевая муфта холодной усадки внешней установки СОТ1 для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена с медным проволочным экраном типа АПвЭП (ПвЭП, АПвЭПг, АПвЭВ). Для оконцевания экрана в комплект включены кабельные наконечники. Комплект трехфазный.

Для увеличения длины пути утечки на каждую фазу монтируется по две трубки холодной усадки.

ТИП	ЕАН КОД	СЕЧЕНИЕ КАБЕЛЯ, ММ ²	ДЛИНА МУФТЫ, ММ	ДИАМЕТР ИЗОЛЯЦИИ, ММ	ДИАМЕТР ЮБКИ, ММ	КОЛ-ВО ЮБОК НА ФАЗЕ	КОЛИЧЕСТВО В УПАКОВКЕ, ШТ.
с наконечниками (диаметр отверстия наконечника = 13 мм)							
СОТ1.4202L	6438100304874	25-95	620	мин. 18,4	100	6	1
СОТ1.4203L	6438100300432	95-240	750	мин. 25,3	100	6	1
СОТ1.4204L	6438100304843	185-300	800	мин. 25,3	100	6	1
СОТ1.4205L	6438100304898	400-630	800	мин. 31,1			



4.2.5 Арматура для непаяного присоединения заземляющего провода к медному ленточному экрану

В комплект арматуры ЕАКТ для каждой фазы входят роликовые пружины, заземляющие проводники, предохраняющие трубки и термоусаживаемая перчатка для трехжильных кабелей.

Рекомендуемые маркоразмеры:

Обозначение комплекта арматуры	Рабочее напряжение, кВ	Номинальное сечение жилы, ММ ²
ЕАКТ-1655	6/10	25-70
ЕАКТ-1656	6/10	35-120
	12/20	25-70
ЕАКТ-1657	6/10	95-240
	12/20	50-150
	22/35	25-70
ЕАКТ-1658	6/10	240-500

ЕАКТ-1659	12/20	120-400
	22/35	35-300
	6/10	630-800
	12/20	500-800
	22/35	240-800

4.3 Соединение маслonaполненных кабелей и кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена с помощью переходных муфт КВТ

4.3.1 Переходные муфты для соединения трех одножильных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена и экраном из медных проволок с 3-х жильным кабелем с бумажной маслопропитанной изоляцией и общей свинцовой или алюминиевой оболочкой

наименование муфты	число жил в кабеле	тип установки	тип кабеля	рабочее напряжение (кВ)	сечение жил кабеля (мм ²)
(1П+3Б)СПТ-10-70/120(Б)	1х3 + 3	внутр.+наружн.	с/без брони	6 и 10	70/ 95/ 120
(1П+3Б)СПТ-10-150/240(Б)	1х3 + 3	внутр.+наружн.	с/без брони	6 и 10	150/ 185/ 240

4.3.2 Переходные муфты для соединения трехжильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена и экраном из медных проволок с 3-х жильным кабелем с бумажной маслопропитанной изоляцией и общей свинцовой или алюминиевой оболочкой

именование муфты	диапазон сечений (мм ²)	тип установки	тип кабеля	рабочее напряжение (кВ)	болт. в компл.
(3П+3Б)СПТ-10-35/50(Б)	35-50	внутр.+наружн.	с/без брони	6 и 10	есть
(3П+3Б)СПТ-10-70/120(Б)	70-120	внутр.+наружн.	с/без брони	6 и 10	есть
(3П+3Б)СПТ-10-150/240(Б)	150-240	внутр.+наружн.	с/без брони	6 и 10	есть

4.4 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫХ МУФТ

4.4.1 При монтаже муфт необходимо руководствоваться инструкцией производителя муфты, приложенной к комплекту муфты.

4.4.2 Для монтажа применяются пропановая или бутановая газовая горелка. Пламя горелки при усадке элементов муфты должно постоянно перемещаться, чтобы не повредить усаживаемый материал.

4.4.3 Все поверхности, которые будут контактировать с клеем, должны быть очищены и обезжирены уайт-спиритом, бензином или салфетками, пропитанными изопропиловым спиртом.

4.4.4 Термоусаживаемые трубки следует обрезать острым ножом, оставляя при этом ровные гладкие кромки без заусенцев. При усадке трубок необходимо следить за тем, чтобы они усаживались равномерно по всей окружности по мере продвижения вдоль кабеля. После усадки поверхность трубок должна быть гладкой и без морщин, а профиль внутренних компонентов должен четко просматриваться.

4.4.5 Размер котлованов для соединительных муфт должен быть достаточным для того, чтобы надвинуть на кабель вправо и влево от места соединения жил детали муфт, которые будут затем монтироваться на области соединения.

4.4.6 Для предотвращения попадания влаги и пыли в область соединения необходимо располагать концы кабелей на подставках. Монтажная площадка должна быть оборудована тентом (палаткой), рабочая одежда монтажников должна быть чистой. Все инструменты и приспособления должны быть очищены от масла и смазок.

4.4.7 Полупроводящие экраны по изоляции кабелей должны сниматься только специально предназначенным для этого инструментом так, чтобы обеспечить гладкую и равномерно круглую поверхность изоляции. Инструмент должен быть настроен так, чтобы снимался только слой полупроводящего экрана. Глубина среза экрана должна регулироваться таким образом, чтобы срез экрана был выполнен в виде фаски.

После использования инструмента поверхность изоляции должна быть отполирована вручную или с помощью шлифовальной машинки с использованием сетки № 220 (с покрытием оксидом алюминия) и затем сетки № 400.

РАЗДЕЛ 5

ИСПЫТАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

5.1 ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПОСЛЕ МОНТАЖА И В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1.1 Общие положения

5.1.1.1 Испытания кабельных линий производятся в соответствии с СОУ-Н ЕЕ 20.304:2009 «Норми випробування силових кабельних ліній напругою до 500 кВ», действующими руководящими документами и рекомендациями предприятия-изготовителя.

5.1.1.2 Техническое состояние кабельных линий определяется не только путем сравнения результатов конкретных испытаний с нормируемыми значениями, но и по совокупности результатов всех проведенных испытаний, осмотров и данных эксплуатации. Значения, полученные при испытаниях, во всех случаях должны быть сопоставлены с результатами измерений на других фазах линии и, по возможности, на однотипных линиях. Однако главным является сопоставление измеренных при испытаниях значений параметров линии с их исходными значениями и оценка имеющих место различий по приведенным допустимым изменениям. Выход значений параметров за установленные предельные значения следует рассматривать как признак наличия дефектов, которые могут привести к отказу линии.

5.1.1.3 В качестве исходных контролируемых параметров при вводе линии в эксплуатацию принимают значения, указанные в паспорте или протоколе заводских испытаний. При эксплуатационных испытаниях в качестве исходных принимаются значения параметров, определенные испытаниями при вводе линии в эксплуатацию. Качество проведенного ремонта линии оценивается сравнением результатов испытаний после ремонта с данными при вводе в эксплуатацию, принимаемыми в качестве исходных. После капитального или восстановительного ремонта, а также реконструкции, проведенной специализированным ремонтным предприятием, в качестве исходных данных для контроля в процессе дальнейшей

эксплуатации принимаются значения, полученные по окончании ремонта (реконструкции).

5.1.1.4 Испытания должны производиться с соблюдением правил техники безопасности.

5.1.1.5 Методики испытаний и метрологические требования являются стандартными и приводятся в нормативной документации, инструкциях, методической литературе и т.д. (Например: РД 34.35-51.300-97).

5.1.1.6 Результаты испытаний кабельных линий, место и причины их повреждения и выполненные мероприятия по ремонту должны заноситься в паспорт кабельной линии.

5.1.2 Виды и периодичность контроля

5.1.2.1 Для силовых кабельных линий при вводе их в эксплуатацию и в процессе эксплуатации установлены следующие виды контроля:

- испытания при вводе в эксплуатацию новых линий и линий, прошедших восстановительный или капитальный ремонт, произведенный специализированным ремонтным предприятием (**П**);
- испытания после капитальных ремонтов, производившихся эксплуатирующей организацией (**К**);
- межремонтные испытания (**М**).

Виды испытаний и объем контроля кабельных линий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Виды испытаний	Виды контроля			Периодичность межремонтных испытаний
	П	К	М	
1 Испытание изоляции кабелей повышенным напряжением	+	+	+	через 3 года после ввода в эксплуатацию и в последующем 1 раз в 5 лет
2 Определение целостности жил кабелей и фазировка кабельных линий	+	+	-	-
3 Определение сопротивления жил кабеля	+	-	-	-
4 Определение электрической рабочей емкости кабелей	+	-	-	-
5 Измерение токораспределения по одножильным кабелям	+	+	-	-
6 Проверка заземляющего устройства (измерение сопротивления заземления)	+	+	- *)	-
7 Испытание пластмассовой оболочки кабелей повышенным выпрямленным напряжением	+	+	+	через 1 год после ввода в эксплуатацию и затем через каждые 3 года
8 Измерение уровня частичных разрядов (рекомендуется проводить 1 раз в 3 года)				
*) в эксплуатации сопротивление заземления измеряется при капитальном ремонте заземляющих устройств, а целостность металлической связи между заземлителями кабельных линий и нейтралью трансформатора – 1 раз в 3-5 лет				

5.1.3 Нормы испытаний

До начала испытаний производится осмотр всех элементов кабельной линии, каналов и туннелей, в которых проложена линия. Если менее чем за 3 месяца до испытаний проводился плановый осмотр и обход линии, то дополнительный осмотр линии перед испытаниями не требуется.

При обнаружении дефектов концевых муфт испытания должны проводиться после их ремонта.

При испытаниях напряжение должно плавно подниматься до максимального значения и поддерживаться неизменным в течение всего периода испытаний. Отсчет времени приложения напряжения должен производиться с момента установления его максимального значения.

При испытаниях кабельных линий, срок эксплуатации которых превышает 20 лет, величину испытательного напряжения рекомендуется снизить до 0,8 величины испытательного напряжения, указанной в 5.1.3.1а (способ 1), 5.1.3.1б.

5.1.3.1 Испытание изоляции кабелей повышенным напряжением

а) испытание напряжением промышленной частоты

В соответствии с требованиями международного стандарта МЭК 60840, 1999 изоляция кабелей после прокладки должна выдержать испытание напряжением промышленной частоты одним из следующих способов:

1) номинальным линейным напряжением сети, приложенным поочередно к каждой жиле кабеля. При этом остальные жилы и все экраны должны быть заземлены. Продолжительность испытания 5 мин;

2) номинальным фазным напряжением сети в течение 24 ч.

Способ испытания выбирается по согласованию с изготовителем.

б) Испытание переменным напряжением частотой 0,1 Гц

Это испытание допускается взамен испытания по 5.1.3.1а.

Испытание проводится переменным напряжением величиной $3U_0$ частоты 0,1 Гц, приложенным к каждой фазе в течение 15 минут.

Кабельная линия считается выдержавшей испытание, если во время испытаний:

- не произошло пробоя или перекрытия по поверхности концевых муфт, а также роста утечки в период выдержки под напряжением;

- не наблюдалось резких толчков тока.

При заметном возрастании тока утечки или появления толчков тока продолжительность испытания следует увеличить до 20 мин. При дальнейшем нарастании токов утечки или увеличении количества толчков тока испытания следует вести до пробоя кабельной линии.

Если при этом кабельная линия не пробивается, то она может быть включена в работу с последующим повторным испытанием через 1 мес. В дальнейшем такие линии испытываются не реже 1 раза в три года.

5.1.3.2 Определение целостности жил кабелей и фазировка кабельных линий

Производится в эксплуатации после окончания монтажа, перемонтажа муфт или отсоединения жил кабеля.

5.1.3.3 Определение сопротивления жил кабеля

Сопротивление жил кабелей постоянному току при температуре 20 °С, приведенное к 1 км длины, должно соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Материал жилы	Сопротивление, Ом/км, не более, при номинальном сечении жилы, мм ²														
	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	350	400	500	630	800
Алюминий	1,20	0,868	0,641	0,443	0,320	0,253	0,206	0,164	0,125	0,100	0,089	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367
Медь	0,727	0,524	0,387	0,268	0,193	0,153	0,124	0,0991	0,0754	0,0601	0,0543	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221

В процессе эксплуатации, после восстановительного и капитального ремонтов допускается увеличение нормы электрического сопротивления на 3 %.

При длине жилы, отличной от 1 км, и температуре жилы, отличной от 20 °С, применяется следующая формула пересчета:

$$R_{20} = \frac{R_t}{L [1 + \alpha(T - 20)]},$$

где R_{20} – электрическое сопротивление 1 км жилы при 20 °С, Ом;

T – температура жилы при измерении ее сопротивления, °С;

R_t – измеренное электрическое сопротивление жилы длиной L км при температуре t °С;

α – температурный коэффициент сопротивления, 1/°С, равный 0,00393 для медных жил и 0,00403 для алюминиевых жил;

L – длина испытываемой жилы, км.

5.1.3.4 Определение электрической рабочей емкости кабелей

Измеренная емкость, приведенная к удельному значению (1 м длины), не должна отличаться от результатов заводских испытаний более чем на 5 %.

5.1.3.5 Измерение распределения тока по одножильным кабелям

Неравномерность распределения токов по жилам и экранам кабелей не должна превышать 10 %.

5.1.3.6 Проверка заземляющего устройства

Проверка проводится в соответствии с рекомендациями правил устройства и правил технической эксплуатации электроустановок.

На линиях измеряется сопротивление заземления концевых муфт и металлических конструкций кабельных колодцев

5.1.3.7 Испытание пластмассовой оболочки кабелей повышенным выпрямленным напряжением (для кабелей, проложенных в земле)

Выпрямленное напряжение 10 кВ прикладывается между медным экраном кабеля, отсоединенным от земли и соединенным с жилой кабеля, и заземлителем линии в течение 10 мин.

После испытания необходимо заземлить жилу и экран на время не менее 1 ч.

5.1.3.8 Измерение уровня частичных разрядов (ЧР)

Данное испытание является перспективным методом оценки состояния изоляции кабеля. Контроль уровня частичных разрядов и набор данных должны

производиться в течение всего срока службы кабеля. Значительный прирост уровня частичных разрядов может свидетельствовать о развитии микродефектов в изоляции; абсолютное значение уровня частичных разрядов зависит от оборудования и условий прокладки и не является браковочным признаком.

Измерения уровня частичных разрядов рекомендуется проводить при испытании изоляции номинальным фазным (U_0) переменным напряжением промышленной частоты.

Применяемая аппаратура должна обеспечивать возможность определить дислокацию ЧР вдоль кабельной линии для нахождения места дефекта.

Для измерений рекомендуются испытательные установки ф. SEBA Dynatronics OWTS M-130, CDS.

5.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

5.2.1 Определение мест повреждения кабельных линий рекомендуется производить в три этапа:

1) диагностика повреждения – определение характера повреждения, выполнение предварительных измерений расстояния до места повреждения. На этой стадии устанавливается необходимость предварительного прожигания;

2) определение зоны предполагаемого повреждения одним из относительных методов;

3) уточнение местонахождения повреждения одним из абсолютных методов.

5.2.2 Повреждения кабелей могут быть подразделены на следующие виды:

- повреждения изоляции, вызывающие замыкание одной фазы на землю;
- обрыв фазы с заземлением или без заземления;
- сложные повреждения, представляющие комбинации из упомянутых выше видов повреждений.

5.2.3 Измерения производятся на кабельной линии, отключенной от источника питания, и отсоединенной от всех электроприемников.

5.2.4 Трасса кабельной линии, отключившейся аварийно, должна быть осмотрена. При необходимости производится уточнение трассы.

5.2.5 Производится осмотр кабельной линии в кабельных сооружениях в целях обнаружения явного повреждения. Осмотру подлежат также муфты.

5.2.6 Для установления характера повреждения кабельной линии следует:

- измерить сопротивление изоляции каждой токоведущей жилы по отношению к земле мегаомметром на напряжение 2500 В;
- определить целостность (отсутствие обрыва) токоведущих жил;
- определить расстояние до зоны повреждения приборами типа P5-10, Рейс-105 или подобными импульсными искателями повреждения.

5.2.7 Если мегаомметром и импульсными искателями повреждений не удастся определить характер повреждения, то необходимо снизить сопротивление изоляции в месте повреждения до величины менее 1 кОм. Для этого проводят поочередное испытание всех фаз повышенным выпрямленным напряжением, предварительно включив и настроив прибор типа Щ4120 или ЦР0200. Определение расстояния до места повреждения этими приборами проводят при первых пробоях изоляции.

5.2.8 После определения характера повреждения кабельной линии выбирается метод, наиболее подходящий для определения места повреждения в данном конкретном случае.

Определение зоны повреждения производится одним из относительных методов:

- импульсным методом;
- методом колебательного разряда.

После определения зоны повреждения непосредственно на трассе определяют место повреждения одним из следующих абсолютных методов:

- индукционным;
- акустическим;
- методом накладной рамки.

5.2.9 Перед определением мест повреждений оболочек необходимо предварительно ознакомиться с паспортными данными линии и результатами испытаний оболочек напряжением.

При определении мест повреждений оболочек первоначально производится определение зоны повреждения методом падения напряжения (петлевым методом), а затем – точное определение места повреждения акустическим методом или методом шагового напряжения.

При определении мест повреждений оболочек кабелей, проложенных в земле, запрещается прожигание оболочек в месте повреждения для предотвращения повреждения изоляции.

После испытаний необходимо заземлить экран на время не менее 0,5 ч.

5.3 РЕМОНТ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

5.3.1 Плановый ремонт кабельных линий производится по плану-графику, утвержденному руководством энергослужбы предприятия.

План-график ремонтов составляется на основе записей в журналах обходов и осмотров, результатов испытаний и измерений, а также по данным диспетчерских служб.

Объем ремонтов уточняется на основании дополнительной проверки на месте всех выявленных неисправностей кабелей и трасс кабельных линий, что позволяет своевременно подготовить необходимые материалы и механизмы для выполнения ремонта. В план-график включаются ремонтные работы, не требующие срочного их выполнения. Очередность производства таких работ устанавливается руководством района (участка, службы) электрической сети и цеха электростанции. Очередность выполнения срочных ремонтов определяется руководством предприятия.

5.3.2 Ремонт находящихся в эксплуатации кабельных линий производится подготовленным персоналом эксплуатирующей организации или персоналом специализированных организаций.

5.3.3 Вскрытие кабеля для ремонта производится после проверки соответствия места расположения кабеля с расположением его на плане трассы, а также после проверки отсутствия напряжения на этом кабеле прокалыванием его в соответствии с требованиями действующих правил техники безопасности.

5.3.4 При повреждении оболочки кабеля возможен ее ремонт с помощью термоусаживаемых манжет, лент ЛЭТСАР ЛП или лент RULLE по технологии, описанной в 3.9. При повреждении других элементов кабеля принимается решение об установке соединительной муфты или необходимости вставки кабеля.

5.3.5 При необходимости замены участка кабеля применяются вставки кабеля соответствующей марки и сечения, предварительно испытанного напряжением.

5.3.6 При выполнении ремонта открыто проложенных кабелей при необходимости производится также ремонт кабельных сооружений.

Одновременно с ремонтом кабелей производится проверка и восстановление крепления кабелей, бирок, предупредительных и опознавательных надписей и т.п.

5.3.7 По окончании ремонтных работ на кабельной линии должен быть составлен исполнительный эскиз. По этому эскизу должны быть произведены все исправления в технической документации (план трассы, схемы, паспортные карты и т.д.). На вновь смонтированные муфты должны быть установлены маркировочные бирки.

5.3.8 После капитального ремонта кабельной линии должны быть проведены ее испытания и измерения в соответствии с установленными нормами (5.1).

5.3.9 После ремонтов кабельной линии, не связанных с отсоединением концов кабеля, фазировка линии и испытания ее напряжением не проводится.

5.4 ОБХОДЫ И ОСМОТРЫ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

5.4.1 Надзор за трассами кабельных линий, кабельными сооружениями и кабельными линиями в целях проверки их состояния и соблюдения правил охраны электрических сетей производится периодическим обходом и осмотром оперативным персоналом или специально выделенными для этого монтерами, инженерно-техническим персоналом в сроки, предусмотренные Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ) и местными инструкциями.

5.4.2 Внеочередные обходы и осмотры производятся в период паводков и после ливней, а также при отключении линий релейной защитой.

5.4.3 При обходах и осмотрах трасс кабельных линий, проложенных на открытых территориях, необходимо:

- проверять, чтобы на трассе не производились не согласованные с энергопредприятием работы (строительство сооружений, раскопка земли, посадка растений, устройство складов, забивка свай, столбов и т.п.), а также, чтобы не было завалов трасс снегом, мусором, шлаком, отбросами, не было провалов и оползней грунта;

- осматривать места пересечения кабельных трасс с железными дорогами, обращая внимание на наличие предупредительных плакатов и на надежное металлическое соединение рельсов электрифицированных железных дорог в местах стыков;

- осматривать места пересечения кабельных трасс шоссейными дорогами, канавами и кюветами;

- осматривать состояние устройств и кабелей, проложенных по мостам, дамбам, эстакадам и другим подобным сооружениям;

- проверять в местах выхода кабелей на стены зданий или опоры воздушных линий электропередачи наличие и состояние защиты кабелей от механических повреждений, исправность концевых муфт.

5.4.4 При обходах и осмотрах трасс кабельных линий, проложенных на закрытых территориях, кроме выполнения рекомендаций 5.4.3, необходимо:

- при выявлении нарушений правил охраны электрических сетей на трассах линий вручать предписание об их устранении;

- в случае выявления не устраненных в установленный при предыдущем осмотре срок недостатков составлять протокол о нарушении.

5.4.5 Осмотр кабельных сооружений и кабельных линий, проложенных в кабельных сооружениях, должен производиться специально выделенным персоналом электростанции или электрической сети.

При осмотре кабельных сооружений и кабельных линий, проложенных в кабельных сооружениях, необходимо:

- проверять внешнее состояние соединительных и концевых муфт, крепления кабелей;
- проверять, нет ли смещений и провесов кабелей, соблюдены ли предусматриваемые ПУЭ расстояния между кабелями;
- проверять исправность освещения;
- измерять температуру воздуха в помещениях;
- проверять исправность устройств сигнализации и пожаротушения;
- проверять состояние строительной части, дверей, люков и их запоров, крепежных конструкций, наличие разделительных несгораемых перегородок и плотности заделки кабелей в местах прохода через стены, перекрытия и перегородки;
- проверять наличие и правильность маркировки кабелей;
- проверять, нет ли посторонних предметов, строительных и монтажных материалов, обтирочных концов, тряпок, мусора и пр.;
- проверять, не проникают ли грунтовые и сточные воды, нет ли технологических отходов производства.

5.4.6 В случаях, когда кабельные сооружения и распределительные устройства или подстанции принадлежат разным организациям, осмотр концевых участков и концевых муфт кабельных линий в РУ и ПС должен производиться представителями этих организаций.

5.4.7 Результаты обходов и осмотров оформляются следующим образом:

5.4.7.1 Результаты обходов и осмотров кабельных линий, их трасс и кабельных сооружений регистрируются в журнале по обходам и осмотрам. Кроме того, все обнаруженные дефекты на трассах кабельных линий должны быть записаны в журнал дефектов и неполадок или в карты дефектов.

5.4.7.2 При выявлении дефектов, требующих немедленного устранения, производящий обход и осмотр обязан немедленно сообщить об этом своему непосредственному начальнику, дежурному персоналу организации, эксплуатирующей кабельную линию и ответственному персоналу предприятия (организации) - владельца электроустановки.

5.4.7.3 Результаты осмотра трасс кабельных линий инженерно-техническим персоналом регистрируются в журнале дефектов и неполадок или в карте дефектов.

5.4.7.4 При обнаружении на трассе кабельных линий производства земляных работ, выполняемых без разрешения предприятия (организации) владельца кабельной сети, а также других нарушений действующих правил охраны электрических сетей производящий обход и осмотр должен принять меры по предотвращению выше указанных нарушений, сообщить об этом своему непосредственному начальнику и сделать запись в журнале обходов и осмотров.

5.4.7.5 Результаты осмотров открыто проложенных кабельных линий и кабельных сооружений регистрируются инженерно-техническим персоналом, производящим осмотр, соответственно в паспортах данного сооружения и в журнале дефектов и неполадок кабельных линий.

5.4.7.6 При обнаружении дефектов в результате осмотров концевых участков кабелей и концевых муфт в распределительных устройствах электростанций и подстанций, сведения о них передаются владельцу

РАЗДЕЛ 6

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ НА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1.1 При выполнении на кабельных линиях работ по прокладке и монтажу, испытательных и ремонтных работ (далее – работ) следует соблюдать требования ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей» (ПБЭ) и требования действующих отраслевых норм и правил.

6.2 ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

6.2.1 При выполнении земляных работ необходимо точно определить местонахождение расположенных вблизи трассы кабеля сооружений (газовых, водопроводных, связи и прочих коммуникаций).

6.2.2 Не допускается производство раскопок землеройными машинами на расстоянии менее 1 м и применение клина-молота и аналогичных ударных механизмов на расстоянии 5 м от кабелей.

При выполнении земляных работ над кабелями применение отбойных молотов для рыхления грунта и землеройных машин для его выемки, а также ломов и кирок допускается только на глубину, на которой до кабелей остается слой грунта не менее 0,3 м.

Дальнейшая выемка грунта должна производиться лопатами.

6.2.3 В зимнее время выемку грунта лопатами можно начинать только после его отогревания. При этом приближение источника тепла к кабелям допускается не ближе чем на 15 см.

6.2.4 Крепление стенок траншей, выполнение откосов, крутизна откосов планируются в соответствии с условиями, указанными в ПБЭ.

6.3 ВСКРЫТИЕ МУФТ, РАЗРЕЗАНИЕ КАБЕЛЯ

6.3.1 Перед вскрытием муфт или разрезанием кабеля необходимо удостовериться в том, что необходимый кабель определен правильно, что он отключен и выполнены технические мероприятия, необходимые для допуска к работам на нем.

6.3.2 В тех случаях, когда нет уверенности в правильности определения подлежащего ремонту кабеля, применяется кабелеискательный аппарат.

6.3.3 Перед разрезанием кабеля или вскрытием соединительной муфты необходимо проверить отсутствие напряжения с помощью специального приспособления, состоящего из изолирующей штанги и стальной иглы или режущего наконечника. Приспособление должно обеспечить прокол или разрезание оболочки и изоляции до жилы с замыканием на землю. Кабель в месте прокола предварительно прикрывается экраном. В туннелях, коллекторах и колодцах такое приспособление разрешается применять только при наличии дистанционного управления.

6.3.4 Если в результате повреждения кабеля открыта токопроводящая жила, отсутствие напряжения можно проверить непосредственно указателем напряжения без прокола.

6.3.5 Меры безопасности при выполнении прокола должны соответствовать ПБЭ.

6.4 ПРОКЛАДКА, ПЕРЕКЛАДКА КАБЕЛЯ И ПЕРЕНОСКА МУФТ

6.4.1 При перекатке барабана с кабелем необходимо принять меры против захвата его выступающими частями одежды работников. До начала перекатки закрепляют концы кабеля и удаляют торчащие из барабана гвозди. Барабан с кабелем допускается перекатывать только по направлению стрелки, указанной на щеке барабана, на небольшие расстояния по горизонтальной поверхности по твердому грунту или прочному настилу.

6.4.2 Запрещается размещать кабели, пустые барабаны, механизмы, приспособления и инструмент ближе 1 м от бровки траншей.

6.4.3 Разматывать кабель с барабанов разрешается при наличии тормозного приспособления.

6.4.4 При прокладке кабеля запрещается стоять внутри углов поворота, а также поддерживать кабель вручную на поворотах трассы.

6.4.5 Перекладывать кабели и переносить муфты можно только после отключения кабеля и его заземления.

6.4.6 Перекладывание кабелей, находящихся под напряжением, допускается в случае необходимости при выполнении условий, указанных в ПБЭ.

6.5 РАБОТЫ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

6.5.1 Меры безопасности при работах в колодцах, коллекторах и туннелях должны соответствовать ПБЭ.

6.5.2 Перед началом осмотра или работы в подземных сооружениях, не имеющих приточно-вытяжной вентиляции, необходимо проверить отсутствие горючих и вредных для человека газов. Проверка газов с помощью открытого огня запрещается.

6.5.3 Применение открытого огня в колодцах, коллекторах и туннелях, а также вблизи открытых люков запрещается.

6.5.4 При прожигании кабелей находиться в колодцах запрещается, а в туннелях и коллекторах допускается только на участках между двумя открытыми входами. Работать на кабелях во время их прожигания запрещается. Во избежание пожара после прожигания кабеля необходимо осмотреть.

Приложение А

Методы определения мест повреждений (ОМП) кабельных линий.

А.1 При определении места повреждения изоляции и оболочки рекомендуется пользоваться нижеперечисленными методами и оборудованием.

А.2 Метод ОМП кабельной линии выбирается в зависимости от характера повреждения. Повреждения кабелей могут быть подразделены на следующие виды:

1. повреждения изоляции, вызывающее замыкание одной фазы на землю;
2. обрыв одной, двух и трех фаз (с заземлением или без заземления фаз);
3. сложные повреждения, представляющие комбинации из вышеупомянутых видов повреждений.

А.3 Измерения производятся на кабельной линии, которая отсоединена от источника питания и от которой отсоединены все электроприемники.

А.4 Трассы кабельных линий, отключившихся аварийно, должны быть осмотрены. При необходимости производится уточнение трассы кабельной линии.

А.5 Производится осмотр кабельных линий в кабельных сооружениях в целях обнаружения явного повреждения. Осмотру подлежат также муфты.

А.6 Для установления характера повреждения кабельной линии следует:

- измерить сопротивление изоляции каждой токопроводящей жилы по отношению к земле;
- определить целостность (отсутствие обрыва) токопроводящих жил;
- при необходимости прибором Р5-5 (или ему подобным) уточнить характер повреждения и проверить длину поврежденных жил кабеля.

А.7 Измерение сопротивления изоляции производится мегаомметром на напряжение 2500 В.

А.8 Если мегаомметром не удастся определить характер повреждения, то необходимо снизить сопротивление изоляции в месте повреждения, что может быть достигнуто дополнительным поочередным испытанием высоким напряжением (от испытательной установки) изоляции токоведущих жил по отношению к контуру заземления и экрана по отношению к контуру заземления.

А.9 Результаты измерений в целях установления характера повреждения должны быть занесены в протокол измерений и на рабочую схему ОМП и используются для выбора методов и технологии ОМП.

А.10 После определения характера повреждения кабельной линии выбирается метод, наиболее подходящий для определения места повреждения в данном конкретном случае. Рекомендуется в первую очередь определить зону, в

границах которой расположено повреждение. Определение зоны повреждения производится одним из следующих относительных методов

- импульсным (локационным);
- колебательного разряда (волновым).

После определения зоны повреждений производится определение места повреждения непосредственно на трассе кабельной линии одним из следующих абсолютных методов:

- индукционным;
- акустическим;
- методом накладной рамки.

Для точного определения места повреждения, как правило, пользуются сочетанием относительного и абсолютного методов.

А.11 ОМП защитных оболочек кабеля, проложенного в земле.

А.12 С целью исключения повреждения изоляции жилы кабеля при ОМП оболочек категорически запрещается прожигание оболочек в месте повреждения.

А.13 При ОМП оболочек первоначально производится определение зоны повреждения методом падения напряжения, а затем точное определение места повреждения импульсно- контактным методом.

А.14 Перед проведением работ по ОМП оболочек необходимо предварительно ознакомиться с паспортными данными линии и результатами испытаний оболочек напряжением.

А.15 Схема определения зоны повреждения пластмассовых оболочек кабеля методом падения напряжения дана на рис.А.1

Регулируемый источник постоянного напряжения подключается между металлическим экраном и землей, при этом экран перед измерением должен быть отсоединен от контура заземления.

При присоединении вывода источника к экрану поврежденного кабеля (точка 1) измеряется напряжение от начала кабеля до места повреждения (U_1), а при присоединении вывода источника к жиле второго кабеля (точка 2) – напряжение от конца кабеля до места повреждения (U_2).

При обоих измерениях устанавливается одна и та же величина тока, значение которого не должно превышать 0,4 А. Время каждого измерения должно быть не более 1 мин.

А.16 Расстояние от начала кабеля до места повреждения определяется по формуле:

$$L_x = L_k \cdot (U_1 / (U_1 + U_2)) ,$$

где: L_x – расстояние от начала кабеля до места повреждения оболочки, м;

L_k – общая длина кабеля, м;

U_1 – напряжение на участке от начала кабеля до места повреждения, мВ;

U_2 – напряжение на участке от конца кабеля до места повреждения, мВ.

А.17 Точное определение места ОМП оболочек производится импульсно-контактным методом.

А.18 Схема ОМП пластмассовых оболочек кабеля импульсно-контактным методом дана на рис.А.2

А.19 Металлический экран поврежденной фазы кабеля перед измерением должен быть отсоединен от контура заземления.

А.20 В качестве источника напряжения используется импульсный генератор, состоящий из выпрямительной установки с максимальным выпрямленным напряжением не менее 10 кВ, батареи конденсаторов и разрядника с регулируемым воздушным промежутком для получения импульсов до 10 кВ.

А.21 При ОМП конденсатор заряжается до определенного напряжения и разряжается на искровой промежуток, включенный между металлическим экраном и конденсатором.

А.22 При этом происходит пробой от экрана на землю в месте повреждения пластмассовой оболочки и возникновение поля растекания тока вокруг места повреждения.

А.23 Энергия разряда конденсатора $W=1/2 C \times U^2$ достаточная для обнаружения места повреждения оболочек и не вызывающая повреждения изоляции жил кабеля, находится в пределах от 54 до 450 Дж.

А.24 В качестве индикатора должен применяться многопредельный прибор для измерения постоянного тока и напряжения со средней нулевой точкой и большим входным сопротивлением, например, ампервольтметр М231.

А.25 Индикатор подсоединяется к металлическим зондам, которые при измерении втыкаются в почву вдоль оси кабеля точно по трассе на глубину 5-8 см на расстоянии 2-3 м друг от друга. Расстояние между зондами во время измерения поддерживается постоянным. Измерение необходимо начинать с точки трассы, заведомо находящейся до места повреждения. До места повреждения стрелка прибора будет отклоняться в одну сторону, при подходе к месту повреждения показания прибора резко возрастут, в месте повреждения показание прибора будет равно 0, а за местом повреждения стрелка прибора будет отклоняться в противоположную сторону.

Схема определения расстояния до места повреждения (зоны повреждения)
пластмассовых оболочек методом падения напряжения

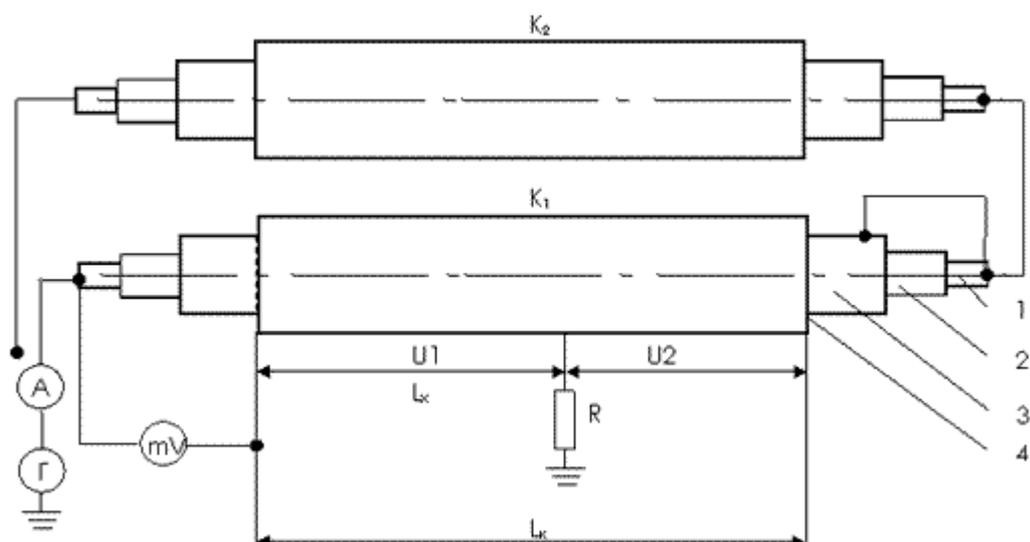


Рис.А.1

Г- источник постоянного тока

А- амперметр

mV – милливольтметр

R – переходное сопротивление в месте повреждения

K1 – кабель с поврежденной оболочкой

K2 - кабель с неповрежденной оболочкой

1 – токопроводящая жила

2 – изоляция кабеля

3 – металлический экран кабеля

4 – пластмассовая оболочка

Схема определения точного места повреждения пластмассовых оболочек
кабеля импульсно-контактным методом

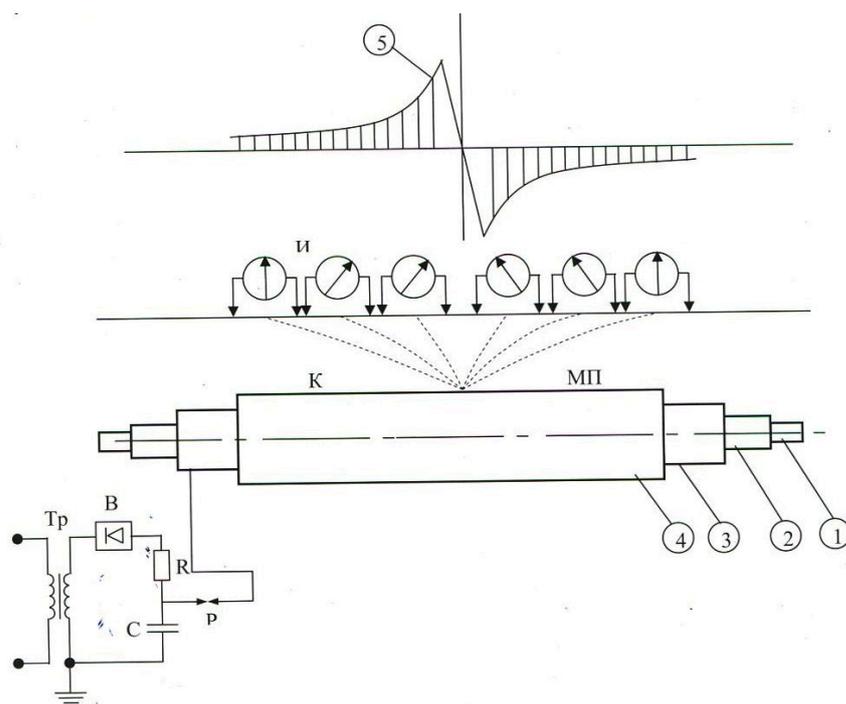


Рис.А.2

Тр – трансформатор

В – выпрямитель

Р – ограничивающее сопротивление

Р – разрядник

К – кабель

МП – место повреждения

И – прибор и щупы для измерения пиковых значений шагового напряжения

1 – токопроводящая жила

2 – изоляция кабеля

3 – металлический экран

4 – пластмассовая оболочка

5 – принимаемый сигнал в зависимости от расстояния от места повреждения

Приложение Б

ИДЕНТИФИКАЦИОННОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ДСТУ 4809

Таблица Б.1

Марка кабеля	Состав дополнительных маркировочных данных	Марка кабеля	Состав дополнительных маркировочных данных
1	2	3	4
АПвЭП	ПБ000000000	АПвЭгБВнг(А)-LS	ПБ122111000
АПвЭгП	ПБ000000000	АПвЭБПу	ПБ100000000
АПвЭгаП	ПБ000000000	АПвЭгБПу	ПБ100000000
АПвЭогП	ПБ000000000	АПвЭКПу	ПБ100000000
АПвЭогаП	ПБ000000000	АПвЭгКПу	ПБ100000000
АПвЭПу	ПБ000000000	АПвЭБПнг(А)-HF	ПБ122122000
АПвЭгПу	ПБ000000000	АПвЭгБПнг(А)-HF	ПБ122122000
АПвЭгаПу	ПБ000000000	АПвЭКП	ПБ000000000
АПвЭогПу	ПБ000000000	АПвЭгКП	ПБ000000000
АПвЭогаПу	ПБ000000000	АПвЭКВ	ПБ100000000
АПвЭВ	ПБ100000000	АПвЭгКВ	ПБ100000000
АПвЭгВ	ПБ100000000	АПвЭКВнг(А)	ПБ120000000
АПвЭогВ	ПБ100000000	АПвЭгКВнг(А)	ПБ120000000
АПвЭВнг(А)	ПБ120000000	АПвЭКВнг(А)-LS	ПБ122111000
АПвЭгВнг(А)	ПБ120000000	АПвЭгКВнг(А)-LS	ПБ122111000
АПвЭогВнг(А)	ПБ120000000	АПвЭКПнг(А)-HF	ПБ122122000
АПвЭВнг(А)-LS	ПБ122111000	АПвЭгКПнг(А)-HF	ПБ122122000
АПвЭгВнг(А)-LS	ПБ122111000	АПвЭПнг	ПБ101122000
АПвЭогВнг(А)-LS	ПБ122111000	АПвЭгПнг	ПБ101122000
АПвЭПнг(А)-HF	ПБ122122000	АПвЭгаПнг	ПБ101122000
АПвЭгПнг(А)-HF	ПБ122122000	АПвЭогПнг	ПБ101122000
АПвЭгаПнг(А)-HF	ПБ122122000	ПвЭП	ПБ000000000
АПвЭогПнг(А)-HF	ПБ122122000	ПвЭгП	ПБ000000000
АПвЭБП	ПБ000000000	ПвЭгаП	ПБ000000000
АПвЭгБП	ПБ000000000	ПвЭогП	ПБ000000000
АПвЭБВ	ПБ100000000	ПвЭогаП	ПБ000000000
АПвЭгБВ	ПБ100000000	ПвЭПу	ПБ000000000
АПвЭБВнг(А)	ПБ120000000	ПвЭгПу	ПБ000000000

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4
АПвЭгБВнг(А)	ПБ120000000	ПвЭгаПу	ПБ000000000
АПвЭБВнг(А)-LS	ПБ122111000	ПвЭогПу	ПБ000000000
ПвЭогВнг(А)-LS	ПБ122111000	ПвЭБПнг(А)-HF	ПБ122122000
ПвЭПнг(А)-HF	ПБ122122000	ПвЭгБПнг(А)-HF	ПБ122122000
ПвЭгПнг(А)-HF	ПБ122122000	ПвЭКП	ПБ000000000
ПвЭгаПнг(А)-HF	ПБ122122000	ПвЭгКП	ПБ000000000
ПвЭогПнг(А)-HF	ПБ122122000	ПвЭКВ	ПБ100000000
ПвЭБП	ПБ000000000	ПвЭгКВ	ПБ100000000
ПвЭгБП	ПБ000000000	ПвЭКВнг(А)	ПБ120000000
ПвЭБВ	ПБ100000000	ПвЭгКВнг(А)	ПБ120000000
ПвЭгБВ	ПБ100000000	ПвЭКВнг(А)-LS	ПБ122111000
ПвЭБВнг(А)	ПБ120000000	ПвЭгКВнг(А)-LS	ПБ122111000
ПвЭгБВнг(А)	ПБ120000000	ПвЭКПнг(А)-HF	ПБ122122000
ПвЭБВнг(А)-LS	ПБ122111000	ПвЭгКПнг(А)-HF	ПБ122122000
ПвЭгБВнг(А)-LS	ПБ122111000	ПвЭПнг	ПБ101122000
ПвЭБПу	ПБ100000000	ПвЭгПнг	ПБ101122000
ПвЭгБПу	ПБ100000000	ПвЭгаПнг	ПБ101122000
ПвЭКПу	ПБ100000000	ПвЭогПнг	ПБ101122000
ПвЭгКПу	ПБ100000000		



Украина, 69076, г. Запорожье
ул. Новостроек, 7

Приемная: +38 (061) 280-76-01

Отдел сбыта: +38 (061) 280-76-03

Отдел маркетинга: +38 (061) 280-76-00

Бухгалтерия: +38 (061) 280-76-02



E-mail: krok-gt@krok-gt.zp.ua
www.krok-gt.zp.ua