

**СИЛОВЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ НАПРЯЖЕНИЕМ
6–110 кВ. НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ПРОКЛАДКЕ
КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО
ПОЛИЭТИЛЕНА ПЕРОКСИДНОЙ СШИВКИ**

**СИЛАВЫЯ КАБЕЛЬНЫЯ ЛІНІІ НАПРУЖАННЕМ
6–110 кВ. НОРМЫ ПРАЕКТАВАННЯ ПА ПРАКЛАДЦЫ
КАБЕЛЯЎ З ІЗОЛЯЦЫЯЙ З ПАШЫТАГА ПЛІЭТЫЛЕНУ
ПЕРАКСІДНАЙ СШЫЎКІ**

Издание официальное

Министерство энергетики
Республики Беларусь

Минск

Ключевые слова: требования, силовые кабельные линии, класс напряжения 6-110 кВ, проектирование, прокладка, заземление, испытания, электромагнитная совместимость, кабель, изоляция, сшитый полиэтилен пероксидной сшивки, арматура кабельная

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН и ВНЕСЕН научно-исследовательским и проектно-изыскательским республиканским унитарным предприятием «БЕЛЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» (РУП «Белэнергосетьпроект»)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 28 июля 2017 г. № 27

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Минэнерго, 2017

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства энергетики Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

Введение	
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения, сокращения	5
3.1 Термины и определения	5
3.2 Сокращения	14
4 Общие положения	15
5 Классификация, условные обозначения	18
6 Правила выбора КСПЭ	21
7 Применение КСПЭ в электрических системах с разными режимами работы сети	22
8 Основные технико-эксплуатационные характеристики	25
8.1 Электротехнические характеристики КСПЭ	25
8.2 Условия эксплуатации	26
9 Выбор номинального сечения ТПЖ и экрана	26
10 Заземление кабельных линий. Способы заземления экранов.	
Защита от перенапряжения	31
10.1 Общие положения	31
10.2 Заземляющие устройства кабельных линий	32
10.3 Основные требования по выполнению заземлений	34
10.4 Способы заземления экранов одножильных КСПЭ	35
10.5 Защита КСПЭ от импульсных перенапряжений.	
Выбор ОПН	42
11 Области применения КСПЭ с учетом условий прокладки и конструкции	42
11.2 Общие условия при прокладке КЛ	42
11.3 Области применения КСПЭ с учетом их конструкции	44
12 Входной контроль кабельной продукции, кабельной арматуры и оборудования на объектах строительства	47
13 Прокладка кабельных линий	48
13.1 Общие указания	48
13.2 Условия и требования по прокладке КСПЭ	49
13.3 Способы прокладки КЛ	53
13.4 Сооружение ЗПП с применением технологии бестраншейной прокладки	55

13.5 Прокладка в земле (траншее)	60
13.6 Прокладка КЛ в кабельных сооружениях, производственных помещениях и на конструкциях	70
13.7 Подводная прокладка кабельных линий	81
13.8 Прокладка кабельных линий по специальным сооружениям	83
14 Кабельная арматура. Требования к монтажу муфт	83
15 Испытание КЛ после прокладки и в процессе эксплуатации	85
16 Контроль качества КСПЭ. Требования безопасности. Эксплуатация и техническое обслуживание	85
17 Электромагнитная совместимость	86
Приложение А (обязательное) Требования к конструкции и техническим характеристикам КСПЭ, их эксплуатационные свойства	88
Приложение Б (рекомендуемое) Технические требования к кабельным системам 110 кВ	97
Приложение В (обязательное) Требования по проведению входного контроля	99
Приложение Г (справочное) Технические характеристики типовых КСПЭ среднего напряжения. Примеры условного обозначения КСПЭ	102
Приложение Д (обязательное) Перечень химических веществ, вредно действующих на оболочку КСПЭ	109
Приложение Е (обязательное) Организация проведения строительно-монтажных работ. Хранение и транспортирование барабанов с КСПЭ	111
Приложение Ж (рекомендуемое) Узлы крепления КСПЭ	116
Приложение К (рекомендуемое) Прокладка КЛ среднего напряжения в земле (траншее)	118
Приложение Л (рекомендуемое) Прокладка КЛ высокого напряжения в земле (траншее)	120
Приложение М (рекомендуемое) Способы прокладки КСПЭ в кабельных сооружениях	122
Приложение Н (рекомендуемое) Прокладка КЛ через автомобильные и железные дороги	124

Приложение П (обязательное)	
Общие требования к изготовлению КМ. Организация работ при монтаже кабельной арматуры.....	125
Приложение Р (рекомендуемое)	
Организация проведения испытаний КЛ.....	127
Приложение С (рекомендуемое)	
Основные положения по контролю качества КСПЭ в процессе производства	130
Приложение Т (рекомендуемое)	
Рекомендуемые области применения КСПЭ с учетом типа исполнения и класса пожарной опасности	133
Приложение У (обязательное)	
Требования по эксплуатации и техническому обслуживанию КЛ	136
Библиография	146

Введение

Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (далее – КСПЭ) широко распространены практически во всех развитых странах, а с начала двухтысячных годов активно внедряются в Республике Беларусь.

В первую очередь это относится к КСПЭ среднего (6–35 кВ) и высокого (110 кВ) напряжения в одножильном исполнении.

Основные преимущества КСПЭ одножильного исполнения:

- высокая надежность в эксплуатации (низкая удельная повреждаемость);
- гибкость и влагуустойчивость изоляции;
- высокая электрическая прочность и низкие диэлектрические потери;
- возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней;
- стойкость оболочки и основной изоляции при прокладке КСПЭ на объектах, имеющих агрессивные грунты и блуждающие токи;
- высокая механическая прочность на разрыв и сжатие (отпадает необходимость применения металлической оболочки);
- возможность изготовления жил больших сечений (1000 мм² и более);
- высокая пропускная способность за счет увеличения допустимой температуры жил;
- возможность прокладки на более сложных трассах;
- упрощение прокладки и монтажа за счет увеличения строительной длины кабеля с меньшим количеством соединительных муфт;
- соединительные и концевые муфты для КСПЭ просты, технологичны и экологически безопасны;
- стойкость КСПЭ (при соответствующем исполнении оболочки) к солнечному (ультрафиолетовому) облучению;
- возможность прокладки при более низких температурах без предварительного подогрева;
- экологическая безопасность КСПЭ. Отсутствие масла, битума, свинца обеспечивает минимальное влияние на окружающую среду.

В настоящем техническом кодексе рассматриваются силовые КСПЭ, изготовленные с применением технологии пероксидной сшивки, выполняемой при помощи пероксидов в среде нейтрального газа при температуре 300–400 °С и давлении 20 атм.

Пероксидная технология более предпочтительна при производстве кабельной продукции напряжением выше 1000 В по сравнению с другими технологиями сшивки полиэтилена (силанольной, радиоактивной) и является надежным способом изготовления высококачественных КСПЭ данного класса напряжения.

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**Силовые кабельные линии напряжением 6–110 кВ.
Нормы проектирования по прокладке кабелей с изоляцией
из сшитого полиэтилена пероксидной сшивки**

**Сіловыя кабельныя лініі напружаннем 6–110 кВ.
Нормы праектавання па пракладцы кабеляў з ізаляцыяй
з пашытага поліэтылену пераксіднай сшыўкі**

Power cable lines 6–110 kV

Design standards cabling с XLPE insulation peroxide cross-linking

Дата введения 2017-10-02

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) распространяется на кабельные линии (далее – КЛ) классов напряжения от 6 до 110 кВ вновь сооружаемых и реконструируемых объектов энергетического строительства, выполненных с применением кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена пероксидной сшивки (далее – КСПЭ).

Технический кодекс устанавливает нормативные требования к проектированию КЛ напряжением 6–110 кВ с использованием КСПЭ.

В технический кодекс включены в качестве приложений требования к изготовителям кабелей по их конструкции; контролю при производстве и приемке; к организации на объектах строительства входного контроля качества кабельной продукции, арматуры и оборудования; к испытанию КЛ при вводе в эксплуатацию; к проведению эксплуатации и технического обслуживания КЛ (с учетом диагностики и испытаний).

Технический кодекс распространяется на все организации, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, индивидуальных предпринимателей и владельцев электрических кабельных сетей.

2 Нормативные ссылки

В техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

ТКП 211-2010 (02140) Линейно-кабельные сооружения электросвязи. Правила проектирования

ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний

ТКП 385-2012 (02230) Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения

ТКП 427-2012 (022300) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

ТКП 45-3.03-19-2006 Автомобильные дороги. Нормы проектирования

ТКП 45-3.02-69-2007 (02250) Благоустройство территорий. Озеленение. Правила проектирования и устройства

ТКП 45-2.02-92-2007 (02250) Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.03-115-2008 Метрополитен. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-2.02-142-2011 (02250) Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации

ТКП 45-1.01-159-2009 (02250) Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт

ТКП 45-1.03-161-2009 (02250) Организация строительного производства

ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) Строительство. Проектная документация. Состав и содержание

СТБ 943-2011 Грунты. Классификация

СТБ 1218-2000 Разработка и постановка продукции на производство. Термины и определения

СТБ 1306-2002 Строительство. Входной контроль продукции. Основные положения

СТБ 2331-2015 Здания и сооружения. Классификация. Основные положения

СТБ ГОСТ Р 50838-97 Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия

СТБ МЭК 60173-2001 Расцветка жил гибких кабелей и шнуров

СТБ ИЕС 60502-2-2012 Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ ($U_m = 1,2 \text{ кВ}$) до 30 кВ ($U_m = 36 \text{ кВ}$). Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ ($U_m = 7,2 \text{ кВ}$) до 30 кВ ($U_m = 36 \text{ кВ}$)

ГОСТ 2.116-84 Карта технического уровня и качества продукции

ГОСТ 9.602-2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.1.009-76 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения

ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление

ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.14-75 Система стандартов безопасности труда. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности

ГОСТ 15.309-98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 2768-84 Ацетон технический. Технические условия

ГОСТ 2990-78 Кабели, провода и шнуры. Методы испытания напряжением

ГОСТ 3345-76 Кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления изоляции

ГОСТ 7229-76 Кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления токопроводящих жил и проводников

ГОСТ 9920-89 Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки

ГОСТ 12177-79 Кабели, провода и шнуры. Метод проверки конструкции

ГОСТ 12179-76 Кабели и провод. Метод определения тангенса диэлектрических потерь

ГОСТ 13781.0-86 Муфты для силовых кабелей на напряжение до 35 кВ включительно. Общие технические условия

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия

эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 15845-80 Изделия кабельные. Термины и определения

ГОСТ 16272-79 Пленка поливинилхлоридная пластифицированная техническая. Технические условия

ГОСТ 16442-80 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией. Технические условия

ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 18690-2012 Кабели, провода, шнуры и кабельная арматура. Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение

ГОСТ 19431-84 Энергетика и электрификация. Термины и определения

ГОСТ 21027-75 Системы энергетические. Термины и определения

ГОСТ 22483-2012 (IEC 60228:2004) Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров

ГОСТ 23286-78 Кабели, провода и шнуры. Нормы толщин изоляции, оболочек и испытаний напряжением

ГОСТ 23735-79 Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 24183-80 Кабели силовые для стационарной прокладки. Общие технические условия

ГОСТ 24291-90 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения

ГОСТ 28114-89 Кабели. Метод измерения частичных разрядов

ГОСТ 29322-2014 (IEC 60038:2009) Напряжения стандартные

ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания

ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности

ГОСТ 31996-2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия

СНБ 3.03.01-98 Железные дороги колеи 1520 мм

СНИП 3.05.06-85 Электротехнические устройства

Примечания

1 При использовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по его соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

2 Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при использовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 СНБ и СНИП имеют статус технического нормативного правового акта на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

3 Термины и определения, сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины, установленные ТКП 339, ТКП 385, СТБ 1218, ГОСТ 12.1.009, ГОСТ 15.309, ГОСТ 27.002, ГОСТ 15150, ГОСТ 15845, ГОСТ 18311, ГОСТ 19431, ГОСТ 21027, ГОСТ 24291, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 аккредитация: Официальное признание органом по аккредитации компетентности юридического лица Республики Беларусь либо иностранного юридического лица в выполнении работ по оценке соответствия в определенной области аккредитации.

3.1.2 активно-адаптивная электрическая сеть: Неотъемлемая часть интеллектуальной автоматизированной электрической сети нового поколения (Smart Grid), позволяющая в режиме «online»:

- контролировать работу элементов и управляющих систем, режимов энергораспределения;

- оперативно реагировать на изменения различных параметров, обеспечивая электроснабжение потребителей с максимальной надежностью и экономической эффективностью.

3.1.3 броня кабеля: Часть защитного покрова (или защитный покров) из металлических лент или одного или нескольких повивов металлических проволок, предназначенная для защиты от внешних механических и электрических воздействий и в некоторых случаях для восприятия растягивающих усилий (броня из проволок).

3.1.4 водоблокирующие элементы: Элементы конструкции кабеля (ленты или нити), обладающие свойством многократно увеличивать свой объем при воздействии воды и препятствовать распространению воды по внутренним полостям кабеля.

3.1.5 герметизированный кабель: Кабель, содержащий водоблокирующие элементы в целях препятствия проникновению воды в кабель и ее продольному распространению.

3.1.6 горизонтальное направленное бурение: Многоэтапная технология бестраншейной прокладки подземных инженерных коммуникаций при помощи специализированных мобильных буровых установок, позволяющая вести управляемую проходку по криволинейной траектории, расширять скважину, протягивать трубопровод.

3.1.7 грозовые перенапряжения: Перенапряжения, возникающие в результате воздействия на электрическую установку разрядов молнии.

3.1.8 групповая прокладка: Несколько кабельных линий, расположенных в одной траншее, полках и конструкциях кабельных сооружений и зданий, в рядом расположенных трубах. Ряд кабелей с расстоянием по воздуху в свету между ними не более 300 мм. В одной траншее может быть проложено не более 6 кабельных линий.

3.1.9 диагностика технического состояния: Раннее выявление дефектов на работающем или выведенном из работы для обследования объекте с помощью диагностических признаков, прогнозирования развития дефектов, оценки общего состояния объекта и подготовка рекомендаций по дальнейшей его эксплуатации.

3.1.10 длительно допустимая токовая нагрузка кабельной линии: Максимальная токовая нагрузка, определяемая длительно допустимой токовой нагрузкой кабеля с учетом условий прокладки и эксплуатации (климатической зоной эксплуатации, глубиной прокладки, удельным тепловым сопротивлением грунта, наличием рядом расположенных других кабелей, наличием естественной или принудительной вентиляции при прокладке в кабельных сооружениях и т.п.).

3.1.11 длительно допустимая токовая нагрузка кабеля: Максимальная токовая нагрузка, определяемая длительно допустимой температурой изоляции из сшитого полиэтилена на поверхности токопроводящей жилы.

3.1.12 долговечность: Свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

3.1.13 заземление: Преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

3.1.14 заземлитель: Проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

3.1.15 заземляющее устройство: Совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

3.1.16 заземляющий проводник: Проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем.

3.1.17 закрытый подземный переход: Линейный участок инженерной коммуникации, включающий одну или несколько ниток трубопровода, прокладываемый бестраншейным способом под различными препятствиями и ограниченный точками начала и завершения бестраншейной прокладки.

3.1.18 защитный футляр: Труба для подземной прокладки кабелей или труб с кабелями, защищающая от внешнего воздействия и позволяющая выполнять ремонтные работы кабельной линии без вскрытия поверхности земли.

3.1.19 изготовитель: Юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, осуществляющее от своего имени производство и/или реализацию кабельной продукции или кабельной арматуры, оборудования, изделий и материалов для прокладки кабельных линий и ответственное за их соответствие требованиям безопасности и качества.

3.1.20 изоляция кабельная: Элемент кабельного изделия, предназначенный для электрического изолирования его проводниковых элементов.

3.1.21 испытание на электрическую прочность: Испытание изоляции повышенным напряжением для проверки ее электрической прочности.

3.1.22 кабель: Одна или несколько изолированных жил из металла и/или оптического волокна, заключенных в герметическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации могут быть броня и другие защитные покрытия.

3.1.23 кабель силовой: Кабель для передачи электрической энергии токами промышленной частоты.

3.1.24 кабельная арматура: Конструкции, предназначенные для соединения и оконцевания кабелей.

3.1.25 кабельная галерея: Надземное или наземное закрытое полностью или частично (например, без боковых стен) горизонтальное или наклонное протяженное проходное кабельное сооружение.

3.1.26 кабельная камера: Подземное кабельное сооружение, закрываемое глухой съёмной бетонной плитой, предназначенное для укладки кабельных муфт или для протяжки кабелей в трубных переходах (блоках).

3.1.27 кабельная конструкция: Конструкция, как правило, металлическая, предназначенная для прокладки в ней (по ней) кабелей. К кабельным конструкциям относятся: коробка ([14], п. 2.1.10), лотки ([14], п. 2.1.11) и т.д.

3.1.28 кабельная продукция: Совокупность кабельных изделий.

3.1.29 кабельная шахта: Закрытое, вертикальное, протяженное, проходное (снабженное по всей высоте скобами или лестницей) или непроходное (со съемной полностью или частично стеной или дверями (люками) на каждом этаже) сооружение, имеющее кабельные конструкции.

3.1.30 кабельная эстакада: Надземное или наземное открытое горизонтальное или наклонное протяженное кабельное сооружение. Кабельная эстакада может быть проходной или непроходной.

На непроходных эстакадах должны быть предусмотрены стационарные или из быстромонтируемых конструкций наружные площадки обслуживания.

3.1.31 кабельное изделие: Кабель, предназначенный для передачи по нему электрической энергии, электрических и оптических сигналов информации.

3.1.32 кабельное изделие базовое: Кабельное изделие, являющееся конструктивной основой для создания его модификаций.

3.1.33 кабельное изделие типовое: Кабельное изделие, принадлежащее к группе изделий близкой конструкции, обладающее наибольшим количеством конструктивных и технологических признаков этой группы.

3.1.34 кабельное сооружение: Сооружение, которое специально предназначено для размещения в нем кабелей; к кабельным сооружениям относятся туннели, каналы, блоки, трубные переходы, шахты, этажи, двойные полы, эстакады, галереи, камеры.

3.1.35 кабельный блок: Кабельное сооружение с трубами (каналами) для прокладки в них кабелей с относящимися к ним колодцами.

3.1.36 кабельный канал: Закрытое и заглубленное (частично или полностью) в грунт, пол, перекрытие и т.п. непроходное или проходное кабельное сооружение (с опорными конструкциями), предназначенное для размещения в нем кабелей и кабельных муфт, укладку, осмотр и ремонт которых возможно производить лишь при снятом перекрытии.

Кабельный канал высотой до 1,2 м включительно является непроходным.

Кабельный канал высотой до 1,8 м со свободным проходом по всей длине является проходным.

3.1.37 кабельный колодец: Подземное кабельное сооружение, имеющее люк для попадания в него, предназначенное для укладки кабельных муфт и протяжки кабелей.

3.1.38 кабельный туннель: Закрытое кабельное сооружение (коридор) с расположенными в нем опорными конструкциями для размещения на них кабелей и кабельных муфт, со свободным проходом

по всей длине, позволяющим производить прокладку кабелей, ремонты и осмотры кабельных линий.

3.1.39 кабельный этаж: Часть здания, ограниченная полом и перекрытием или покрытием, с расстоянием между полом и выступающими частями перекрытия или покрытия не менее 1,8 м.

3.1.40 карта технического уровня и качества продукции: Технический документ, содержащий сведения о технико-экономических показателях продукции, характеризующих ее качество в сравнении с лучшими отечественными и зарубежными аналогами и перспективными образцами.

3.1.41 категория кабелей по нераспространению горения: Обозначение исполнения кабелей, характеризующееся нормируемым суммарным объемом неметаллических элементов совместно проложенных кабелей, при котором после удаления источника зажигания прекращается самостоятельное горение кабелей.

Примечание – Категория А F/R – по ГОСТ МЭК 60332-3-21, категория А – по ГОСТ МЭК 60332-3-22, категория В – по ГОСТ МЭК 60332-2-23.

3.1.42 класс напряжения кабельных линий: Значение напряжения, которое используется в электрических сетях для передачи электрической энергии по кабельным линиям.

КЛ подразделяются на классы:

1) КЛ низкого класса напряжения, номинальное напряжение которых не превышает 1 кВ (далее – КЛ низкого напряжения);

2) КЛ среднего класса напряжения, номинальное напряжение которых превышает 1 кВ, но не превышает 35 кВ (далее – КЛ среднего напряжения);

3) КЛ высокого класса напряжения, номинальное напряжение которых превышает 35 кВ, но не превышает 220 кВ (далее – КЛ высокого напряжения);

4) КЛ сверхвысокого класса напряжения, номинальное напряжение которых превышает 220 кВ, но не превышает 750 кВ (далее – КЛ сверхвысокого напряжения).

В соответствии с классом КЛ различают кабели низкого напряжения, кабели среднего напряжения, кабели высокого напряжения и кабели сверхвысокого напряжения.

3.1.43 коммутационные перенапряжения: Перенапряжения, которые возникают при нормальных (оперативных) включениях и отключениях, изменениях нагрузки и авариях.

3.1.44 конкурентоспособность продукции: Способность продукции отвечать требованиям конкретного рынка на рассматриваемый период.

3.1.45 коробка концевая: Устройство, предназначенное для соединения экранов кабелей с контуром заземления (напрямую или через ОПН).

3.1.46 коробка транспозиции: Устройство, в котором осуществляется соединение экранов кабелей, называемое транспозицией.

3.1.47 линейное напряжение: Значение напряжения промышленной частоты между двумя токопроводящими жилами одной трехфазной системы.

3.1.48 линия электропередачи кабельная: Линия для передачи электроэнергии, состоящая из одного или нескольких соединенных между собой без коммутационных аппаратов параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями.

3.1.49 лоток железобетонный: Железобетонная конструкция, предназначенная для прокладки на ней кабелей; лоток является защитой от внешних механических повреждений проложенных на нем кабелей.

3.1.50 метод неразрушающего контроля: Метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению и не создаются предпосылки повреждения объекта.

3.1.51 методика испытаний: Организационно-методический документ, включающий метод испытаний, средства и условия испытаний, отбор образцов, алгоритмы выполнения операций по определению одной или нескольких взаимосвязанных характеристик свойств объекта, формы представления данных и оценивания точности, достоверности результатов, требования техники безопасности и охраны окружающей среды.

3.1.52 модернизация (выпускаемой) продукции: Разработка изделия, проводимая с целью замены выпускаемого изделия изделием с новыми или улучшенными отдельными показателями качества путем ограниченного изменения его конструкции.

3.1.53 муфта концевая: Устройство, предназначенное для оконцевания кабеля и его электрического присоединения к другим элементам электрических сетей (коммутационным аппаратам, шинам и т.д.), а также для защиты изоляции кабеля до точки присоединения.

3.1.54 муфта соединительная: Устройство, обеспечивающее соединение между двумя кабелями с целью соблюдения непрерывности цепи.

3.1.55 надежность: Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и

условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

3.1.56 напряжение максимальное U_m : Максимальное переменное напряжение сети, при котором допускается эксплуатация кабеля.

3.1.57 напряжение номинальное U : Номинальное переменное напряжение между токопроводящими жилами кабеля.

3.1.58 напряжение номинальное U_0 : Номинальное переменное напряжение между каждой из токопроводящих жил и землей, экраном или броней.

3.1.59 нераспространение горения: Способность кабеля или группы совместно проложенных кабелей самостоятельно прекращать горение после удаления источника зажигания.

3.1.60 номинальное значение: Нормируемое значение параметра, которое контролируют измерениями с учетом предельных отклонений.

3.1.61 огнезащитное кабельное покрытие: Полученный в результате огнезащитной обработки слой на поверхности кабельной линии, служащий для снижения пожарной опасности.

3.1.62 одиночная прокладка: Одиночный кабель или ряд кабелей, расстояние по воздуху в свету от которых до ближайшего кабеля превышает 300 мм.

3.1.63 орган по оценке соответствия: Орган по сертификации либо испытательная лаборатория (центр).

3.1.64 охранный зона кабельной линии электропередачи и кабельной линии связи: Участок земли вдоль подземных кабельных линий электропередачи, ограниченный вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линии от крайних кабелей на расстоянии 1 м для кабельной линии электропередачи и 2 м для кабельной линии связи, а для кабельной линии электропередачи напряжением до 1000 В, проходящей в городах под тротуарами, – на расстоянии 1 м и 0,6 м соответственно в сторону проезжей части улицы и противоположную сторону. Часть водного пространства от водной поверхности до дна вдоль подводных кабельных линий электропередачи и кабельных линий связи, ограниченного вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны линий от крайних кабелей на расстоянии 100 метров.

3.1.65 оценка соответствия: Прямое или косвенное определение соблюдения технических требований, предъявляемых к объекту оценки соответствия.

3.1.66 перегрузка кабельной линии: Превышение длительно допустимой токовой нагрузки кабеля в нормальном или аварийном режиме работы кабельной линии, не приводящее к разрушению изоляции и токопроводящей жилы.

3.1.67 переходной пункт: Подземное кабельное сооружение (специальный колодец, как правило, пластмассовый), имеющее люк для

попадания в него, предназначенное для размещения транспозиционных (или концевых) коробок и защиты их от попадания воды, влаги, пыли, грязи и т.д.

3.1.68 пероксидная сшивка полиэтилена: Химический процесс образования (при высоком давлении и температуре) поперечных связей между молекулами термопластичного полиэтилена (для улучшения его свойств) с помощью введения вулканизирующих пероксидов.

3.1.69 подтверждение соответствия: Обязательная сертификация и декларирование соответствия (обязательное подтверждение соответствия), а также добровольная сертификация (добровольное подтверждение соответствия).

3.1.70 предельно допустимая рабочая температура токопроводящей жилы: Максимальная температура на поверхности токопроводящей жилы, определяемая допустимой температурой изоляции сшитого полиэтилена.

3.1.71 предельное состояние оболочки кабеля: Фактическое состояние оболочки кабеля, при котором дальнейшая его эксплуатация недопустима и нецелесообразна из-за невозможности (нерентабельности) ее ремонта.

3.1.72 пропускная способность линии электропередачи: Наибольшая мощность, которая может быть передана по линии электропередачи, допустимая по условиям устойчивости работы энергосистемы и допустимой токовой нагрузке.

3.1.73 рабочий (расчетный) ток кабеля: Ток, определяемый электрофизическими параметрами токопроводящей жилы (для постоянного тока при температуре жилы 20 °С или для переменного тока при температуре жилы 90 °С), принятый для кабеля на стадии его проектирования.

3.1.74 самонесущий кабель: Кабель (три фазы) с несущим элементом, как правило, тросом, предназначенным для увеличения его механической прочности, крепления и подвески.

3.1.75 сертификат: Сертификат соответствия, сертификат компетентности, сертификат соответствия техническим регламентам Евразийского экономического союза либо предусмотренный Договором о Евразийском экономическом союзе сертификат соответствия, оформленный по единой форме.

3.1.76 сертификат компетентности: Документ, удостоверяющий соответствие компетентности персонала в выполнении определенных работ, оказания услуг техническим требованиям.

3.1.77 сертификат соответствия: Документ, удостоверяющий соответствие объекта оценки соответствия, за исключением компетентности персонала в выполнении определенных работ, оказании определенных услуг, техническим требованиям.

3.1.78 система защиты от перенапряжений: Совокупность мероприятий и технических средств (устройства заземления, защитные аппараты), снижающих негативное воздействие перенапряжений на электроустановки.

3.1.79 средства технического диагностирования (контроля технического состояния): Аппаратура, методы и программы, посредством которых осуществляется диагностирование (контроль технического состояния).

3.1.80 срок службы: Календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до его перехода в предельное состояние.

3.1.81 стандартное размерное отношение, SDR: Отношение номинального наружного диаметра (d_n) трубы к ее номинальной толщине стенки (e_n), $SDR = d_n/e_n$.

3.1.82 старение изоляции: Процесс накопления необратимых изменений в изоляции кабеля в результате воздействия одного или совокупности эксплуатационных факторов, приводящих к ухудшению свойств изоляции или ее отказу.

3.1.83 строительная длина кабельного изделия (строительная длина): Нормируемая длина кабельного изделия в одном отрезке (по ГОСТ 15845).

3.1.84 сшитый (вулканизированный) полиэтилен: Термореактивный материал, полученный посредством химической сшивки термопластичной композиции полиэтилена и удовлетворяющий требованиям к характеристике изоляции (см. приложение А, таблица А.5).

3.1.85 техническое обслуживание: Комплекс работ, направленных на поддержание работоспособности или исправного состояния оборудования, конструкций и устройств, их надежной, безопасной и экономичной эксплуатации, проводимых с определенной периодичностью и последовательностью.

3.1.86 тип исполнения кабеля: Кабели, характеризующиеся общей совокупностью нормированных показателей пожарной опасности.

3.1.87 транспозиция экранов кабеля: Изменение взаимного расположения экранов, токопроводящих жил разных фаз кабеля с целью компенсации электромагнитной несимметрии (токов в экране) и повышения пропускной способности.

3.1.88 трубный переход: Кабельное сооружение с трубами, для прокладки в них кабелей с относящимися к нему колодцами (или без них).

3.1.89 уплотненная жила: Многопроволочная жила, обжатая для уменьшения ее размеров и зазоров между проволоками.

3.1.90 управляемый прокол: Образование скважины в глинистых и песчаных грунтах за счет уплотнения окружающего массива грунта.

3.1.91 условия эксплуатации: Совокупность внешних возбуждающих факторов, влияющих на изделие при его эксплуатации.

3.1.92 фазное напряжение кабеля: Значение напряжения, на которое рассчитан кабель, промышленной частоты между токопроводящей жилой и заземленным металлическим экраном.

3.1.93 частичные разряды: Локализованный электрический разряд, частично шунтирующий изоляцию между проводниками, который может возникать как в прилегающих, так и в не прилегающих к проводнику объемах изоляции.

3.2 Сокращения

В настоящем техническом кодексе применяют следующие сокращения:

ВКК – высоковольтные кабельные крепления;

ВОК – волоконно-оптический кабель;

ГНБ – горизонтальное направленное бурение;

ДГР – дугогасящий реактор;

ЗПП – закрытый подземный переход;

ЗУ – заземляющее устройство;

КБ – кабельный блок;

КВЛ – кабельно-воздушная линия;

КЗ – короткое замыкание;

КК и КТ – специальные коробки концевые и транспозиционные;

КЛ – кабельная линия;

КМ – кабельная муфта;

КНС – кабеленесущие системы;

КРУ – комплектное распределительное устройство;

КРУЭ – закрытое комплектное герметизированное распределительное устройство, внутренние полости которого заполнены элегазом SF₆;

КСПЭ – кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена;

ЛЗС – лента защитно-сигнальная;

ЛЭП – линия электропередачи;

МК – муфта концевая;

МС – муфта соединительная;

НПБ – нормы пожарной безопасности;

ОЗЗ – однофазное замыкание на землю;

ОМП – определение места повреждения;

ОПН – ограничитель перенапряжения нелинейный;
ОРУ – открытое распределительное устройство;
ПБ – пожарная безопасность;
ПВХ – поливинилхлорид;
ПОС – проект организации строительства;
ППР – проект производства работ;
ПС – подстанция;
ПТБ – правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок;
ПЭ – полиэтилен;
РП – распределительный пункт;
СК – самонесущий кабель;
СМО – строительно-монтажная организация;
СПЭ – сшитый полиэтилен;
ТЗ – техническое задание;
ТП – трансформаторная подстанция;
ТПЖ – токопроводящая жила;
ТУ – технические условия;
ЭМС – электромагнитная совместимость;
ЭСО – энергоснабжающая организация;
ЦП – центр питания.

4 Общие положения

4.1 При проектировании КЛ напряжением 6–110 кВ с применением КСПЭ следует выполнять требования настоящего технического кодекса, других ТНПА и нормативно-технической документации (ПУЭ, международные стандарты, ТУ и инструкции изготовителей кабельной продукции и т.д.) в той части, в которой они не противоречат настоящему техническому кодексу.

4.2 Применяемая кабельная продукция и изделия для прокладки КЛ (КСПЭ, кабельная арматура, оборудование) должны соответствовать параметрам электрических сетей, требованиям 4.1 и иметь подтверждающие документы ее качества (сертификаты, протоколы испытаний и т.д.).

4.3 Изготовители КСПЭ должны иметь средства технологического оснащения и испытательное оборудование для серийного производства конкурентоспособной продукции.

Технологический процесс производства кабелей (на экструзионных линиях, крутильных машинах, при работе с материалами и т.д.) должен быть автоматизирован.

Следует обеспечить входной контроль материалов и комплектующих.

4.4 Оценка соответствия техническим требованиям.

4.4.1 Оценка соответствия кабельной продукции, кабельной арматуры, оборудования и узлов для КЛ должна осуществляться в соответствии с законодательством Республики Беларусь [30, 31].

4.4.2 КСПЭ и кабельную арматуру следует отнести к объектам с обязательным подтверждением соответствия.

Подтверждение соответствия КСПЭ и кабельной арматуры техническим требованиям должно проводиться в форме обязательной сертификации.

4.4.3 При оценке соответствия техническим требованиям рекомендуется учитывать следующее: гарантийные обязательства изготовителя, показатели надежности, экологические параметры, ремонтпригодность, условия поставки запасных частей (для арматуры и оборудования), безопасность применяемых изделий и материалов.

4.4.4 На КСПЭ и кабельную арматуру зарубежного производства (кроме сертификатов, протоколов, паспортов и т.д.) дополнительно должны быть представлены (на русском языке):

- стандарты изготовителя (национальные, государственные, международные, региональные);
- методика проведения контрольных испытаний (проверок соответствия техническим требованиям);
- порядок технического обслуживания (диагностирования) и ремонта.

4.5 На кабельные системы высокого напряжения (КСПЭ высокого напряжения, оснащенные кабельной арматурой) в ЭСО рекомендуется разработать типовые технические требования.

Примерный перечень основных технических требований к кабельным системам высокого напряжения приведен в приложении Б.

4.6 При проектировании кабельных электрических сетей с КСПЭ должны быть обеспечены:

- надежное и качественное электроснабжение потребителей;
- внедрение прогрессивных технических решений, обеспечивающих безаварийный процесс строительства и эксплуатации, а также снижение материалоемкости, трудоемкости, стоимости строительства и эксплуатационных затрат;
- совершенствование технологии и повышение качества строительно-монтажных работ на базе современных средств комплексной механизации и автоматизации;
- применение современных материалов, изделий, конструкций и оборудования, соответствующих ТНПА и другим нормативным документам, а также применение материалов, изделий, конструкций и оборудования, изготовленных по зарубежным нормам и стандартам,

имеющих сертификаты соответствия и другие документы, подтверждающие качество;

- безопасное техническое обслуживание и ремонт КЛ;
- внедрение современных средств технического диагностирования состояния КСПЭ, методов неразрушающего контроля;
- применение типовых конструкций и узлов кабельных сооружений;
- проведение необходимых технико-экономических расчетов;
- рациональное использование земель;
- экологическая безопасность КЛ и кабельных сооружений;
- выполнение мероприятий по охране окружающей среды, памятников истории и культуры.

4.7 Проектирование КЛ следует осуществлять по техническому заданию, на основе технических расчетов с учетом перспективы развития электрической сети, схемы ее соединений, ответственности и назначения линии (в соответствии с нормами надежности электроснабжения потребителей), характера трассы, способа прокладки, конструкции КСПЭ (кабельной арматуры) и т.д.

4.8 Трасса КЛ (по результатам изысканий) должна выбираться с учетом наименьшего расхода кабеля, обеспечивая его сохранность при механических воздействиях, защиту оболочки от химического воздействия, вибрации, перегрева и от повреждений соседних кабелей электрической дугой при возникновении КЗ на одном из КСПЭ, возможности линии с минимальными затратами по благоустройству.

4.9 КЛ среднего напряжения 6, 10 кВ относятся к сооружениям третьего класса сложности по СТБ 2331.

КЛ среднего напряжения 15, 20 кВ относятся к сооружениям третьего класса сложности.

КЛ среднего напряжения 35 кВ и высокого напряжения 110, 220 кВ относятся к сооружениям второго класса сложности.

КЛ напряжением 330 кВ и выше относятся к сооружениям первого класса сложности.

4.10 Выбор номинального напряжения КСПЭ (для КЛ среднего напряжения) следует осуществлять (с учетом раздела 7) в зависимости от исполнения электрической сети по способу заземления нейтрали.

4.11 Прокладку КСПЭ и монтаж кабельной арматуры следует производить в соответствии с проектными решениями, ППР, рекомендациями (инструкциями) изготовителей и согласно с требованиями настоящего ТКП.

4.12 Прокладка КЛ допускается после проведения входного контроля кабельной продукции, арматуры, оборудования и изделий с проверкой всех сопроводительных документов (подробно в разделе 12 и приложении В).

По результатам (положительным) проведения входного контроля следует оформление соответствующих протоколов, которые должны быть приложены к паспорту на КЛ.

4.13 Ширина полосы отвода земель при строительстве КЛ справочно может определяться проектной организацией по обращению заказчика.

4.14 На трассе КЛ, проложенной в незастроенной местности, должны быть установлены опознавательные знаки с информационными таблицами.

Трасса КЛ, проложенная по пахотным землям, должна быть обозначена знаками, устанавливаемыми не реже чем через 500 м, а также в местах изменения направления трассы. Для определения трассы КЛ могут применяться электронные маркеры.

4.15 Над подземными и подводными КЛ должны устанавливаться охранные зоны.

Охранные зоны КЛ следует использовать с соблюдением требований правил охраны электрических сетей.

4.16 Каждая КЛ должна иметь паспорт, свой номер или наименование.

4.17 Для КСПЭ, хранящихся на складах более 6 месяцев, а также для всех кабелей зарубежных фирм, применимость их в сети с определенным уровнем изоляции решается на основании осмотра, измерения элементов образцов и проведения испытаний.

5 Классификация, условные обозначения

5.1 КСПЭ классифицируют по следующим признакам, приведенным в таблице 1.

Обозначение марки КСПЭ следует формировать в зависимости от его конструкции из букв, приведенных в таблице 1.

Допускается вводить в обозначение марки КСПЭ высокого напряжения дополнительные буквы с расшифровкой их в ТУ изготовителей (или каталогах) на кабели конкретных марок.

Применение КСПЭ-аналогов зарубежных изготовителей, имеющих другое буквенное обозначение марки кабеля, должно документально подтверждаться на их соответствие требованиям настоящего технического кодекса (после аттестации согласно 4.4).

Таблица 1 – Классификация КСПЭ

№ п/п	Наименование признака	Классификационная характеристика	Буквенное обозначение
1	2	3	4
1	Материал токопроводящей жилы	Медь	Без обозначения
		Алюминий	А
2	Материал изоляции токопроводящих жил	Сшитый полиэтилен *	Пв
3	Наличие и тип брони	Не бронированные	Без обозначения
		Бронированные – броня из стальных оцинкованных лент	Б
		– броня из лент алюминия или алюминиевого сплава	Ба
		– броня из круглых стальных оцинкованных проволок	К
		– броня из круглых алюминиевых проволок или проволок алюминиевого сплава	Ка
4	Материал наружной оболочки	ПВХ пластикат, в том числе пониженной горючести или пониженной пожарной опасности	В
		ПЭ или полиэтиленовая композиция, не содержащая галогенов	П
		Усиленная оболочка из ПЭ	Пу
5	Исполнение кабеля в части показателей пожарной опасности	Не распространяющие горения при одиночной прокладке	Без обозначения
		Не распространяющие горения при групповой прокладке	нг
		– то же, по категории А F/R;	нг (А F/R)
		– то же, по категории А;	нг(А)
		– то же, по категории В;	нг (В)
		Не распространяющие горения при групповой прокладке с пониженным дымо- и газовыделением	нг (...) ** - LS
		Не распространяющие горения при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении	нг (...) ** - HF

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
6	Наличие герметизирующих элементов	Водоблокирующие ленты под медным экраном	г
		Водоблокирующие ленты под медным экраном и алюмополимерная лента поверх разделительного слоя	2г
		Водоблокирующие нити в токопроводящей жиле и/или водоблокирующие ленты поверх токопроводящей жилы	ж
7	Конструктивные исполнения токопроводящих жил	Однопроволочные	о
		Многопроволочные	м
		Круглые	к
		Секторные	с
* Полиэтилен пероксидной сшивки (иные виды сшивок полиэтилена настоящим техническим кодексом не рассматриваются).			
** В скобках указывают соответствующую категорию А F/R, А или В.			
Примечание – Классификационное буквенное обозначение выполнено с учетом [4, 5, 16–18].			

5.2 Номинальное напряжение U_0/U (U_m) устанавливают:

- для КСПЭ среднего напряжения из ряда: 3,6/6(7,2); 6/10(12); 8,7/15(17,5); 12/20(24); 18/30(36); 20/35(42) кВ;
- для КСПЭ высокого напряжения: 64/110(123) кВ.

5.3 Число токопроводящих жил:

- для КСПЭ среднего напряжения – одна (одножильное исполнение) или три (трехжильное исполнение);
- для КСПЭ высокого напряжения – одна (одножильное исполнение).

5.4 Номинальное сечение токопроводящих жил устанавливают:

- для КСПЭ среднего напряжения одножильного исполнения из ряда: 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 630, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 мм².

Номинальное сечение КСПЭ среднего напряжения трехжильного исполнения должно быть не более 400 мм²;

- для КСПЭ высокого напряжения из ряда: 150, 185, 240, 300, 350, 400, 500, 630, 800, 1000, 1200 мм².

5.5 В условное обозначение КСПЭ должны входить:

- марка кабеля, через пробел – группы цифр (через знак умножения), обозначающие число и номинальное сечение токопроводящих жил.

За цифрами, обозначающими номинальное сечение жил, добавляют буквы: «ок», «ос», «мк» или «мс». Затем через дробь указывают номинальное сечение металлического экрана;

- значение номинального напряжения U (через тире);
- обозначение технических условий на кабель конкретной марки (через пробел).

Примеры условных обозначений КСПЭ среднего напряжения приведены в таблице Г.9 (приложение Г).

6 Правила выбора КСПЭ

6.1 Выбор КСПЭ (изготовителей РБ) должен быть произведен с учетом требований настоящего технического кодекса, в соответствии ТНПА и ТУ на кабели конкретных марок по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

ТУ должны быть зарегистрированы в государственном комитете по стандартизации Республики Беларусь.

6.2 Рекомендуются в качестве типовых кабельных изделий применять КСПЭ с техническими характеристиками, не уступающими указанным в [5–7, 16].

Электрические (токовые) характеристики типовых КСПЭ среднего напряжения приведены в приложении Г.

6.3 При проектировании КЛ параметры применяемых (выбираемых) кабелей должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса и ТУ.

КСПЭ, применяемые (выбираемые) при проектировании КЛ, должны изготавливаться с учетом требований приложения А.

Конструкция и конструктивные размеры КСПЭ, значения их электрических параметров (электрических сопротивлений) и характеристик материалов приведены в таблицах приложения А:

- номинальная толщина изоляции – таблица А.1;
- номинальные значения толщины оболочки КСПЭ среднего и высокого напряжения – таблицы А.2 и А.3 соответственно;
- значения электрического сопротивления медного экрана – таблица А.4;
- характеристика материала изоляции – таблица А.5;
- характеристика материала наружной оболочки – таблица А.6.

6.4 Сечение медного экрана определяется расчетом, исходя из допустимой величины тока односекундного короткого замыкания, но не менее:

- 16 мм^2 – для КСПЭ среднего напряжения с жилами номинальным сечением $35\text{--}120 \text{ мм}^2$;

– 25 мм² – для КСПЭ среднего напряжения с жилами номинальным сечением 150–300 мм²;

– 35 мм² – для КСПЭ среднего напряжения с жилой номинальным сечением 400 мм² и более;

– 70 мм² – для КСПЭ высокого напряжения.

В таблице 2 для номинальных сечений ТПЖ приводится ряд рекомендуемых стандартных (по условиям технологии изготовления) сечений экранов для кабелей среднего и высокого напряжения.

Из этого ряда сечений, как правило, выбирается необходимое (подтвержденное расчетом) значение экрана.

Таблица 2 – Рекомендуемые сечения экранов КСПЭ в соответствии с номинальными сечениями ТПЖ

Сечение ТПЖ, мм ²	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000	1600
Сечение экрана, мм ²	16	16	16	16	25	25	25	25	-	-	-	-	-	-	
	-	25	25	25	35	35	35	35	35	50	-	-	-	-	
	-	-	35	35	50	50	50	50	50	70	70	95	95	95	120
	-	-	-	-	-	70	70	70	70	95	95	120	120	120	150
	-	-	-	-	-	-	95	95	95	120	120	150	150	150	185
	-	-	-	-	-	-	-	120	120	150	150	185	185	185	240

Допускается (при необходимости) применение в проектах КСПЭ с увеличенным сечением экранов, как правило, до 400 мм² (при обязательном согласовании с изготовителем).

7 Применение КСПЭ в электрических системах с разными режимами работы сети

7.1 Выбор конструкции КСПЭ, соответствующей режимам сети, должен производиться на этапе проектирования и определяется требованиями и методиками стандартов МЭК.

7.2 Работа электрических сетей напряжением 6–35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через ДГР или резистор.

7.3 Работа электрических сетей напряжением 110 кВ может предусматриваться как с глухозаземленной нейтралью, так и с эффективно заземленной нейтралью.

7.4 Номинальное напряжение КСПЭ для данного применения должно подходить для рабочих условий системы трехфазного переменного тока (далее – система), в которой этот кабель используется [2, 3].

Электрические системы делятся на три категории (А, В, С) в зависимости от допустимой длительности существования режима ОЗЗ:

- категория А включает системы, в которых любой фазный провод, вступающий в контакт с землей или заземленным проводником, отключается от питающей системы в течение не более одной минуты;

- категория В включает системы, которые в течение определенного времени, как правило, не более одного часа, могут работать с одной заземленной фазой. Допускается увеличение указанного времени до восьми часов (определяет ЭСО). При этом суммарная продолжительность ОЗЗ за год не должна превышать 125 ч;

- категория С включает системы, которые не относятся к категориям А и В.

7.5 КСПЭ среднего напряжения могут эксплуатироваться в электрических системах с категориями А, В и С.

Выбор номинального напряжения одножильных КСПЭ для применения в сетях (категорий А, В и С) рекомендуется производить в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Выбор одножильных КСПЭ в зависимости категории сети

Напряжение сети, кВ		Номинальное напряжение кабеля U, кВ	
номинальное U_0/U	максимальное U_m	для сетей категорий А и В	для сетей категории С
3,6/6	7,2	6	10
6/10	12	10	15
8,7/15	17,5	15	20
12/20	24	20	30
18/30	36	30	–
20/35	42	35	–

7.6 Допускается при проектировании электрических сетей сельскохозяйственного назначения напряжением 10 кВ (согласно ТКП 385) принимать (по согласованию с ЭСО) номинальное напряжение кабеля 10 кВ при электроснабжении потребителей категории 3.

7.7 Эффективное использование КСПЭ в сетях среднего напряжения должно достигаться обеспечением:

- снижения высокочастотных перенапряжений;

- ограничения времени воздействия на изоляцию из СПЭ перенапряжений промышленной частоты в переходном и установившемся режимах (как правило, современными средствами релейной защиты).

7.8 КСПЭ рекомендуется применять в кабельных сетях 6–35 кВ с заземленной нейтралью при обеспечении средствами релейной защиты, действующей на отключение при КЗ на землю.

Рекомендуется резистивное заземление нейтрали. Выбор резистора (низкоомный или высокоомный) должен осуществляться индивидуально для каждой рассматриваемой сети, с учетом обеспечения условий безопасности и экономической эффективности вариантов.

7.9 Режим заземления нейтрали через резистор, в комплексе с релейной защитой, должен гарантировать быстрое отключение поврежденного фидера при ОЗЗ и рекомендуется для выполнения кабельной сети с КСПЭ, а именно промышленной сети (с большой электродвигательной нагрузкой) и городской сети (при наличии резервирования).

Низкоомное резистивное заземление нейтрали – это заземление нейтрали через резистор, при котором суммарный ток в месте замыкания (активный ток резистора плюс емкостной ток сети) превышает 10 А. При выборе низкоомного резистивного заземления должно быть осуществлено обследование заземляющего устройства энергообъекта с целью его усиления в случае необходимости.

Высокоомное резистивное заземление нейтрали – это заземление нейтрали через резистор, при котором суммарный ток в месте замыкания (активный ток резистора плюс емкостной ток сети) не превышает 10 А. При этом заземлении нейтрали защиты от ОЗЗ, как правило, действуют на сигнал.

7.10 Допускается применять КСПЭ в сетях среднего напряжения с заземлением нейтрали через ДГР.

С целью ограничения перенапряжений, локализации развития повреждений, повышения безопасности и надежности КЛ рекомендуется применять плавно регулируемые ДГР с автоматическими регуляторами настройки компенсации.

Целесообразны плавнорегулируемые ДГР, оснащенные шунтирующим низковольтным резистором.

Следует учитывать, что при длительном сохранении режима ОЗЗ (без отключения потребителей) воздействие линейных напряжений на КСПЭ приводит к увеличению средней напряженности электрического поля в изоляции и создает условие для развития триингов в электрически ослабленных местах, а следовательно, и повышение аварийности кабельных сетей с заземленной через ДГР нейтралью.

7.11 Кабельные сети с КСПЭ среднего и высокого напряжения рекомендуется развивать как активно-адаптивные сети, в которых достигается высокая автоматизация процесса выделения поврежденного участка сети без отключения потребителей электрической энергии, путем включения резерва питания до момента отключения поврежденной линии.

8 Основные технико-эксплуатационные характеристики

8.1 Электротехнические характеристики КСПЭ

8.1.1 Тангенс угла диэлектрических потерь должен быть равен:

а) 0,001 – для КСПЭ высокого напряжения, измеренный на образцах длиной не менее 10 м при переменном напряжении 64 кВ и температуре ТПЖ (95–100) °С;

б) 0,003 – для КСПЭ среднего напряжения, измеренный на образцах длиной не менее 10 м при переменном напряжении 2 кВ и температуре ТПЖ (95–100) °С.

8.1.2 Уровень частичных разрядов КСПЭ высокого напряжения, измеренный на строительной длине при переменном напряжении 96 кВ (1,5 U_0) частотой 50 Гц, должен быть не более 5 пКл.

8.1.3 Уровень частичных разрядов КСПЭ среднего напряжения, измеренный на строительной длине при переменном значении переменного напряжения $2U_0$ частотой 50 Гц, должен быть не более 10 пКл.

8.1.4 Уровни частичных разрядов, измеренные на одних и тех же образцах КСПЭ высокого напряжения и КСПЭ среднего напряжения до и после испытания на изгиб и после воздействия циклов нагрева и охлаждения, должны быть не более 5 пКл.

8.1.5 Допустимое значение кратковременной перегрузки при прокладке в земле – 17 %, при прокладке в воздухе – 20 %.

8.1.6 Значения допустимых токов, в том числе односекундного КЗ в жиле, односекундного КЗ в экране, термической стойкости (в течение 0,5 с) и электродинамической стойкости следует принимать по данным изготовителей (с учетом требований 9.18, 9.19, 9.20).

8.1.7 Расчетные значения электрических параметров одножильных КСПЭ, а именно индуктивное сопротивление (Ом/км) при прокладке кабелей треугольником (вплотную) и в плоскости с расстоянием в свету, равным диаметру кабеля, емкость кабеля (мкФ/км), активное сопротивление (Ом/км) переменному току при температуре 90 °С и прокладке «треугольником» и в плоскости, которые зависят от конструкции конкретного кабеля (по показателям: радиус ТПЖ, диаметр кабеля, диаметр по изоляции, диаметр по полупроводящему слою, диэлектрическая проницаемость СПЭ), как правило, предоставляются изготовителем (или рассчитываются по информации изготовителя).

8.1.8 Должны быть определены диэлектрические потери в СПЭ-изоляции кабеля.

При расчете электрических параметров (индуктивность, емкость, диэлектрические потери, сопротивление жил и экранов при температуре, отличной от 20 °С) рекомендуется применять формулы, приведенные в [15].

8.2 Условия эксплуатации

8.2.1 КСПЭ предназначены для прокладки на трассах без ограничения уровней и эксплуатации в стационарном состоянии при температуре окружающей среды:

- от минус 50 °С (от минус 40 °С для КСПЭ высокого напряжения) до плюс 50 °С для КСПЭ с наружной оболочкой из ПВХ пластика и полимерной композиции, не содержащей галогенов.

- от минус 60 °С (от минус 50 °С для КСПЭ высокого напряжения) до плюс 50 °С для КСПЭ с ПЭ наружной оболочкой.

8.2.2 Длительно допустимая температура нагрева жил КСПЭ при эксплуатации должна быть не более 90 °С.

8.2.3 Допустимая температура нагрева жил КСПЭ в режиме перегрузки должна быть не более 130 °С (для КСПЭ высокого напряжения – не более 105 °С).

8.2.4 Предельно допустимая температура нагрева жил КСПЭ при КЗ должна быть не более 250 °С.

8.2.5 Предельно допустимая температура нагрева медного экрана КСПЭ при КЗ должна быть не более 350 °С.

8.2.6 Допустимая температура нагрева жил КСПЭ по условиям невозгорания при КЗ должна быть не более 400 °С.

8.2.7 Продолжительность работы КСПЭ в режиме перегрузки должна быть не более:

- 8 ч в сутки – для КСПЭ среднего напряжения;
- 100 ч за год – для КСПЭ высокого напряжения;
- 1000 ч – за срок службы.

8.2.8 Срок службы кабелей должен быть не менее 30 лет при соблюдении СМО и ЭСО условий транспортирования, хранения, прокладки (монтажа) и эксплуатации. Срок службы исчисляется с момента ввода КСПЭ в эксплуатацию при сроке их хранения не более трех лет. В других случаях срок исчисляется с даты изготовления.

8.2.9 Гарантийный срок эксплуатации должен быть не менее пяти лет. Гарантийный срок исчисляют с момента ввода КСПЭ в эксплуатацию (даты ввода), но не позднее 6 мес. с даты изготовления.

9 Выбор номинального сечения ТПЖ и экрана

9.1 Выбор сечения ТПЖ кабеля следует осуществлять по величине длительно допустимого тока, с учетом условий прокладки и поправочных коэффициентов (согласно 9.6), в нормальных, ремонтных и послеаварийных режимах.

При этом сечение ТПЖ и экрана должно обеспечивать:

- необходимую термическую стойкость КСПЭ при КЗ;

– отклонение напряжения на шинах потребителя в допустимых пределах.

Выбранные сечения ТПЖ и экрана КСПЭ должны удовлетворять всем указанным условиям.

Значение сечений ТПЖ и экрана должно быть выбрано из ряда номинальных значений, указанных в 5.4.

9.2 При выборе марки КСПЭ (с сечением ТПЖ и экрана) следует использовать техническую информацию изготовителей (конструкция и технические характеристики кабеля, расчетные значения токовых нагрузок, рекомендации по прокладке, поправочные коэффициенты и т.д.).

Расчет нагрузок (теплофизических, токовых) рекомендуется выполнять с учетом методик, указанных в [3, 8, 10–12].

9.3 Проектируемый КСПЭ должен обеспечить:

– требуемую пропускную способность КЛ по условиям эксплуатации сети с учетом перспективы ее развития;

– необходимый резерв мощности в энергосистеме в ремонтных и послеаварийных режимах.

9.4 Электрические нагрузки и максимальные значения токов КЗ проектируемой КЛ следует принимать с учетом перспективы развития сети на десять лет, считая от года ввода ее в эксплуатацию.

9.5 Длительно допустимый ток КЛ должен быть определен по пропускной способности КСПЭ (передаваемой мощности) и последующей его корректировкой по условиям эксплуатации.

Длительно допустимый ток I , А (для одной цепи, $N = 1$) следует вычислять по формуле

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

где P – передаваемая мощность, кВт;

U – номинальное напряжение, кВ;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

9.6 Длительно допустимые токи следует определять (корректировкой с помощью поправочных коэффициентов) с учетом следующих факторов (фактических условий):

– схема заземления (соединения) экранов;

– максимальная сезонная температура среды (земля, воздух, вода), в которой проложен КСПЭ;

– количество рядом проложенных кабелей и их взаимное расположение;

– наличие или отсутствие внешних источников нагрева (в т. ч. теплотрасс);

– тепловое сопротивление грунта вдоль трассы КЛ и на участке трассы с наихудшими условиями охлаждения;

– способ укладки одножильных КСПЭ («треугольником» или «в плоскости») и расстояние между центрами фаз;

– условия теплоотвода (наличие или отсутствие принудительной вентиляции в кабельных сооружениях, размеры кабельных каналов, воздействие солнечной радиации и т. д.);

– способ прокладки КСПЭ (открытая прокладка, в земле, в кабельных сооружениях, с использованием технологии ГНБ и т. д.);

– глубина прокладки КСПЭ в земле (траншее);

– прокладка КСПЭ в земле в трубах с длиной более 10 м;

– коэффициент среднесуточного заполнения графика нагрузки (Кн).

9.7 Длительно допустимая токовая нагрузка КЛ, прокладываемой по трассе с различными условиями охлаждения, должна выбираться по участку (участкам) трассы с худшими условиями охлаждения, если его длина составляет более 10 м.

9.8 При наличии несимметричной нагрузки по фазам КСПЭ выбор ТПЖ и экранов должен осуществляться для наиболее загруженной фазы.

9.9 Проектом следует определить оптимальный вариант, позволяющий минимизировать затраты на сооружение и эксплуатацию КЛ.

9.10 Обоснование способа заземления экранов КСПЭ и/или объединения экранов (для КСПЭ среднего напряжения) рекомендуется выполнить на первом этапе выбора сечения ТПЖ и экрана кабеля (на стадии технико-экономического сравнения вариантов и 9.11).

9.11 Как правило, выбор сечения ТПЖ и экрана производится в два этапа.

9.11.1 На первом этапе (до проведения изыскательских работ) выбор сечения ТПЖ и экрана следует выполнять с учетом условий по 9.6, а также на основании результатов расчетов перспективных токовых нагрузок, токов КЗ.

При отсутствии необходимых исходных данных допускается принимать следующие значения:

а) температура окружающей среды:

– плюс 15 °С – при прокладке в земле для летнего периода;

– плюс 5 °С – при прокладке в земле для осенне-зимнего периода;

– плюс 25 °С – при открытой прокладке (в воздухе) для летнего периода;

– плюс 5 °С – при открытой прокладке (в воздухе) для осенне-зимнего периода;

б) значение коэффициента нагрузки (Кн), как правило, принимается равным 1,0. Коэффициент нагрузки может быть принят равным 0,8 (или другим) при наличии обоснования с анализом графика электрической нагрузки;

в) глубина прокладки в земле:

- 0,7 м – для КСПЭ среднего напряжения (до 20 кВ);
- 1,0 м – для КСПЭ среднего напряжения (35 кВ);
- 1,5 м – для КСПЭ высокого напряжения;

г) удельное тепловое сопротивление грунта – 1,8 К·м/Вт;

д) продолжительность КЗ – 1 с.

Значение продолжительности КЗ (1 с) следует откорректировать в соответствии с имеющимися данными о работе релейной защиты сети (в соответствии с 1.1.5 ГОСТ 30323), после этого (по откорректированному значению продолжительности КЗ) должны пересчитываться допустимые токи КЗ (согласно 9.19).

9.11.2 На втором этапе (после проведения изыскательских работ, окончательного определения трассы КЛ и способа прокладки КСПЭ) выбор сечения ТПЖ и экрана следует выполнять с учетом условий по 9.6, а также на основании результатов уточненных расчетов перспективных токовых нагрузок и токов КЗ.

Продолжительность КЗ следует уточнить и принять соответствующей работе основной и резервной релейной защиты проектируемой КЛ (по ГОСТ 30323).

9.11.3 На каждом этапе выбор сечения ТПЖ и экрана следует выполнять для наиболее тяжелых условий работы кабеля с учетом сезонных изменений электрической нагрузки и температуры: для летнего и осенне-зимнего сезона.

9.12 Значения сезонных расчетных температур грунта на глубине прокладки КСПЭ допускается принимать, °С:

- а) плюс 15 – в летний сезон;
- б) плюс 5 – в осенне-зимний сезон.

В зависимости от местонахождения объекта строительства КЛ указанные значения уточняются.

9.13 При групповой прокладке КСПЭ в воздухе следует применять поправочные коэффициенты, приведенные в документации изготовителя.

В случае отсутствия необходимых сведений в документации изготовителя допускается руководствоваться [12].

9.14 При проверке сечения ТПЖ и экрана по термическому воздействию расчетную точку КЗ следует принимать согласно ГОСТ 30323 (1.1.4).

Как правило, в качестве расчетной точки принимают точку КЗ в начале кабеля (если несколько кабелей в фазе, то в начале каждого кабеля).

Номинальное сечение экрана КСПЭ (по 6.4), как правило, выбирают по допустимому току КЗ экрана с учетом:

а) для КСПЭ среднего напряжения в сети с нейтралью, заземленной через резистор, и отключаемых в автоматическом режиме – по максимальному току, наведенному в экране при протекании сквозного тока по ТПЖ от трехфазного КЗ за КЛ (на одном из концов КСПЭ);

б) для КСПЭ среднего напряжения с другими режимами работы сети – по току, протекающему в экране, при одновременном замыкании на землю различных фаз в двух разных точках схемы;

в) для КСПЭ высокого напряжения – по току однофазного КЗ.

9.15 Допустимые токи односекундного КЗ для жилы рассчитываются исходя из начальной температуры ТПЖ кабеля, равной 90 °С и конечной температуры 250 °С.

При наличии соответствующего обоснования допускается применять допустимые односекундные токи КЗ, рассчитанные при начальной температуре жилы, отличной от 90 °С.

9.16 Для номинального значения сечения медного экрана допустимые токи односекундного КЗ рассчитываются исходя из начальной температуры экрана равной 80 °С, и конечной температуры экрана 350 °С.

Применение начальной температуры экрана, отличной от 80 °С, должно быть обосновано.

9.17 Значения допустимых токов односекундного КЗ (для ТПЖ и медного экрана), расчетной плотности тока (для ТПЖ), а также величину номинального сечения КСПЭ следует принимать по данным (ТУ или каталогов) изготовителей с учетом требований 9.15 и 9.16.

9.18 Для сечений медных экранов, отличных от номинальных значений, допустимый ток односекундного короткого замыкания $I_{кз}$, А, вычисляют по формуле

$$I_{кз}^{доп} = K \cdot S_э,$$

где $S_э$ – номинальное сечение медного экрана, мм²;
 K – коэффициент, равный 0,178 кА/мм² либо рекомендованный изготовителем с учетом требований 9.16.

9.19 Для продолжительности КЗ, отличающейся от 1 с, значение допустимого односекундного тока КЗ необходимо умножать на поправочный коэффициент K_t , рассчитанный по формуле

$$K_t = \frac{1}{\sqrt{t}},$$

где t – продолжительность короткого замыкания, с.

9.20 Способы крепления КСПЭ следует проверять расчетом на допустимые токи КЗ по показателям электродинамической стойкости.

Узлы крепления КСПЭ должны выдерживать динамические ударные нагрузки, вызванные протеканием в кабелях токов КЗ, обеспечив тем самым сохранность их оболочки.

Динамические нагрузки между проводниками в режиме КЗ следует вычислять по формуле

$$F = \frac{0,2}{S} \cdot (I_{уд})^2,$$

где F – наибольшая сила, действующая на кабель при КЗ, кН/м;
 S – расстояние между осями кабелей, мм;
 $I_{уд}$ – ударный ток КЗ, кА.

Ударный ток КЗ вычисляют по формуле

$$I_{уд} = 2,5 \cdot I_{кз},$$

где $I_{уд}$ – ударный ток КЗ, кА;
 $I_{кз}$ – ток КЗ, кА.

10 Заземление кабельных линий. Способы заземления экранов. Защита от перенапряжения

10.1 Общие положения

10.1.1 Защитные меры по условиям электробезопасности для КЛ с КСПЭ следует выполнять в соответствии с ТКП 339 (4.3) и ГОСТ 12.1.030.

Схема соединения экранов одножильных и трехжильных КСПЭ определяется режимом заземления нейтрали, режимом работы электрической сети, направлением потока мощности по кабелю (при наличии исходных данных), токами сквозных КЗ.

10.1.2 КЛ с КСПЭ высокого напряжения должны быть заземлены согласно ТКП 339 (4.3.6), а КЛ с КСПЭ среднего напряжения – согласно ТКП 339 (4.3.7).

Для КСПЭ среднего напряжения должна быть предусмотрена возможность быстрого отыскания замыканий на землю.

Защита от замыканий на землю должна устанавливаться с действием на отключение в тех случаях, в которых это необходимо по условиям безопасности.

10.1.3 Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции на КЛ с КСПЭ должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- защитное автоматическое отключение питания;
- выравнивание потенциалов.

10.1.4 Требования защиты при косвенном прикосновении должны распространяться на следующие элементы КЛ:

- кабельные конструкции, кабельные муфты, экраны и броню КСПЭ, лотки, короба, струны, тросы и полосы, на которых укреплены КСПЭ, другие металлоконструкции;
- концевые, транспозиционные коробки и т.д.

10.1.5 Режим однофазного КЗ является расчетным для КЛ высокого напряжения в сетях с глухо и эффективно заземленной нейтралью.

10.1.6 Режим трехфазного (или двойного) КЗ является расчетным для КЛ среднего напряжения с однофазными КСПЭ в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью.

Расчет токов в экранах КСПЭ при двойном КЗ рекомендуется выполнять по разработанной методике и [23].

10.2 Заземляющие устройства кабельных линий

10.2.1 Заземляющее устройство КЛ высокого напряжения (ЗУвн).

10.2.1.1 ЗУ электроустановок высокого напряжения (согласно ТКП 339) следует выполнять с соблюдением требований либо к их сопротивлению, либо к напряжению прикосновения, а также с соблюдением требований к конструктивному выполнению и к ограничению напряжения на заземляющем устройстве.

10.2.1.2 ЗУвн, которое выполняется с соблюдением требований к его сопротивлению, должно иметь в любое время года сопротивление не более 0,5 Ом с учетом сопротивления естественных и искусственных заземлителей.

10.2.1.3 ЗУвн, выполняемое с соблюдением требований, предъявляемых к напряжению прикосновения, должно обеспечивать в любое время года, при стекании с него тока замыкания, значений напряжения прикосновения, не превышающих нормированных значений (приведены в таблице 4).

Таблица 4 – Предельно допустимые напряжения прикосновения

Нормируемая величина	Продолжительность воздействия тока, с, не более					
	До 0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,0-5,0
Предельно допустимое напряжение прикосновения, В	500	400	200	130	100	65

Сопротивление ЗУвн при этом определяется по допустимому напряжению на заземляющем устройстве и току замыкания на землю.

10.2.1.4 При определении значения допустимого напряжения прикосновения в качестве расчетного времени воздействия следует принимать сумму времени действия защиты и полного времени отключения выключателя.

10.2.1.5 Рекомендуется схему соединения и заземления экранов КСПЭ выполнять такой, чтобы напряжение промышленной частоты на экране относительно земли не превышало:

- 100 В – в нормальном режиме работы [15];
- 5 кВ – при КЗ в сети [21].

10.2.1.6 Напряжение на разомкнутом конце экрана относительно земли не должно превышать 25 В. Если это требование не выполняется, то должны быть приняты меры (например, установлены специальные концевые коробки, ограничивающие доступ к экрану кабеля), а все работы, связанные с прикосновением кабелей, должны выполняться только на отключенном кабеле [21].

10.2.2 Заземляющие устройства КЛ среднего напряжения (ЗУсн).

10.2.2.1 Сопротивление ЗУсн следует определять в соответствии с ТКП 339 (4.3.7.1).

В любое время года с учетом сопротивления естественных заземлителей ЗУсн должно быть не более 10 Ом.

10.2.2.2 Допускается принимать следующие значения напряжений ЗУсн при стечении с него расчетного тока замыкания на землю:

- не более 250 В – при использовании ЗУсн только для КЛ среднего напряжения;
- не более 125 В – при использовании ЗУсн одновременно для электроустановки до 1000 В.

При резистивном заземлении нейтрали следует руководствоваться п. 5.3 [34].

10.2.2.3 Предельно допустимые значения напряжения прикосновения (согласно ГОСТ 12.1.038) рекомендуется определять для времени его воздействия при наличии защиты, действующей на отключение, как суммы времени действия основной защиты и/или полного времени отключения выключателя.

При отсутствии такой защиты время воздействия тока следует принимать более 1 с.

10.2.2.4 В случае заземления экрана и брони (при наличии) КСПЭ на подстанциях напряжением 6–10/0,4 кВ должно быть выполнено одно общее заземляющее устройство для подстанции и кабеля.

10.3 Основные требования по выполнению заземлений

10.3.1 Металлические экраны и броня КСПЭ, кабельные конструкции, на которых прокладываются кабели, концевые и транспозиционные коробки, металлические оболочки оборудования (осветительного, вентиляционного и т.д.) кабельных сооружений, устройства защиты от перенапряжений (ОПН, разрядники) и другие элементы КЛ должны быть заземлены.

10.3.2 Материал, конструкция и размеры заземлителей и заземляющих проводников должны обеспечивать устойчивость к механическим, химическим и термическим воздействиям в течение всего периода эксплуатации КЛ.

Сечение металлического экрана КСПЭ, параметры (материал, размеры) заземляющих проводников и заземлителей (с сечением не менее указанных в ТКП 339) следует выбирать по условию температуры нагрева при КЗ (по условию устойчивости к КЗ).

10.3.3 Прокладка КЛ с применением одножильных КСПЭ должна проводиться при соблюдении следующих основных требований (в части заземления металлических экранов):

- экран каждой фазы одножильных КСПЭ должен быть заземлен (по крайней мере в одной точке);

- выбор оптимальных параметров КСПЭ (в том числе сечение ТПЖ и экранов) и способа заземления экранов должен обеспечить необходимую пропускную способность при минимальных потерях электрической энергии (мощности) в экранах и соблюдении норм электробезопасности;

- способы заземления (схемы заземления) КСПЭ среднего и КСПЭ высокого напряжения должны быть технически обоснованы.

10.3.4 Экраны КСПЭ среднего напряжения, как правило, заземляются на обоих концах КЛ (в начале и конце кабельной линии).

10.3.5 Заземляющие проводники от экранов и концевых (или транспозиционных) коробок следует присоединять к заземляющему устройству подстанции или переходного пункта.

10.3.6 В переходных пунктах (специальных кабельных колодцах) должно быть выполнено заземляющее устройство (с системой выравнивания потенциалов).

10.3.7 При заземлении КСПЭ экран и броня (при наличии) должны быть соединены между собой и гибкими медными проводниками с корпусами муфт.

10.3.8 На кабельно-воздушных линиях экран и броню КСПЭ (через концевую муфту) следует присоединять к общему заземляющему устройству опоры и защитных аппаратов (ОПН, разрядники), установленных на опоре.

10.3.9 Кабельные вставки в ВЛ должны быть защищены по обоим концам кабеля от грозовых перенапряжений защитными аппаратами. Заземляющий зажим защитных аппаратов, экраны КСПЭ, корпус кабельной муфты должны быть соединены между собой по кратчайшему пути. Заземляющий зажим аппарата защиты должен быть соединен с заземлителем отдельным проводником.

10.3.10 Для заземления металлических элементов КЛ (опорных конструкций, КСПЭ, муфт) в колодце кабельного блока (не имеющего ЗУсн) допускается прокладывать из колодца, имеющего ЗУсн, круглую сталь диаметром не менее 10 мм в свободном от кабеля канале блока.

10.3.11 Заземление опор с СК следует выполнять по нормам воздушных линий электропередачи напряжением 10 кВ, принятым ТКП 339, по условиям прохождения ВЛ по ненаселенной местности.

10.4 Способы заземления экранов одножильных КСПЭ

10.4.1 Заземление металлических экранов одножильных КСПЭ следует выполнять для обеспечения структуры (равномерности) электрического поля, воздействующего на изоляцию кабеля.

10.4.2 Способы заземления экранов (основные):

- а) заземление с одного конца КСПЭ (одностороннее заземление);
- б) заземление с двух концов КСПЭ (двустороннее заземление);
- в) заземление с двух концов КСПЭ с использованием полного цикла транспозиции.

Основные схемы соединения и заземления экранов однофазных КСПЭ напряжением 6–110 кВ приведены на рисунках 1–3.

10.4.3 Одностороннее заземление экрана

10.4.3.1 При одностороннем заземлении экрана отсутствуют продольные токи (так как «экран электрически разорван»). Незначительные потери в экране обусловлены только вихревыми токами, которые на тепловой режим эксплуатации КСПЭ не влияют.

Схема 1

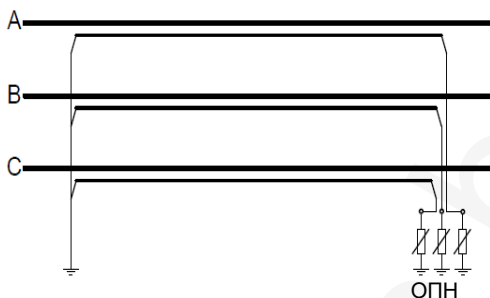


Рисунок 1 – Схема заземления экранов с одного конца

10.4.3.2 Одностороннее заземление экрана КСПЭ применяется, как правило, при прокладке КЛ высокого напряжения небольшой протяженности (не более 1 км, максимальная длина должна быть проверена расчетом).

10.4.3.3 При одностороннем заземлении соединение металлических экранов фаз КСПЭ должно быть выполнено по схеме 1 (см. рисунок 1):

- на одном конце КЛ металлические экраны фаз соединяются между собой и заземляются на общем заземляющем устройстве с нормируемым сопротивлением (R_{Σ});

- на втором конце КЛ металлические экраны фаз заземляются через ОПН, при этом металлические экраны различных фаз не соединяются между собой.

10.4.3.4 На экране КСПЭ (при отсутствии продольных токов в экранах) наводится напряжение промышленной частоты относительно земли в нормальном режиме и при КЗ.

Наибольшее напряжение на экране КСПЭ относительно земли возникает непосредственно на незаземленном или заземленном через ОПН конце экрана.

10.4.3.5 Наибольшее значение напряжения на экране КСПЭ относительно земли должно быть определено в симметричном (при протекании рабочего тока или тока трехфазного КЗ) и в несимметричном (при протекании тока однофазного КЗ) режимах.

Действующее значение напряжения на экране относительно земли при КЗ не должно превышать 5 кВ.

10.4.3.6 Во время эксплуатации КЛ запрещается проводить работы на КСПЭ с возможным прикосновением к оболочке и экрану, при напряжении на экране более 25 В.

10.4.3.7 Наведенный потенциал (напряжение промышленной частоты) на незаземленном конце экрана КСПЭ относительно земли вычисляются по формуле

$$E = I \cdot X_{\text{э}},$$

где E – наведенный потенциал экрана, В/км;
 I – ток протекающий по жиле, А;
 $X_{\text{э}}$ – индуктивное сопротивление кабеля, Ом/км.

10.4.3.8 Наибольшее напряжение на экране кабеля относительно земли при ОЗЗ рекомендуется вычислять по формуле, приведенной в [21].

10.4.3.9 Для снижения напряжений, электрических потерь (из-за протекания продольных токов в экранах) и увеличения длины КЛ высокого напряжения с односторонне заземленным экраном рекомендуется параллельно КСПЭ прокладывать двусторонне заземленную шину (дополнительный провод заземления – ДПЗ).

10.4.3.10 Выбор сечения ДПЗ должен быть произведен по ее механической и термической стойкости.

10.4.3.11 ДПЗ должен быть проложен в непосредственной близости от силовых КСПЭ (одножильных фаз кабелей).

Рекомендуется транспозиция ДПЗ в середине КЛ.

10.4.4 Двустороннее заземление экрана

10.4.4.1 Двустороннее заземление экрана КСПЭ показано на схеме 2 (см. рисунок 2). При заземлении экрана с двух сторон по нему протекает ток, соизмеримый с током жилы кабеля. Протекание тока по экрану в рабочем режиме вызывает дополнительные потери мощности и нагрев кабеля. Результирующие потери в кабеле равны сумме потерь в жиле и в экране.

Схема 2

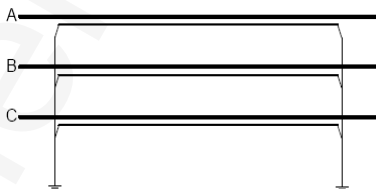


Рисунок 2 – Схема заземления экранов с двух концов

10.4.4.2 При эксплуатации трехфазной группы однофазных КСПЭ следует принимать меры по снижению токов в экранах в нормальном симметричном режиме работы кабеля, а также при внешних (по отношению к кабелю) КЗ.

10.4.4.3 Как правило, двустороннее заземление экрана КСПЭ применяют в кабельных сетях среднего напряжения.

10.4.4.4 Для снижения потерь в экранах при их заземлении с двух сторон рекомендуется прокладка КЛ с расположением одножильных КСПЭ «треугольником».

10.4.4.5 Эффективным способом снижения токов внутренних КЗ в КСПЭ кабельных сетей 6–10 кВ является объединение экранов одножильных КСПЭ («скрутка экранов»), без заземления в общей точке [23]. «Скрутку экранов» следует выполнять в каждой соединительной муфте для образования параллельных ветвей растекания токов КЗ через экраны фаз, не затронутых повреждением.

10.4.4.6 Решение о применении заземления экранов с двух сторон на КЛ высокого напряжения должно быть технически обосновано с учетом коэффициента использования пропускной способности КСПЭ.

Как правило, длина КЛ высокого напряжения не превышает 0,5 км.

10.4.5 Заземление с транспозицией экранов

10.4.5.1 Заземление экранов КСПЭ с обоих концов с применением транспозиции используется на протяженных (длина более 1 км) кабельных линиях среднего и высокого напряжения.

Для КСПЭ высокого напряжения, как правило, применяют схему 3 (см. рисунок 3) с полным циклом транспозиции (двумя узлами транспозиции).

В узлах транспозиции (коробках транспозиционных) следует устанавливать ОПН.

При разделении КЛ (в том числе экранов) с применением КТ на одинаковые участки в симметричном режиме работы (при сдвиге токов в фазах на 120°) токи в экранах отсутствуют (или незначительны).

10.4.5.2 В режиме ОЗЗ ток в экране может достигать 65 % от тока в жиле поврежденной фазы [21].

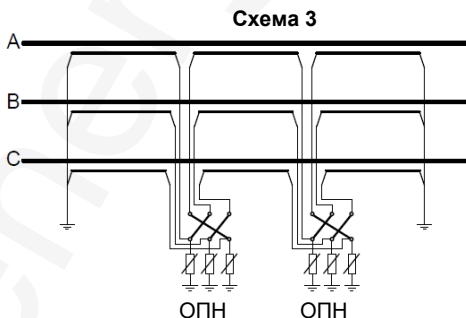


Рисунок 3 – Схема заземления экранов с полным циклом транспозиции

10.4.5.3 При использовании транспозиции наибольшее напряжение на изоляции экранов достигается в узлах транспозиции.

10.4.5.4 Действующее значение напряжения в узле транспозиции относительно земли при КЗ не должно превышать 5 кВ. Если это требование не выполняется, то следует увеличить число циклов транспозиции (N).

10.4.5.5 В кабельных сетях 6–10 кВ транспозицию экранов рекомендуется выполнять на соединительных муфтах (без КТ).

10.4.5.6 В местах «сопряжения» участков КЛ рекомендуется устанавливать специальные соединительные муфты с выводами экранов наружу (муфты транспозиционные – МТ).

10.4.5.7 Экраны КСПЭ следует вывести из МТ и завести в КТ при помощи изолированного соединительного кабеля, применяемого для прокладки в земле. Рекомендуемое номинальное напряжение соединительного кабеля – 10 кВ.

Сечение соединительного кабеля должно быть на одну ступень больше сечения экрана КСПЭ.

10.4.5.8 КТ рекомендуется размещать вблизи (расстояние – не более 10 м) трассы КЛ. Расстояние более 10 м должно быть обосновано.

10.4.5.9 Контур заземления узлов транспозиции должен обеспечить электробезопасность людей и животных, находящихся вблизи КТ.

10.4.6 Модификации основных способов заземления экранов

10.4.6.1 Эффективными мерами снижения токов в экранах являются секционирование экранов и/или транспозиция экранов.

Допускается (в целях увеличения длины, уменьшения потерь, по технико-экономическим показателям) применять модификации основных способов заземления экранов, в том числе их комбинации и многократные повторения.

10.4.6.2 Рекомендуемые способы заземления экранов:

а) способ деления экранов на несколько отдельных секций (секционирование экранов), каждая из которых заземляется только один раз.

Способ секционирования экранов с «согласным расположением секций» показан на схеме 4 (см. рисунок 4).

При согласном секционировании экранов напряжение на экране относительно земли снижается прямо пропорционально числу секций.

Способ рекомендуется на длинных КЛ высокого напряжения (от 5 до 10 км);

Схема 4

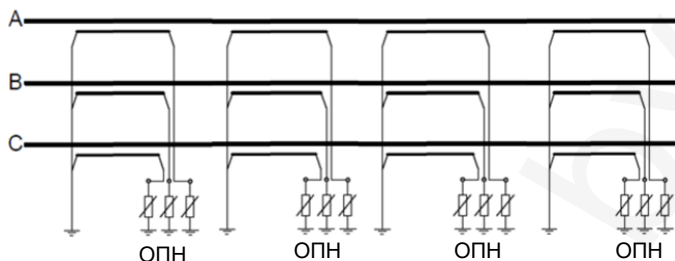


Рисунок 4 – Разделение экранов на $K = 4$ отдельных секций, каждая из которых заземлена только один раз

б) способ заземления экранов с двойным (или более двух) полным циклом транспозиции.

Способ с двойным полным циклом транспозиции показан на схеме 5 (см. рисунок 5).

Рекомендуется участки КЛ между узлами транспозиции выполнять одной длины (или приблизительно одной длины). Выбор числа полных циклов транспозиции должен быть технико-экономически обоснован.

Способ рекомендуется на КЛ высокого напряжения длиной более 10 км;

Схема 5

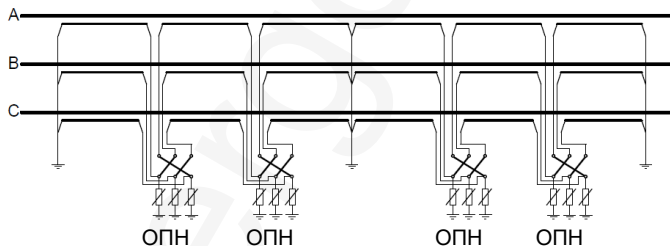


Рисунок 5 – Заземление экранов с двойным ($N = 2$) полным циклом транспозиции и заземлением средней точки

в) способ секционирования экрана со «встречным расположением секций».

При этом способе экраны КСПЭ заземляются в начале и конце КЛ (обеспечивается требование электробезопасности) и «рассекаются» для уменьшения потерь в середине КЛ без их заземления (или заземления через ОПН);

г) заземление экранов с неполным циклом транспозиции.

При этом способе заземления экранов КСПЭ один пункт транспозиции делит трассу КЛ на два участка примерно равной длины. Неполный цикл транспозиции применяется, когда способ одностороннего заземления экранов (согласно 10.4.3) не удовлетворяет нормам из-за повышенного напряжения на экране относительно земли, а способ с полным циклом транспозиции (согласно 10.4.5) не целесообразен.

10.4.6.3 Рекомендуется в местах разземления экранов в схемах при одностороннем заземлении (схемы 1 и 4) и транспозиции (схемы 3 и 5) устанавливать ОПН.

ОПН служат для защиты изоляции КСПЭ от импульсных перенапряжений и не предназначены для ограничения повышенных напряжений промышленной частоты.

10.4.6.4 Соединение экранов фаз КСПЭ с контуром заземления (напрямую или с транспозицией), как правило, выполняют через специальные электромонтажные коробки – концевые и транспозиционные.

В КК и КТ (при необходимости) устанавливаются ОПН.

КК и КТ должны быть заводского изготовления (выполнены согласно ТУ).

10.4.6.5 КК и КТ должны быть герметичными. Не рекомендуется вскрывать КК и КТ во время эксплуатации.

Коробки могут быть вскрыты при необходимости выполнения специальных работ (в том числе испытаний). После проведения работ (перед дальнейшей эксплуатацией) КК и КТ должны быть закрыты и проверены на герметичность.

10.4.6.6 КК и КТ размещаются по трассе КЛ, как правило, в специальных колодцах, защищенных от проникновения посторонних лиц.

Колодцы должны обеспечить:

- удобство осмотра КК (или КТ);
- размещение КК (или КТ) в верхней части колодца с целью ограничения попадания грунтовых и дождевых вод;
- удобство подключения экранов и возможную замену ОПН.

10.4.6.7 Кабельные муфты и вводы должны быть смонтированы и заземлены в соответствии с инструкцией изготовителя оборудования.

10.4.6.8 Заземление экранов двух или более КСПЭ в каждой фазе должно быть выполнено одним и тем же способом для каждого кабеля фазы.

10.4.6.9 Сечение экрана КСПЭ и заземляющих проводников должно соответствовать уровню токов КЗ и длительности их протекания.

Плотность тока в экране не должна превышать значений (0,15–0,17) кА/мм² [21].

10.5 Защита КСПЭ от импульсных перенапряжений. Выбор ОПН

10.5.1 Требование по защите КЛ (оболочек одножильных КСПЭ) от импульсных перенапряжений (грозовых, коммутационных) должно быть выполнено с применением ОПН.

10.5.2 ОПН устанавливают, как правило, на незаземленном конце экрана и узлах транспозиции КСПЭ высокого напряжения в КК и КТ.

10.5.3 Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ОПН ($U_{нро}$) согласно [21] должно удовлетворять условию

$$U_{нро} \geq \frac{U_э}{K_H(t_{кз})},$$

где $U_э$ – наибольшее напряжение промышленной частоты на экране относительно земли при КЗ (принято 5 кВ);
 $K_H(t_{кз})$ – допустимая кратность повышения напряжения на ОПН (для КСПЭ высокого напряжения значения $K_H(t_{кз})$ приведены в [21]).

10.5.4 Удельную энергию ОПН, включаемых в цепи заземления экранов КСПЭ высокого напряжения, рекомендуется принимать 2–3 кДж/кВ;

10.5.5 Как правило, в кабельных сетях 6–110 кВ применяют ОПН класса 6 кВ с рабочим напряжением 7,2 кВ.

11 Области применения КСПЭ с учетом условий прокладки и конструкции

11.1 Проектируемые КСПЭ (марка кабелей) должны быть выбраны с учетом рекомендаций настоящего технического кодекса и в соответствии с технико-экономическими показателями.

11.2 Общие условия при прокладке КЛ

11.2.1 Для КЛ, прокладываемых по трассам, проходящим в различных грунтах и условиях окружающей среды, выбор конструкций и сечений КСПЭ следует производить по участку с наиболее тяжелыми условиями, если длина участков с более легкими условиями не превышает строительной длины кабеля.

При значительной длине отдельных участков трассы с различными условиями прокладки для каждого из них рекомендуется выбирать соответствующие конструкции и сечения КСПЭ.

КСПЭ должны быть стойкими к механическим воздействиям при прокладке во всех типах грунтов, при протяжке в блоках и трубах, а также

стойкими к тепловым и механическим воздействиям при эксплуатационно-ремонтных работах.

11.2.2 Для КЛ напряжением 6–10 кВ, за исключением подводных, допускается применение КСПЭ разных сечений, но не более трех при условии, что длина наименьшего отрезка не менее 20 м.

Использование маломерных отрезков КСПЭ для сооружения протяженных кабельных линий не допускается.

11.2.3 Небронированные КСПЭ должны обладать необходимой стойкостью к механическим воздействиям при прокладке во всех видах грунтов, при протяжке в блоках и трубах, а также стойкостью по отношению к тепловым и механическим воздействиям при эксплуатационно-ремонтных работах.

11.2.4 В кабельных сооружениях и производственных помещениях при отсутствии опасности механических повреждений в эксплуатации рекомендуется прокладывать небронированные КСПЭ, а при наличии опасности механических повреждений в эксплуатации должны применяться бронированные КСПЭ или выполняться защита их от механических повреждений.

11.2.5 Вне кабельных сооружений допускается прокладка небронированных КСПЭ на недоступной высоте (не менее 2 м). На меньшей высоте прокладка небронированных КСПЭ допускается при условии защиты их от механических повреждений (коробами, защитными кожухами, угловой сталью, швеллерами, трубами и т.п.).

11.2.6 При смешанной прокладке (земля – кабельное сооружение или производственное помещение) следует применять те же марки КСПЭ, что и для прокладки в земле, но с наружными оболочками из материала, не распространяющего горение.

Как правило, выходы КСПЭ среднего напряжения из ТП (РП) на опоры ВЛ и кабельные вставки в ВЛ выполняют небронированными трехжильными КСПЭ с механической защитой на опоре.

Допускается (по согласованию с ЭСО) упомянутые выходы и вставки выполнять небронированными одножильными КСПЭ.

11.2.7 Для открытой прокладки следует применять КСПЭ с наружной оболочкой из материала, не распространяющего горение.

11.2.8 Анतिकоррозионные покрытия металлических поверхностей, по которым прокладываются КСПЭ, должны быть негорючими.

Металлические конструкции, на которые укладываются КСПЭ, должны быть выполнены таким образом, чтобы исключалась возможность повреждения кабелей острыми краями, заусенцами и т. д.

11.2.9 В местах пересечения КЛ болот КСПЭ должны выбираться с учетом геологических условий, а также механических воздействий.

В местах пересечения КЛ ручьев, их пойм и канав при открытой прокладке рекомендуется применять бронированные КСПЭ с защитой их трубами (полимерными, асбестоцементными, керамическими).

11.2.10 Для подводных КЛ рекомендуется применять КСПЭ с буквами «г» и «2г» (при применении метода ГНБ), а также бронированные одножильные КСПЭ (типа ПвКаП2г, ПвКаП2гж, АПвКаП2г, АПвКа2гж) одной строительной длины.

При прокладке КЛ через небольшие несудоходные и не плавные реки (вместе с затопляемой поймой) не более 100 м, с устойчивым руслом и дном допускается применение КСПЭ с броней из лент.

11.3 Области применения КСПЭ с учетом их конструкции

11.3.1 В кабельных распределительных электрических сетях КСПЭ следует применять (в первую очередь) при необходимости:

- передать большую электрическую мощность;
- обеспечить высокий уровень надежности электроснабжения;
- выполнить проект КЛ на сложных участках трассы и с большой разностью высот (уровней прокладки);
- использовать технологию ГНБ;
- обеспечить требования экологической и пожарной безопасности.

11.3.2 Рекомендуемые области применения КСПЭ различного конструктивного исполнения для прокладки в земле и кабельных сооружениях должны быть указаны изготовителем в ТУ на кабели конкретных марок.

11.3.3 Основные марки базовых КСПЭ и рекомендуемые области их применения приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Рекомендуемые области применения КСПЭ

Марка базового КСПЭ	Рекомендуемая область применения
1	2
ПвП, АПвП	Прокладка в земле (траншее или бетонных лотках), в том числе в грунтах с высокой коррозионной активностью, на воздухе*, в кабельных сооружениях и производственных помещениях при условии обеспечения требований ПБ
ПвПу, АПвПу	То же, для прокладки на трассах сложной конфигурации**
ПвВ, АПвВ	Одиночная прокладка в кабельных сооружениях и производственных помещениях, а также в земле (траншее) с сухими грунтами***
ПвВг, АПвВг	Одиночная прокладка в сырых кабельных сооружениях и каналах, а также в земле (траншее) с нормальными грунтами

Окончание таблицы 5

1	2
ПвВнг, АПвВнг	Групповая прокладка в кабельных сооружениях, производственных помещениях и на открытом воздухе
ПвБП, АПвБП	Прокладка в земле (траншее), где возможны механические воздействия на кабель, за исключением по трассе КЛ мест с пучинистыми и просадочными грунтами
ПвКП, АПвКП	Прокладка в земле (траншее), в том числе при воздействии на кабель значительных растягивающих усилий
ПвБВ, АПвБВ	Одиночная прокладка в кабельных сооружениях, производственных помещениях, а также в земле (траншее), где возможны механические воздействия на кабель
ПвКВ, АПвКВ	То же, в том числе при воздействии на кабель значительных растягивающих усилий
ПвПнг-LS, АПвВнг-LS	Групповая прокладка в кабельных сооружениях и производственных помещениях, в которых установлены требования к плотности дыма при пожаре
ПвПнг-НФ, АПвПнг-НФ	Групповая прокладка в кабельных сооружениях и производственных помещениях, в которых расположена аппаратура, чувствительная к коррозии и токсичным продуктам горения
* Прокладка КСПЭ на воздухе должна выполняться при условии защиты от солнечной радиации. Допускается прокладка на воздухе (без защиты от солнечной радиации) КСПЭ с оболочкой из полиэтилена или полимерной композиции, не распространяющей горение. ** К сложным участкам трасс (сложная конфигурация) относятся: а) участки трасс с более чем четырьмя поворотами под углом свыше 30°; б) прямолинейные участки с более чем четырьмя переходами в трубах длиной более 20 м или более чем двумя переходами в трубах длиной более 40 м; в) с поворотами, влияющими на допустимое усилие тяжения для КСПЭ высокого напряжения. *** К сухим грунтам относятся песок, песчано-глинистая и нормальная почва с влажностью менее 14 %.	

11.3.4 КСПЭ с оболочкой из полиэтилена и полимерной композиции с буквой «г» или «2г» следует применять при прокладке в земле независимо от степени коррозионной активности, грунтах с повышенной влажностью, сырых сооружениях при соблюдении мер, исключающих механические повреждения кабеля.

При прокладке в грунтах (по СТБ 943) с высокой степенью водонасыщения (влажности) рекомендуется прокладка КСПЭ с дополнительной герметизацией жилы с буквами «гж». Допускается прокладка данного КСПЭ в воде (по согласованию с изготовителем кабеля) при условии защиты от внешних механических воздействий.

11.3.5 КСПЭ с броней из круглых стальных проволок марок ПвКП2г и АПвКП2г рекомендуется прокладывать в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов, на сложных участках трассы, где в процессе эксплуатации возможны растягивающие усилия, в районах,

подверженных смещению почвы, а также в насыпных и болотистых грунтах.

11.3.6 В городских условиях при прокладке КЛ в земле следует применять КСПЭ с буквой «у».

11.3.7 На электростанциях, в ОРУ подстанций рекомендуется применять КСПЭ с броней из стальной ленты (буква «Б» в маркировке кабеля) и с наружной оболочкой из материала, не распространяющего горение.

В помещениях допускается применение небронированных КСПЭ.

11.3.8 В кабельных блоках и трубных переходах следует прокладывать небронированные КСПЭ.

Рекомендуется в кабельных блоках применять трехжильные КСПЭ.

11.3.9 При прокладке КЛ по железнодорожным и автомобильным мостам с интенсивным движением транспорта рекомендуется применять бронированные КСПЭ с усиленной наружной оболочкой.

11.3.10 Трехжильные КСПЭ рекомендуется применять при групповой прокладке, на несложных (по количеству углов поворота и труб) участках трассы КЛ и ее протяженностью, не превышающей строительной длины кабеля.

В остальных случаях применять в проектах трехжильные КСПЭ следует при технико-экономическом обосновании (в сравнении с одножильными КСПЭ того же сечения) по следующим показателям:

- пропускная способность;
- выбор трассы КЛ (в зависимости от допустимых радиусов поворота);
- количество соединительных муфт (строительная длина у трехжильного КСПЭ на стандартном барабане меньше);
- условия эксплуатации;
- требования к надежности электроснабжения;
- заземление КЛ (в том числе с учетом транспозиции экранов для одножильных КСПЭ);
- экономическая целесообразность.

11.3.11 Для электроснабжения объектов, находящихся в парковых зонах и заповедниках (без вырубki просек), стесненных городских условиях (где прокладка ВЛ и КЛ трудновыполнима) и т.д. допускается подвеска СК по опорам ВЛ на несущем стальном тросе.

При проектировании и строительстве ЛЭП с применением СК следует руководствоваться требованиями ТКП 339 (для ВЛ) и технической документацией изготовителя.

11.3.12 Запрещается применять КСПЭ (при прокладке и эксплуатации) в местах с агрессивной средой, химические вещества

которой (в соответствии с приложением Д) оказывают разрушающее воздействие на наружную оболочку КСПЭ.

КСПЭ должны быть защищены от воздействия химических веществ, имеющих неудовлетворительную либо ограниченную устойчивость к материалу наружной оболочки, или должна быть изменена трасса КСПЭ (или условия прокладки).

11.3.13 Выбор конструкции КСПЭ должен осуществляться в зависимости от режима работы сети (в соответствии с разделом 7).

11.3.14 Не рекомендуется использовать одножильные КСПЭ и кабели с пропитанной бумажной изоляцией в одной кабельной линии.

12 Входной контроль кабельной продукции, кабельной арматуры и оборудования на объектах строительства

12.1 Входной контроль КСПЭ (в том числе СК), кабельной арматуры, оборудования, конструкций (в том числе ПЭ трубы), изделий (в том числе ЛЗС) для строительства КЛ (далее – продукция для КЛ) должен осуществляться в соответствии с СТБ 1306 и требованиями настоящего технического кодекса.

12.2 Входной контроль продукции для КЛ осуществляется с целью:

- проверки соответствия технологических (конструктивных) параметров КСПЭ, кабельной арматуры и оборудования проектной документации и ТУ (или ГОСТ), используемых изготовителем;
- предотвращения передачи в монтаж, при строительстве и капитальных ремонтах, продукции в неудовлетворительном техническом состоянии;
- предъявления рекламаций для выполнения договорных обязательств и обеспечения поставок продукции требуемого уровня качества;
- обеспечения однозначности взаимного признания результатов оценки качества продукции изготовителем (поставщиком) и потребителем одними и теми же методами, по одним и тем же методам контроля;
- проверки конструктивных параметров продукции на соответствие требованиям заказчика.

12.3 Входной контроль продукции для КЛ должен предусматривать следующее:

- идентификация КСПЭ и кабельной арматуры;
- анализ сопроводительной документации, удостоверяющей качество и комплектность;

– проверка КСПЭ, кабельной арматуры и их элементов на соответствие их физических и электротехнических параметров ТНПА (ТУ, ГОСТ, СТБ, ТКП и т.д.);

– регистрация проверенной продукции в журнале входного контроля.

12.4 В проектной документации (как правило, пояснительной записке) должны быть отражены основные требования по проведению входного контроля продукции для КЛ (в соответствии с приложением В).

Указанные требования по проведению входного контроля продукции для КЛ следует учитывать при разработке технологических карт (типовых технологических карт).

12.5 Входной контроль зарубежной продукции для КЛ следует проводить с учетом 4.4.4.

13 Прокладка кабельных линий

13.1 Общие указания

13.1.1 Прокладка КСПЭ должна проводиться по проектной документации, разработанной в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса, [14], СНиП, инструкций изготовителей кабельной продукции и кабельной арматуры, действующих нормативных документов (СТП, типовых решений, технологических карт и т.д.), а также ППР.

На КСПЭ высокого напряжения проектную документацию рекомендуется согласовывать с изготовителями кабеля и кабельной арматуры; кроме того, с изготовителем кабеля рекомендуется согласовывать ППР на его прокладку.

Организация строительного производства кабельных сооружений проводится, как правило, с учетом требований ТКП 45-1.03-161, а разработка проектной документации – с учетом требований ТКП 45-1.01-295.

13.1.2 Организация и проведение строительно-монтажных работ по прокладке КСПЭ с применением необходимого оборудования, приспособлений и инструментов должны выполняться в соответствии с приложением Е.

13.1.3 Разработка траншей для прокладки КЛ, котлованов для монтажа муфт, кабельных колодцев, заземляющих устройств и т.д., прокладка КСПЭ в готовую траншею, засыпка траншей и котлованов, планировка местности вдоль трассы КЛ, расчистка просек (с корчевкой пней), как правило, производятся механизированным способом с применением машин, механизмов и средств малой механизации.

13.1.4 Основные требования по хранению и транспортированию барабанов с КСПЭ приведены в приложении Е, при этом следует дополнительно руководствоваться инструкциями изготовителей.

13.1.5 Между специалистами, производящими протяжку КСПЭ по трассе КЛ, должна быть организована надежная связь (телефонная, рация и т.д.).

13.2 Условия и требования по прокладке КСПЭ

13.2.1 Трасса КЛ, способ прокладки и строительные длины КСПЭ должны быть выбраны таким образом, чтобы при протяжке КСПЭ не было превышено допустимое усилие тяжения и допустимое радиальное давление (на изгибах трассы).

Усилия тяжения при прокладке КСПЭ должны быть рассчитаны при проектировании КЛ и учтены при заказе строительных длин.

При разработке ППР рекомендуется дополнительно проводить проверку тяжений и, при необходимости, корректировать заказываемые длины.

13.2.2 Допустимые усилия тяжения F , H , по трассе прокладки должны быть не более значений, рассчитанных по формуле

$$F = S \cdot \sigma,$$

где S – суммарное сечение жил кабеля, мм^2 ;

σ – допустимая напряженность в жиле кабеля, равная 30 Н/мм^2 для алюминиевых жил и 50 Н/мм^2 – для медных жил.

13.2.3 При расчете допустимого усилия тяжения за оболочку трехжильного КСПЭ необходимо учитывать сечение трех жил, а при одновременной протяжке трех одножильных КСПЭ среднего напряжения – сечение одной жилы.

13.2.4 При расчете допустимых усилий тяжений КСПЭ должны быть учтены следующие параметры трассы КЛ:

- разность уровня (или без разности уровня) трассы;
- наклон трассы;
- изгиб трассы, с учетом коэффициента трения и допустимого радиального давления (зависят от характера протяжки – в трубах, по роликам, в том числе угловым и т.д.).

13.2.5 Допустимые осевые и радиальные нагрузки, возникающие при тяжении кабеля.

13.2.5.1 При проектировании трассы КЛ строительные длины КСПЭ должны быть выбраны таким образом, чтобы при протяжке кабеля не было превышено допустимое усилие тяжения.

13.2.5.2 Расчет усилий тяжения F , H должен производиться по следующей методике (с приведенными формулами):

а) для прямого участка трассы КЛ без разности уровней:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot L \cdot \mu,$$

где M – вес кабеля, кг/м ;

L – длина кабеля, м;
 μ – коэффициент трения;

б) для прямого участка трассы КЛ с разницей высот:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot L \cdot (\mu \cdot \cos \beta \pm \sin \beta),$$

где β – угол наклона трассы
«+» – при протяжке кабеля снизу вверх;
«-» – при протяжке кабеля сверху вниз.

13.2.5.3 При изгибах трассы следует учитывать увеличение усилия тяжения на коэффициент, зависящий от угла изгиба и коэффициента трения.

Усилие на выходе изгиба F_E , Н вычисляют по формуле

$$F_E = F_A \cdot e^{\mu \alpha},$$

где F_A – усилие на входе изгиба;
 e – основание натурального числа логарифма, равно 2,718;
 α – угол изгиба, радиан;
 μ – коэффициент трения, ориентировочная величина которого составляет:
0,20–0,30 – при протяжке по роликам;
0,40–0,60 – при протяжке в бетонные блоки;
0,10–0,25 – при протяжке в пластмассовые трубы со смазкой.

13.2.5.4 При протягивании КСПЭ по изгибам следует учитывать радиально направленную силу (радиальное давление), F_r , Н/м, величина которой зависит от усилия тяжения, радиуса изгиба и угла изгиба.

В общем виде формула для вычисления F_r приведена в [15].

Допускается, при значении α от 0 до 90°, вычислять радиальное давление, F_r , Н/м, по формуле

$$F_r = \frac{F}{r},$$

где F – усилие тяжения кабеля, Н;
 r – радиус изгиба, м.

13.2.5.5 Максимально допустимое радиальное давление для небронированного КСПЭ составляет, не более:

- 1000 Н/м – при протягивании в трубах;
- 1500 Н/м – при протягивании через угловой ролик;
- при использовании системы роликов: 7500 Н/м, при установке пяти роликов на 1 м длины;

– при использовании системы роликов: 4500 Н/м, при установке трех роликов на 1 м длины.

13.2.5.6 Максимально допустимое радиальное давление для бронированного КСПЭ составляет, не более:

– 1500 Н/м – при протягивании в трубах;

– 2500 Н/м – при протягивании через угловой ролик;

– при использовании системы роликов: 12500 Н/м, при установке пяти роликов на 1 м длины;

– при использовании системы роликов: 7500 Н/м, при установке трех роликов на 1 м длины.

13.2.6 Радиус изгиба при прокладке КСПЭ среднего напряжения должен быть не менее 15 наружных диаметров для одножильных кабелей, 12 наружных диаметров для трехжильных кабелей (конкретное число следует уточнять по данным завода-изготовителя) и 15 наружных диаметров для СК.

Радиус изгиба при прокладке КСПЭ высокого напряжения должен быть не менее его 15 наружных диаметров.

Допускается при использовании специального шаблона и подогрева КСПЭ (в месте изгиба) до температуры не ниже плюс 20 °С выполнять прокладку кабеля с радиусом изгиба не менее 7,5 наружных диаметров кабеля.

13.2.7 КСПЭ должны быть уложены «змейкой» с запасом по длине 1–2 % для компенсации температурных деформаций кабелей и конструкций, а также смещения почвы. Укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается.

13.2.8 В местах установки соединительных муфт КСПЭ следует укладывать с необходимым запасом, достаточным для их монтажа, а также устройства компенсатора (при необходимости).

Места соединения КСПЭ рекомендуется располагать в один ряд. Допускается сдвиг мест соединений фазных КСПЭ кабельной линии на расстояние не более 2 м (для КСПЭ среднего напряжения) и не более 5 м (для КСПЭ высокого напряжения), что определяется проектным решением.

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

13.2.10 Для монтажа соединительных муфт на трассе КЛ должны быть подготовлены котлованы, соосные с траншеей.

Размеры котлована следует выбирать (при проектировании) в зависимости от напряжения КСПЭ, сечения, количества цепей и т.д., а также конкретных условий.

13.2.11 Одножильные КСПЭ, не связанные «в треугольник», следует прокладывать так, чтобы вокруг них не было замкнутых металлических контуров из магнитных материалов.

Запрещается прокладка одножильной фазы КСПЭ (или двух фаз КСПЭ) трехфазной КЛ внутри трубы из магнитного материала (стальной, чугунной).

Не следует применять бандажи, крепежные и иные изделия (скобы, хомуты, манжеты, экраны и т.д.), охватывающие одножильные КСПЭ по замкнутому контуру.

Бирки к КСПЭ рекомендуется крепить капроновыми, пластмассовыми нитями или проволоками из немагнитных материалов (нержавеющей стали, меди).

13.2.12 Крепление одножильных КСПЭ трех фаз с расположением «в треугольник» должно быть выполнено лентами, стяжками, хомутами и скобами по всей длине КЛ из немагнитных материалов с шагом 1–1,5 м (на изгибах трассы – не более 1 м). Тип, конструкция и материал крепления определяются при проектировании.

Кабели, не связанные «в треугольник», следует закреплять на конструкциях с шагом 1–1,5 м.

13.2.13 Крепление КСПЭ следует выполнять таким образом, чтобы исключить деформацию кабеля и муфт под действием собственного веса, а также от действия механических напряжений, возникающих при циклах нагрева и охлаждения и электромагнитных взаимодействиях во время протекания токов КЗ.

13.2.14 Для крепления КСПЭ высокого напряжения к конструкциям в кабельных сооружениях рекомендуется применять высоковольтные кабельные крепления промышленного производства (изготовленные по ТУ).

Конструктивное выполнение ВКК с рекомендуемыми размерами приведено на рисунке Ж.1 (приложение Ж).

ВКК следует изготавливать из специальных полимеров, как правило, из полиамида, с ребрами жесткости для обеспечения механической прочности и стойкости к ударным нагрузкам. Они должны быть рассчитаны на длительный срок эксплуатации в условиях внутренней и наружной установки.

ВКК должно быть стойким к атмосферным воздействиям (в том числе солнечной радиации, ультрафиолетовому излучению, озону), воздействиям нефтепродуктов (бензина, масел и т.д.).

13.2.15 Допускается при креплении одно-трехжильных КСПЭ среднего напряжения в кабельных сооружениях, зданиях, на опорах ВЛ и других конструкциях использовать ВКК.

13.2.16 В стесненных условиях рекомендуется применять двухуровневое крепление КСПЭ с использованием специальных узлов крепления и полок (приведены в приложении Ж).

13.3 Способы прокладки КЛ

13.3.1 При выборе способов прокладки КЛ следует руководствоваться настоящим техническим кодексом и [14].

13.3.2 КЛ с применением КСПЭ могут быть проложены одним из следующих способов:

а) с применением технологии бестраншейной прокладки (ГНБ, управляемый прокол, продавливание);

б) в земле (приложения К и Л):

- 1) траншее непосредственно в грунте;
- 2) траншее в бетонных лотках (как правило, КЛ среднего напряжения 35 кВ и высокого напряжения);
- 3) в трубах, уложенных в траншею;

в) в кабельных сооружениях (приложение М), в том числе:

- 1) наземных (в галереях, эстакадах);
- 2) подземных проходных (в коллекторах, туннелях, шахтах, этажах или подвалах зданий, кабельных камерах);
- 3) подземных непроходных (в блоках, каналах, трубных переходах);

г) в зданиях энергетических объектов и производственных помещениях:

- 1) с применением кабеленесущих систем [22];
- 2) в кабельных конструкциях (лотках, коробах);
- 3) в двойных полах;
- 4) в трубах;

д) по опорам ВЛ с применением СК.

13.3.3 Прокладка КСПЭ среднего напряжения совместно с другими кабелями (в том числе с другими силовыми кабелями напряжением до и выше 1000 В, кабелями связи, контрольными и т.д.) в туннелях, по эстакадам и в галереях рекомендуется при количестве КЛ (или кабелей) более 20 (в том числе одножильные КСПЭ среднего напряжения, расположенные «в плоскости»), идущих в одном направлении.

Прокладка КСПЭ высокого напряжения в туннелях, по эстакадам и галереям рекомендуется при трех и более КЛ, идущих в одном направлении.

Кабели в кабельных сооружениях рекомендуется прокладывать целыми строительными длинами, избегая применения МС.

13.3.4 Прокладку КСПЭ (совместно с другими кабелями) в кабельных блоках допускается применять в условиях большой стесненности по

трассе, в местах пересечений с железнодорожными путями и проездами, при вероятности разлива металла и т.п.

Не следует применять КБ для прокладки КСПЭ высокого напряжения.

Рекомендуется в КБ совместная прокладка кабелей (в том числе КСПЭ среднего напряжения, силовых низковольтных, контрольных и др.), идущих в одном направлении, при большом количестве КЛ (от 15 до 25 каналов труб в блоке) и невозможности (или нецелесообразности по технико-экономическим показателям) строительства туннеля, коллектора, эстакады, галереи.

13.3.5 При прокладке в земле следует в одной траншее прокладывать не более:

- шести КЛ с расположением одножильных КСПЭ среднего напряжения «в треугольник», скрепленных по всей длине;
- трех КЛ с расположением одножильных КСПЭ среднего напряжения «в плоскости»;
- четырех–шести КЛ (для КЛ с разным расположением одножильных КСПЭ среднего напряжения, а также КЛ с КСПЭ среднего напряжения и другими кабелями, в том числе силовыми низкого напряжения, связи и т.д.);
- двух КЛ высокого напряжения.

При большем количестве КЛ они прокладываются, как правило, в отдельных траншеях.

Максимальное количество КСПЭ в траншее при проектировании конкретного объекта рекомендуется принимать с учетом характеристик прокладываемых КЛ по показателям надежности, безопасности, параметров кабелей (напряжения, сечения), расположения одножильных КСПЭ и т.д.

13.3.6 На территориях электростанций, подстанций и распределительных устройств рекомендуется прокладывать КСПЭ в туннелях, галереях, наземных железобетонных лотках, трубных переходах, по эстакаде, в трубах, каналах, коробах.

На территориях электростанций общей мощностью до 25 МВт допускается прокладка КСПЭ в траншеях.

13.3.7 На территориях промышленных предприятий КСПЭ допускается прокладывать любым удобным способом.

13.3.8 При выборе способов прокладки КСПЭ по территории городов должны учитываться первоначальные капитальные затраты и затраты, связанные с производством эксплуатационно-ремонтных работ, а также удобство и экономичность обслуживания сооружений.

В городах одиночные КЛ, как правило, прокладывают в земле (в траншеях) по непроезжей части улиц (под тротуарами), по дворам и техническим полосам в виде газонов.

По улицам и площадям городов, насыщенных подземными коммуникациями, прокладку КСПЭ рекомендуется выполнять в кабельных туннелях, блоках или трубах, проложенных, как правило, с применением технологии ГНБ.

13.3.9 Внутри зданий и в производственных помещениях КЛ следует прокладывать по кабельным конструкциям, в трубах, каналах, шахтах, кабельных этажах, двойных полах.

Рекомендуется применение КНС по типовым конструкторским решениям с расчетом предельно допустимых механических нагрузок.

13.3.10 КЛ должны выполняться таким образом, чтобы в процессе монтажа и эксплуатации было исключено возникновение в них опасных механических напряжений и повреждений, для чего:

- КСПЭ, проложенные вертикально по конструкциям, опорам ВЛ и стенам, должны быть закреплены так, чтобы была предотвращена деформация оболочек и не нарушались соединения жил в муфтах под действием собственного веса кабелей (выполнять с учетом 13.2.12, 13.2.13, 13.2.14);

- КСПЭ (в том числе бронированные), расположенные в местах, где возможны механические повреждения (передвижение автотранспорта, механизмов и грузов, доступность для посторонних лиц), должны быть защищены на высоте не менее 2 м уровня пола или земли и на 0,3 м в земле.

13.3.11 Выбор трассы КЛ, способа прокладки КСПЭ, глубины заложения (при прокладке в земле), расположения и расстояние между ними и другими КЛ, способов механической защиты кабелей (в том числе сигнализации об их наличии) и т.д. должен быть сделан с учетом допустимых токовых нагрузок.

13.3.12 Все параметры КЛ должны быть указаны в проекте.

13.4 Сооружение ЗПП с применением технологии бестраншейной прокладки

13.4.1 Для бестраншейного перехода КЛ (в трубах, защитных футлярах) под препятствиями в зависимости от количества прокладываемых КСПЭ, класса (категории) грунта следует применять технологии ГНБ (основной метод), управляемого прокола, продавливания.

При прокладке КЛ преимущественным (основным) методом уложения ЗПП является ГНБ.

Устройство ЗПП методом ГНБ под коммуникациями, к которым предъявляются дополнительные требования по устройству оснований под ними (по составу, по коэффициенту уплотнения и т.д.), следует дополнительно согласовывать с владельцами коммуникаций.

13.4.2 Метод управляемого прокола рекомендуется применять в дисперсных грунтах для прокладки защитных футляров малых

диаметров (до 300 мм) через автомобильные и железные дороги, магистральные улицы.

Управляемый прокол не следует использовать при неглубоком заложении футляра во избежание нарушения полотна дороги.

13.4.3 С целью обеспечения сохранности насыпи и полотна дороги целесообразно применять метод продавливания.

Метод продавливания, как правило, осуществляется с применением гидродомкратов.

13.4.4 Инженерные изыскания для строительства ЗПП кабельной линии под действующими транспортными магистралями, железными дорогами, улицами, реками и другими преградами бестраншейными технологиями должны предусматривать комплексное изучение природных условий района строительства для получения необходимых и достаточных материалов для проектирования перехода.

13.4.5 Инженерные изыскания должны включать инженерно-геодезические и, при необходимости, инженерно-геологические изыскания.

13.4.6 Прокладка ЗПП кабельных линий методом ГНБ.

13.4.6.1 Метод ГНБ относится к бестраншейным способам строительства и подразумевает прокладку коммуникационного трубопровода в подземном пространстве без нарушения дневной поверхности или с минимальным проведением земляных работ (например, при необходимости возведения стартового и приемного котлованов) [25].

13.4.6.2 Области эффективного применения метода ГНБ является прокладка ЗПП (в том числе трубных переходов) при строительстве КЛ в условиях плотной городской застройки и наличия преград, а именно:

- под реками, озерами, каналами, болотами, оврагами, лесными и парковыми массивами;
- под действующими автомобильными и железными дорогами (приложение Н), трамвайными путями;
- под улицами, площадями;
- при пересечении подземных коммуникаций;
- на территории промышленных предприятий в условиях действующего производства;
- в охранных зонах метрополитена, высоковольтных ВЛ, магистральных газопроводов и нефтепродуктопроводов;
- вблизи или на территории памятников истории и архитектуры.

13.4.6.3 Не рекомендуется прокладка КЛ методом ГНБ в водонасыщенных грунтах (плывунах) и рыхлых песках из-за сложности создания стабильного бурового канала.

13.4.6.4 Проект ЗПП, сооружаемого методом ГНБ, должен являться составной частью проекта по прокладке КЛ. Основанием для проектирования ЗПП является задание на разработку проекта по прокладке КЛ объекта.

13.4.6.5 Рабочие характеристики установки ГНБ (максимальный крутящий момент, сила протяжки) следует выбирать с учетом геологических условий, длины бурения и конечного диаметра расширения скважины.

13.4.6.6 Трассу ЗПП кабельной линии при пересечении сооружений железных и автомобильных дорог, улиц, водных препятствий, существующих коммуникаций и т.п. рекомендуется выполнять с углом пересечения от 75 до 90°.

Если ситуационно-топографические условия этого не позволяют, то пересечения допускается выполнить в доступных (для применения ГНБ) технологических коридорах, при условии согласования со всеми заинтересованными организациями.

13.4.6.7 Расстояние в свету между буровым каналом и верхним покрытием автодороги, подошвой рельсов железной дороги или трамвайных путей, основанием насыпи, фундаментом, конструкцией подземного сооружения должно быть более 1 м.

13.4.6.8 Трубный переход кабельной линии с одножильными КСПЭ через железную дорогу (кроме электрифицированной и подлежащей электрификации) методом ГНБ рекомендуется выполнять в металлическом (стальном) защитном футляре.

Технические решения по применению защитного футляра должны быть согласованы со службами, эксплуатирующими железную дорогу.

Внутренний диаметр стального футляра должен быть больше наружного диаметра пакета из четырех полимерных труб (три трубы – для фазных КСПЭ, плюс одна труба – резервная) – не менее чем на 20 %.

Как правило, глубина прокладки ЗПП от подошвы рельса или верха покрытия дороги, а при наличии насыпи – от ее подошвы до верха футляра принимается не менее 1,5 м – при производстве работ методом ГНБ и продавливанием и не менее 2,5 м – методом управляемого прокола.

Количество резервных труб в ЗПП определяется в каждом конкретном случае индивидуально по согласованию с заказчиком и эксплуатирующими службами, но должно быть не менее значений, приведенных в 13.6.1.9.

13.4.6.9 Трубный переход через трамвайные пути следует выполнять в изолированных защитных футлярах (как правило, полиэтиленовых).

13.4.6.10 Как правило, зазор между защитным футляром и затянутыми в него полимерными трубами бетонируется. Бетонирование

зазора улучшает охлаждение КСПЭ и ослабляет механическую нагрузку на полимерные трубы.

13.4.6.11 Трубный переход через автомобильные дороги классов «автомагистраль», «скоростные автомобильные дороги» по ГОСТ 45-3.03-19, а также обычные автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием, магистральные улицы общегородского значения рекомендуется выполнять в стальном защитном футляре.

Технические решения по применению защитного футляра должны быть согласованы со службами, эксплуатирующими автомобильную дорогу.

Допускается после оценки поверхностных деформаций по [25] и согласования с заинтересованными организациями прокладывать пакет труб через автомобильные дороги методом ГНБ без защитного футляра. Количество резервных труб определяет ЭСО.

Глубина заложения труб должна определяться расчетом, но не менее 1,0 м.

13.4.6.12 Проектирование КЛ вблизи метрополитена (при необходимости прокладки КСПЭ) следует осуществлять с учетом требований ТКП 45-3.03-115.

Прокладка КЛ под тоннелями метрополитена не допускается.

13.4.6.13 Для выполнения ЗПП кабельной линии методом ГНБ, как правило, применяют полимерные трубы.

13.4.6.14 В качестве защитных футляров в зависимости от условий строительства и экономической целесообразности применяются стальные трубы соответствующих ГОСТ, указанных в 7.5.2.4 [25].

Защитные футляры должны удовлетворять условиям прочности и долговечности.

13.4.6.15 Для прокладки КЛ с КСПЭ, как правило, применяют ПЭ трубы.

Рекомендуется использовать ПЭ трубы низкого давления (ПНД) по [20].

Допускается применение полимерных труб из материалов: полипропилена (ПП), полиэтилена повышенной термостойкости (PE-RT), полимерной композиции Протекторфлекс после освоения промышленностью полной номенклатуры диаметров изделий, необходимых для прокладки КЛ 6–110 кВ, и технико-экономическом обосновании, либо из других полимерных материалов соответствующего качества.

Трубы Протекторфлекс [37] применяют, как правило, при длине трубного перехода более 60 м. Выбор марки трубы Протекторфлекс (наименование и техническая характеристика) – согласно технической документации изготовителя.

13.4.6.16 Материал ПЭ трубы должен быть термостабилен при температуре 200 °С в течение не менее 20 мин.

13.4.6.17 При протягивании трубопроводов в крупнообломочных и гравийно-галечниковых грунтах рекомендуется применять трубы с защитной (полипропиленовой, стеклопластиковой и др.) оболочкой.

13.4.6.18 Строительство ЗПП кабельных линий методом ГНБ следует выполнять прокладкой кабелей в предварительно протянутых вслед за расширителем полиэтиленовых трубах-оболочках.

13.4.6.19 Трубы-оболочки (для одножильных КСПЭ), протягиваемые в буровой канал, формируются в виде пакета.

Диаметры труб-оболочек, объединяемых в одном пакете, рекомендуется принимать:

- от 160 мм – при прокладке КСПЭ среднего напряжения до 20 кВ;
- от 250 до 280 мм – при прокладке КСПЭ среднего напряжения 35 кВ и КСПЭ высокого напряжения.

13.4.6.20 Допускается применение труб меньшего диаметра (определяется проектом) при обеспечении регламентированных [14] расстояний в свету между КСПЭ и согласованием их с ЭСО.

Во всех случаях номинальные диаметры труб (d_n) следует принимать не менее:

- 1,5 d_n (но не менее 63 мм для КСПЭ среднего напряжения и не менее 150 мм для КСПЭ высокого напряжения) на ЗПП длиной до 12 м;
- 2 d_n (но не менее 110 мм для КСПЭ среднего напряжения и не менее 225 мм для КСПЭ высокого напряжения) на ЗПП длиной более 12 м.

13.4.6.21 Кабельные трубы-оболочки, протягиваемые пакетом, должны быть выведены на поверхность земли. Вдоль выхода труб разрабатывается шурф для стыкования кабелей перехода с основной линией. Трубы-оболочки должны обрезаться на уровне дна шурфа и закрываться водонепроницаемой манжетой.

13.4.6.22 При выполнении подземного перехода методом ГНБ должны применяться полиэтиленовые трубы из материала марок ПЭ80 (длительная прочность 8,0–9,99 МПа) или ПЭ100 (длительная прочность 10,0–11,19 МПа), с SDR из ряда: 9; 11; 13,6; 17; 17,6; 21 и диаметрами, указанными в 13.4.6.19 и 13.4.6.20.

Конкретные типы ПЭ труб (материал, диаметр, SDR), которые следует предусматривать при строительстве ЗПП кабельной линии, определяются проектом согласно условиям эксплуатации.

13.4.6.23 Рекомендуемые характеристики ПЭ трубы (марка материала, SDR) при выполнении подземных переходов методом ГНБ:

- труба из ПЭ80 с SDR21 при ЗПП с применением защитного футляра;

– труба из ПЭ100 (или ПЭ80) с SDR 11 (или менее) при переходе через автомобильные дороги, магистральные улицы, площади городов и т.д. без применения защитного футляра;

– труба из ПЭ100 (или ПЭ80) с SDR 11 (или менее) при переходе через водные препятствия шириной до 25 м;

– труба из ПЭ100 с SDR 11 (или менее) при переходе через водные препятствия шириной более 25 м;

– труба из ПЭ80 (или ПЭ100) с SDR 17, 21, 26 (в зависимости от длины перехода) при пересечении участков местности с редким движением автотранспортных средств (холмы, овраги, парки, лесные массивы и т.д.).

13.4.6.24 При прокладке КЛ методом ГНБ допускается плавный изгиб труб с отклонением от прямолинейности.

13.4.6.25 Полиэтиленовые трубы, как правило, соединяются между собой сваркой встык нагретым инструментом. Не рекомендуется сварка встык с разной толщиной стенки (SDR) и разных марок полиэтилена. Сварку встык следует производить на сварочных машинах с высокой степенью автоматизации процесса сварки.

Место сварки защищают от атмосферных осадков, ветра, пыли и песка, а также от интенсивного солнечного излучения.

13.4.6.26 Для повышения производительности и снижения затрат работы по бурению рекомендуется выполнять при положительных температурах.

Сварочные работы следует производить при температуре окружающего воздуха от минус 15 °С до плюс 45 °С.

При температуре наружного воздуха ниже минус 20 °С бурение и перекачка буровых растворов не должны выполняться.

13.4.6.27 После закладки труб они должны быть закрыты заглушками с обеих сторон.

До затягивания КСПЭ в трубы их следует очистить от строительного мусора и остатков бетонного раствора.

13.4.6.28 На границах прокладки КЛ методом ГНБ рекомендуется устанавливать опознавательные знаки.

13.5 Прокладка в земле (траншее)

13.5.1 Общие требования

13.5.1.1 Размеры и профили траншей при прокладке КЛ, а также применяемые технологии производства земляных работ при разработке траншей должны определяться проектом.

Рекомендуется проектирование траншей выполнять с учетом [32, 33].

13.5.1.2 Траншеи для КЛ, как правило, применяются с откосами.

13.5.1.3 Траншеи с вертикальными стенками (без крепления) допускается разрабатывать при прокладке КЛ в мерзлых и грунтах естественной влажности с ненарушенной структурой и при отсутствии грунтовых вод на глубину, не более:

- 1 м – в насыпных песчаных и гравелистых грунтах;
- 1,25 м – в супесях;
- 1,5 м – в суглинках и глинах.

13.5.1.4 Для рытья траншеи большей глубины следует устраивать откосы различного заложения в зависимости от состава грунта.

13.5.1.5 Крутизну откосов (отношение его высоты к заложению) для различных глубин выемки в зависимости от вида грунтов (насыпные неуплотненные песчаные и гравийные, супеси, суглинки, глина, лессы и лессовидные) рекомендуется определять по [32], а на болотах – по [33].

13.5.1.6 В илистых и плавунных грунтах, не обеспечивающих сохранность откосов, траншеи должны разрабатываться с креплением и водоотливом.

13.5.2 При прокладке КЛ непосредственно в земле КСПЭ среднего напряжения должны прокладываться на глубине (от планировочной отметки) не менее 0,7 м для кабелей на напряжение до 20 кВ включительно и не менее 1,0 м для кабелей на напряжение 35 кВ.

13.5.3 Глубина заложения КСПЭ высокого напряжения (при прокладке КЛ непосредственно в земле или бетонном лотке) – не менее 1,5 м от планировочной отметки.

13.5.4 При защите КСПЭ плитами или кирпичом под КСПЭ должна быть подсыпка толщиной не менее 100 мм, над КСПЭ должна быть присыпка толщиной не менее 100 мм, а при защите кабеля ЛЗС – не менее значений, указанных на рисунке К.3 (приложение К).

Подсыпку и присыпку КСПЭ следует выполнять песком или обогащенной песчано-гравийной смесью первой группы с содержанием зерен гравия до 25 % с наибольшей величиной зерен гравия 10 мм (в соответствии с ГОСТ 23735).

13.5.5 Окончательная засыпка траншеи производится слоем просеянной нейтральной земли, не содержащей камней, строительного мусора, кусков металла и шлака.

13.5.6 КСПЭ на всем протяжении трассы КЛ должны быть защищены от механических повреждений:

а) кабели среднего напряжения 35 кВ и высокого напряжения 110 кВ – железобетонными плитами толщиной не менее 50 мм;

б) кабели среднего напряжения до 20 кВ – железобетонными плитами, глиняным полнотелым кирпичом в один слой поперек трассы КСПЭ или ЛЗС.

ЛЗС, предназначенные для защиты и обозначения КЛ, допускается применять (в том числе) для защиты КСПЭ, питающие потребители (электроприемники) категории 1, для прокладки над кабельными муфтами, а также на подходах линий к распределительным устройствам и подстанциям в радиусе 5 м, в любых типах почв.

Прокладка КЛ с использованием ЛЗС приведена на рисунке К.3 приложения К.

13.5.7 Рекомендуется дополнительная вертикальная установка (по бокам) защитных бетонных плит при прокладке КСПЭ высокого напряжения (рисунки Л.2 и Л.3, приложение Л).

13.5.8 Применение силикатного, а также глиняного пустотелого кирпича для защиты КЛ не допускается.

13.5.9 ЛЗС должны быть:

- серийного изготовления (наличие ТУ и инструкции по монтажу изготовителя);
- с подтверждением соответствия техническим требованиям применения на КЛ (как правило, сертификат);
- с обоснованием технико-экономических преимуществ по сравнению с бетонными плитами и кирпичом;
- со сроком службы не менее 30 лет.

Допускается применение других полимерных изделий для защиты (и/или сигнализации) КСПЭ при прохождении процедуры оценки соответствия техническим требованиям.

13.5.10 При прокладке КСПЭ среднего напряжения до 20 кВ (кроме кабелей городских электрических сетей) на глубине 1,0–1,2 м их допускается не защищать от механических повреждений.

13.5.11 При засыпке КСПЭ не должны менять своего положения и, при необходимости, должны быть закреплены.

13.5.12 Для защиты КСПЭ при пересечениях и сближениях с различного рода препятствиями, а также с целью уменьшения допустимых расстояний (в стесненных условиях) должны применяться полимерные, асбоцементные, керамические трубы или трубы из иного изоляционного немагнитного материала.

13.5.13 Внутренний диаметр трубы для одного КСПЭ (в том числе фазы КСПЭ) должен быть не менее 1,5 диаметра кабеля, но не менее 50 мм при длине труб до 5 м и не менее 100 мм (для КСПЭ среднего напряжения) и 225 мм (для КСПЭ высокого напряжения) при большей длине труб.

13.5.14 Внутренний диаметр трубы при прокладке в нее трех фаз КСПЭ среднего напряжения должен быть не менее трех диаметров кабеля и во всех случаях не менее 150 мм.

13.5.15 Трубы могут быть соединены муфтами или манжетами из немагнитного материала, если они будут охватывать замкнутым контуром кабель одной фазы, проложенной в соединяемых трубах.

Полиэтиленовые трубы соединяют между собой сваркой встык при их толщине стенки более 5 мм.

Использование для соединения труб стальных патрубков не допускается.

13.5.16 Прокладка фазы (или двух фаз) одножильных КСПЭ в металлическую трубу из магнитного материала не разрешается.

13.5.17 Вводы КСПЭ однофазного исполнения в здания, кабельные сооружения и другие помещения должны быть выполнены в полимерных, асбоцементных или керамических трубах. Концы труб должны выступать в траншею из стены здания или фундамента (или отмокнуть – при наличии) не менее чем на 0,6 м и иметь уклон в сторону траншеи.

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

13.5.18 Полимерные трубы могут быть выполнены из различных материалов (ПЭ, ПВХ, СПЭ, полипропилен, полиамид, поликарбонат) и разных конструктивных исполнений (гладкостенные, гофрированные, с разными теплотехническими и прочностными характеристиками).

При прокладке КСПЭ в земле применяют, как правило, полиэтиленовые трубы низкого давления по СТБ ГОСТ Р 50838 или [20].

Соединение ПЭ труб между собой – согласно 13.4.6.25. Допускается (при отсутствии автоматизированных сварочных машин) ПЭ трубы с номинальным диаметром до 225 мм соединять сваркой с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями.

13.5.19 Основные требования к параметрам ПЭ труб для прокладки в траншее:

- материал полиэтилена (выбирается при проектировании) – ПЭ 63, ПЭ 80, ПЭ 100;

- SDR выбирают из ряда 11; 13, 6; 17, 17, 6; 21; 26.

Выбор параметров ПНД труб следует проводить с учетом их назначения, места расположения и глубины заложения.

13.5.20 При прокладке КЛ через автомобильные дороги, улицы и площади с движением транспортных средств открытым (траншейным) способом рекомендуется применять ПЭ трубы согласно 13.4.6.23.

Траншейный способ строительства трубных переходов под автомобильными дорогами должен включать следующие способы организации работ:

- без нарушения движения транспорта (с устройством объездов или переезда);

- с перекрытием движения транспорта в два этапа: на одной половине ширины дороги, затем на другой;

- с краткосрочным перекрытием движения транспорта (без устройства объезда и переезда).

13.5.21 При сооружении траншей следует избегать мест, содержащих вещества или мусор, разрушительно действующие на оболочку КСПЭ.

Минимально допустимые расстояния от трассы КЛ до выгребных и мусорных ям: 2 м (для КСПЭ среднего напряжения) и 10 м (для КСПЭ высокого напряжения).

Воздействия различных химических веществ на оболочку КСПЭ приведены в Приложении Д.

При невозможности обхода вышеуказанных мест КСПЭ должны быть проложены в трубах. Рекомендуется применение асбоцементных или керамических труб, покрытых битумным составом.

13.5.22 Расстояние по горизонтали (в свету) от КЛ до зданий, сооружений и подземных инженерных сетей улиц населенных пунктов (в соответствии с [14] и ТКП 45-3.03-227) следует принимать не менее:

- 0,6 м – до фундаментов зданий и сооружений.

Прокладка кабелей непосредственно в земле под фундаментами зданий и сооружений не допускается;

- 0,5 м (1,5 м – для КСПЭ 110 кВ) – до фундаментов ограждений предприятий, эстакад, опор контактной сети и связи железных дорог;

- 1,5 м – до бортового камня улицы (кроме проезжей части, укрепленной полосы обочины);

- 1,0 м – до наружной бровки кювета или подошвы насыпи;

- 1,0 м (0,5 м – в изолирующей трубе) – до опор (фундаментов опор) ВЛ до 1 кВ, освещения, контактной сети трамваев и троллейбусов;

- 5,0 м (2 м – в стесненных условиях, в трубах) – от заземленных частей и заземлителей опор ВЛ напряжением свыше 1 кВ до 35 кВ включительно;

- 10,0 м (2 м – в стесненных условиях, в трубах) – до вертикальной плоскости, проходящей через крайний провод ВЛ 110 кВ и выше;

- 1,0 м (0,5 м – в стесненных условиях; 0,25 м – с защитой в трубе) – от водопровода, канализации, дренажа и дождевой канализации;

- 2,0 м – до каналов, тоннелей;

- 1,5 м – до наружных пневмомусоропроводов.

13.5.23 При параллельной прокладке КЛ расстояние по горизонтали в свету между кабелями должно быть не менее:

- 100 мм между КСПЭ напряжением 6, 10 кВ, а также между ними и другими кабелями (кроме КСПЭ высокого напряжения);
- 250 мм между КСПЭ напряжением 15, 20, 35 кВ и между ними и другими кабелями (кроме КСПЭ высокого напряжения);
- 500 мм между КСПЭ и кабелями, эксплуатируемыми различными организациями, а также между КСПЭ и кабелями связи;
- 700 мм между КСПЭ высокого напряжения.

Допускается (при необходимости) по согласованию между эксплуатирующими организациями, а также с учетом местных условий уменьшение указанных расстояний.

13.5.24 При прокладке КЛ в зоне насаждений расстояние от КСПЭ до стволов деревьев должно быть не менее 2 м.

Допускается по согласованию с организацией, в ведении которой находятся зеленые насаждения, уменьшение этого расстояния при условии прокладки кабелей в трубах, проложенных путем подкопа.

При прокладке кабелей в пределах зеленой зоны с кустарниковыми посадками указанные расстояния допускается уменьшить до 0,75 м.

Благоустройство (озеленение) территории (по трассе КЛ) рекомендуется выполнять по ТКП 45-3.02-69.

13.5.25 При параллельной прокладке расстояние по горизонтали в свету от КЛ с КСПЭ до:

- трубопроводов, водопровода, канализации и дренажа должно быть не менее 1 м;
- газопроводов низкого (0,0049 МПа), среднего (0,294 МПа) и высокого давления (0,294-0,588 МПа) – не менее 1 м;
- газопроводов высокого давления (0,588 – 1,176 МПа) – не менее 2 м.

Допускается уменьшение указанных расстояний при прокладке КЛ в стесненных условиях до 0,5 м (без специальной защиты КСПЭ) и до 0,25 м при прокладке КСПЭ в трубах (за исключением расстояний до трубопроводов с горючими жидкостями и газами).

13.5.26 При прокладке КЛ параллельно с тепловыми сетями расстояние в свету между КСПЭ и стенкой канала тепловых сетей должно быть не менее 2 м или тепловые сети на всем участке сближения с КЛ должны иметь такую тепловую изоляцию, чтобы дополнительный нагрев земли тепловыми сетями в месте прохождения КСПЭ в любое время года не превышал 10 °С для КЛ напряжением 6, 10, 15 кВ и 5 °С – для КЛ напряжением 20, 35, 110 кВ.

13.5.27 Прокладка КЛ параллельно с железными дорогами должна выполняться, как правило, вне зоны отчуждения дороги.

13.5.28 При прокладке КЛ параллельно с трамвайными путями расстояние от КСПЭ до оси трамвайного пути должно быть не менее

2,75 м. В стесненных условиях допускается уменьшение этого расстояния до 2 м при условии, что КСПЭ на всем участке сближения будут проложены в изолирующих блоках или трубах.

13.5.29 При прокладке КЛ параллельно с автомобильными дорогами категорий I и II КСПЭ должны прокладываться с внешней стороны кювета или подошвы насыпи на расстоянии не менее 1 м от бровки или не менее 1,5 м от бордюрного камня. Уменьшение указанного расстояния допускается в каждом отдельном случае по согласованию с соответствующими управлениями дорог.

13.5.30 При прокладке КЛ параллельно с ВЛ 110 кВ и выше расстояние от КСПЭ до вертикальной плоскости, проходящей через крайний провод линии, должно быть не менее 10 м.

Расстояние в свету от КЛ до заземленных частей и заземлителей опор ВЛ выше 1 кВ должно быть не менее 5 м. В стесненных условиях расстояние от КЛ до подземных частей и заземлителей отдельных опор ВЛ 1 кВ и выше допускается не менее 2 м; при этом расстояние от КСПЭ до вертикальной плоскости, проходящей через провод ВЛ, не нормируется.

Расстояние в свету от КЛ до опоры ВЛ 1 кВ и ниже должно быть не менее 1 м, а при прокладке КСПЭ на участке сближения в изолирующей трубе 0,5 м.

13.5.31 При пересечении КЛ других кабелей они должны быть разделены слоем земли толщиной не менее 0,5 м. Это расстояние в стесненных условиях может быть уменьшено до 0,15 м (для КСПЭ среднего напряжения) и 0,25 м (для КСПЭ высокого напряжения) при условии разделения кабелей на всем участке пересечения плюс по 1 м в каждую сторону плитами или трубами.

Вертикальное расстояние (толщина слоя земли) между КСПЭ и кабелями связи (при пересечении) должно быть не менее 0,5 м, в стесненных условиях оно может быть уменьшено до 0,15 м при условии разделения кабелей на всем участке пересечения, плюс по 1 м в каждую сторону, плитами или трубами. При этом кабели связи должны быть расположены выше силовых кабелей.

13.5.32 При пересечении КЛ трубопроводов, в том числе нефте- и газопроводов, расстояние между КСПЭ и трубопроводом должно быть не менее 0,5 м. Допускается уменьшение этого расстояния до 0,25 м при условии прокладки КСПЭ на участке пересечения плюс не менее чем по 2 м в каждую сторону в трубах.

13.5.33 При пересечении КЛ с КСПЭ среднего напряжения тепловых сетей расстояние между КСПЭ и перекрытием тепловых сетей в свету должно быть не менее 0,5 м, а в стесненных условиях – не менее 0,25 м. При этом тепловые сети на участке пересечения плюс по 2 м в каждую сторону от крайних КСПЭ должны иметь такую теплоизоляцию, чтобы

температура земли не повышалась более чем на 10 °С по отношению к высшей летней температуре и на 15 °С по отношению к низшей зимней.

В случаях, когда указанные условия не могут быть соблюдены, допускается выполнение одного из следующих мероприятий:

- заглубление КСПЭ до 0,5 м вместо 0,7 м;
- применение кабельной вставки большего сечения;
- прокладка КСПЭ под тепловыми сетями в термостойких трубах на расстоянии от них не менее 0,5 м; при этом трубы должны быть уложены таким образом, чтобы замена кабелей могла быть выполнена без производства земляных работ (например, ввод концов труб в камеры).

13.5.34 Не рекомендуется выполнять пересечение КЛ высокого напряжения с подземными тепловыми сетями.

При невозможности принятия иного решения пересечение КЛ высокого напряжения с подземными тепловыми сетями допускается при условиях:

- в месте пересечения однофазные КСПЭ (в термостойких трубах) и одна резервная термостойкая труба укладываются в защитный футляр;
- свободное место в металлическом футляре заливается бетоном;
- выполняется дополнительная теплоизоляция между металлическим футляром и тепловыми сетями с применением пенополистирольных плит, покрытых гидроизолом.

Допустимые расстояния (в месте пересечения) и размеры конструктивных узлов (металлического футляра, труб, толщина и размеры дополнительной теплоизоляции и т.д.) определяются при проектировании после выполнения теплофизических расчетов и в соответствии с местными условиями.

13.5.35 При пересечении КЛ железных и автомобильных дорог КСПЭ должны прокладываться в туннелях, блоках или трубах по всей ширине зоны отчуждения на глубине от полотна дороги не менее: 1 м для КСПЭ среднего напряжения; 1,5 м для КСПЭ высокого напряжения и 0,5 м от дна водоотводных канав независимо от напряжения.

При отсутствии зоны отчуждения указанные условия прокладки должны выполняться только на участке пересечения плюс по 2 м по обе стороны от полотна дороги.

13.5.36 При пересечении КЛ электрифицированных и подлежащих электрификации на постоянном токе железных дорог блоки, футляры и трубы должны быть изолирующими.

Место пересечения должно находиться на расстоянии не менее 10 м от стрелок, крестовин и мест присоединения к рельсам отсасывающих кабелей. Пересечение КСПЭ с путями электрифицированного рельсового транспорта должно производиться под углом 75–90° к оси пути.

13.5.37 Концы трубных переходов и труб должны быть уплотнены джутовыми плетеными шнурами, обмазанными водонепроницаемой глиной на глубину не менее 300 мм.

13.5.38 В случае перехода КЛ в ВЛ кабель должен выходить на поверхность на расстоянии не менее 3,5 м от подошвы насыпи или от кромки полотна.

13.5.39 КЛ под трамвайными путями должны находиться в защитных изолирующих футлярах, трубах, блоках на глубине не менее 1,2 м от головки рельса до верха конструкции при открытом способе производства.

Пересечение должно выполняться на расстоянии не менее 3 м от стрелок, крестовин и мест присоединения к рельсам отсасывающих кабелей.

13.5.40 При пересечении КЛ с линейно-кабельными сооружениями электросвязи (в том числе кабельными линиями электросвязи) и сближении с ними рекомендуется принимать допустимые расстояния с учетом требований ТКП 211.

Минимально допустимые расстояния (в свету) при сближении (по горизонтали) и пересечении (по вертикали) КСПЭ среднего и высокого напряжения с ВОК:

а) по горизонтали – 0,6 м.

Допускается сближение КСПЭ среднего напряжения (6, 10, 15 кВ) с ВОК на расстояние 0,25 м при условии защиты кабелей (прокладка в трубах из бетона или другого равноценного материала, установка несгораемых перегородок и т.д.);

б) по вертикали – 0,5 м.

Допускается при пересечении КСПЭ среднего напряжения с ВОК принимать расстояние по вертикали 0,15 м при условии разделения кабелей на всем участке пересечения плюс 1 м в каждую сторону плитами или трубами из бетона или другого равноценного материала, при этом ВОК должен располагаться выше КСПЭ.

13.5.41 При пересечении КЛ въездов для автотранспорта во дворы, гаражи и т.д. прокладка КСПЭ должна производиться в трубах. Глубина заложения КЛ: не менее 1 м – для КСПЭ среднего напряжения и 1,5 м – для КСПЭ высокого напряжения.

13.5.42 Не следует по трассе КЛ менять расположение однофазных КСПЭ.

Трассу КЛ с расположением КСПЭ «в плоскости» выбирают, как правило, без трубных переходов.

13.5.43 При необходимости выполнения КЛ, состоящей из нескольких одножильных КСПЭ на фазу, рекомендуется прокладка нескольких КЛ (по три фазы каждая), уложенных и закрепленных с расположением «в треугольник».

13.5.44 При установке на КЛ кабельных муфт расстояние в свету между корпусом кабельной муфты и ближайшим КСПЭ должно быть не менее 250 мм.

13.5.45 При проектировании трубного перехода КЛ, исходя из конструктивных параметров КСПЭ, напряжения, условий прокладки, механической нагрузки в месте перехода и т.д., следует определять общую длину трубы с учетом необходимой пропускной способности линии, конструктивных особенностей (сложности) трассы, SDR трубы, предельно допустимых усилий тяжения.

Как правило, для каждой КЛ в трубном переходе необходимо предусмотреть не менее одной резервной трубы.

После укладки трубного перехода следует выполнить герметизацию труб.

13.5.46 В процессе стыковки труб и сооружения трубных переходов рекомендуется затягивать проволоку, которая затем будет использована для протягивания стального каната (троса), предназначенного для прочистки трубы и затягивания КСПЭ.

13.5.47 Применяемые трубы рекомендуется укладывать прямолинейно, без отклонения от их оси.

Трубы не должны иметь выступов, изломов, заусенцев, способных повредить наружную оболочку при протяжке КСПЭ.

13.5.48 После закладки труб они должны быть закрыты заглушками с обеих сторон.

Не допускается изгиб КСПЭ на входе в трубу и выходе из нее.

В случае, если заход КСПЭ в трубы (или выход из них) находится на повороте трассы КЛ, траншея у концов труб должна быть расширена с целью обеспечения допустимого радиуса изгиба КСПЭ и для установки угловых и направляющих роликов.

13.5.49 Для уменьшения силы трения (усилия тяжения) при прокладке КСПЭ через трубу рекомендуется саму трубу и кабель покрывать техническим вазелином или специальной смазкой, не содержащей веществ, разрушающих оболочку КСПЭ.

13.5.50 При длине трубных переходов более 100 м в резервную трубу, как правило (по согласованию с ЭСО), закладывают резервный КСПЭ.

При этом:

- длина концов КСПЭ должна позволять выполнить монтаж соединительных муфт;

- следует выполнить герметизацию концов резервного КСПЭ.

13.5.51 Прокладка КЛ рекомендуется с применением трассомаркирующих систем [27].

13.6 Прокладка КЛ в кабельных сооружениях, производственных помещениях и на конструкциях

13.6.1 Прокладка КЛ в кабельных блоках

13.6.1.1 КБ, как правило, применяют в кабельных сетях до 10 кВ для прокладки КСПЭ напряжением 6–10 кВ в потоке других кабелей напряжением до 10 кВ (силовых, контрольных, управления, связи и т.д.) в условиях большой стесненности.

В КБ, как правило, прокладывают небронированные КСПЭ.

Рекомендуется применение КСПЭ трехжильного исполнения.

Допустимый длительный ток для КСПЭ напряжением 6, 10 кВ допускается определять с учетом 1.3.20 [14].

13.6.1.2 Конструктивное исполнение КБ должно быть с жестким креплением и фиксацией труб (на одном расстоянии друг от друга) по всей длине кабельного блока.

13.6.1.3 В одной трубе (канале) следует прокладывать один трехжильный кабель, а также каждую фазу одножильного КСПЭ трехфазной КЛ.

13.6.1.4 КБ должен иметь достаточную механическую прочность, в том числе при пересечении препятствий с движением транспортных средств, за счет конструктивного исполнения, глубины прокладки, материала и параметров труб и т. д.

13.6.1.5 Минимально допустимые сближения и пересечения блочной кабельной канализации с другими подземными коммуникациями и препятствиями (деревьями, фундаментами зданий и сооружений и т.д.) рекомендуются в пределах, обеспечивающих взаимную защиту от повреждений.

Основные минимально допустимые расстояния при сближении и пересечении КБ с коммуникациями и препятствиями приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Минимально допустимые расстояния при сближении и пересечении КБ с инженерными сооружениями и препятствиями

Коммуникации (препятствия)		Расстояния, м, не менее	
		по горизонтали (в свету)	по вертикали при пересечении
Водопровод диаметром	Менее 300 мм	0,5	0,25
	Более 300 мм	1,0	0,25
Канализация, дренажи и водостоки		0,5	0,25
Кабели силовые		0,5	0,25*
Тепловые сети		1,0	0,5 (до слоя теплоизоляции)

Окончание таблицы 6

Коммуникации (препятствия)			Расстояния, м, не менее	
			по горизонтали (в свету)	по вертикали при пересечении
Газопроводы давлением, МПа, кгс/см ²	Низкого до 0,0049 (0,05)		1,0	0,25*
	Среднего свыше 0,0049 (0,05)		1,5	0,25*
	Высокого	0,294 (3) – 0,588 (6)	2,0	0,25*
		Свыше 0,588 (6)	3,0	0,25*
Трамвайные пути, ось ближнего рельса			2,0	1,0
Мачты и опоры сети наружного освещения, контактные сети и сети связи, стены и опоры тоннелей и путепроводов (на уровне или ниже основания), общие подземные коллекторы			0,5	–
Подожвы насыпей или наружных бровок канала			1,0	–
Бортовые камни			1,5	–
Стволы деревьев			2,0	–
Фундаменты зданий			0,6	–
* КБ прокладывается ниже коммуникаций				

13.6.1.6 Конфигурация КБ, расстояния между каналами, месторасположение КСПЭ в блоке должны приниматься по длительно допустимым токам прокладываемых КЛ и с учетом перспективы.

Наименьшее расстояние по горизонтали (в свету) между трубами КБ рекомендуется принимать таким же как и для кабелей, проложенных без труб в земле.

Расстояние в свету между кабелями в вертикальной плоскости блока должно быть не менее 100 мм.

13.6.1.7 Для изготовления КБ следует применять полимерные (как правило, ПЭ трубы), асбестоцементные, бетонные, керамические и другие трубы.

Допускается применение стальных и чугунных труб при отсутствии в блоке (и перспективе) одножильных КСПЭ.

При выборе материала труб для КБ следует учитывать уровень грунтовых вод и их агрессивность, а также наличие блуждающих токов.

13.6.1.8 В качестве каналов КБ допускается применять ПЭ трубы диаметром 125, 140, 160 мм (в зависимости от сечения КСПЭ), с SDR,

равным 11 (или 13,6), и маркой полиэтилена ПЭ100 (или ПЭ80) в зависимости от механической нагрузки на блок.

Рекомендуется применять ПЭ трубы длиной 12 м.

13.6.1.9 Каждый КБ должен иметь до 15 % резервных каналов, исходя из количества прокладываемых КЛ, но не менее одного.

13.6.1.10 Глубина заложения в земле КБ с кабелями напряжением до 10 кВ должна приниматься в зависимости от механической нагрузки и местных условий прокладки, но не менее 0,7 м до верхнего канала блока.

Допускается в местах пересечения с инженерными коммуникациями и на вводе в здание уменьшать глубину заложения КБ до 0,5 м на участке длиной до 5 м.

Глубина заложения КБ на закрытых производственных территориях не нормируется.

13.6.1.11 Необходимую механическую прочность КБ и устойчивость его к нагрузкам при пересечении трассы КЛ проезжей части автомобильных дорог и улиц следует обеспечивать устройством бетонной подушки над блоком и заполнением зазоров между каналами бетонным раствором.

13.6.1.12 Рекомендуется поверх блока укладка ЛЗС.

ЛЗС следует размещать на уровне 0,6–0,7 м от поверхности земли, но не менее 100 мм над КБ, на утрамбованный грунт.

13.6.1.13 Для удобства монтажа и эксплуатации КЛ в КБ должно быть предусмотрено необходимое количество кабельных колодцев.

Кабельные колодцы должны устанавливаться:

- в местах размещения кабельных муфт;
- при повороте трассы блочной канализации на угол до 90°;
- в местах разветвления КЛ;
- при переходе КЛ в землю (как правило, вводе КСПЭ в здания, ТП, РП и т.д.).

Допускается осуществлять переход кабелей из КБ в землю без кабельных колодцев при числе КЛ меньше 10. При этом места выхода кабелей из блоков должны быть заделаны водонепроницаемым материалом.

13.6.1.14 В блочной канализации следует применять бетонные или железобетонные (из сборного или монолитного железобетона) колодцы следующих типов: проходной прямой, угловой, тройниковый, крестообразный.

13.6.1.15 Расстояния между колодцами должны приниматься по предельно допустимым усилиям тяжения прокладываемых кабелей (в том числе КСПЭ).

При большом количестве КЛ расстояния между колодцами следует уменьшить для монтажа соответственно большего количества муфт.

13.6.1.16 Трасса КБ, как правило, прямолинейная. Пересечение КБ с инженерными сооружениями (железными и автомобильными дорогами, различными трубопроводами и т.д.) рекомендуется выполнять перпендикулярно к их оси.

13.6.1.17 Целесообразно кабельные колодцы и камеры, закрываемые глухой съёмной плитой, сооружать на непроезжих частях территорий (газонах, тротуарах и т.п.).

13.6.1.18 Каналы КБ должны иметь уклон не менее 0,2 % в сторону колодцев.

13.6.1.19 Кабельные камеры, как правило, применяют при вводе кабелей в здания, при переходе кабелей из блочной канализации в траншею. В камерах не должны устанавливаться муфты. Плиты перекрытия камер засыпаются грунтом или покрываются асфальтом.

13.6.1.20 Тип основания под КБ следует принимать в зависимости от несущей способности грунтов и механических нагрузок.

Во всех грунтах (кроме плавучих, болотистых и других слабых грунтов) прокладку КБ следует проводить по выровненному и утрамбованному дну траншеи на песчаном основании толщиной 100 мм.

Сверху блока должен быть выполнен защитный слой из песка или мягкого местного грунта, не содержащего твердых включений (камней, кирпича, кусков металла, проволоки и т.п.).

13.6.1.21 Рекомендуется трубы КБ крепить с применением специальных конструкций (узлов крепления), обеспечивающих удобство монтажа, требуемое расстояние между каналами, их параллельность и необходимый уклон к колодцу и зданию.

13.6.1.22 Необходимую механическую прочность блочной канализации и устойчивость ее к нагрузкам при пересечении автомобильных и железных дорог следует обеспечивать устройством бетонной подушки и заполнением пространства между каналами бетонным раствором.

13.6.1.23 Люки кабельных колодцев должны быть устроены таким образом, чтобы в колодцы не попадали технологические воды и масло, а также был обеспечен отвод почвенных и ливневых вод. Полы в колодцах должны иметь уклон не менее 15 % в сторону водосборных прямков.

Конструкция люков должна быть с двойными металлическими крышками. Нижняя крышка должна иметь приспособление для закрывания на замок.

13.6.1.24 Ввод каналов КБ в кабельные колодцы следует выполнять на высоте не менее 0,7 м от верхней трубы блока до поверхности земли (под пешеходной частью улицы) и не менее 0,85 м – под проезжей частью.

13.6.1.25 В месте прокладки КБ рекомендуется уплотнять (трамбовать) грунт.

Уплотнение грунта между трубами (рядами труб) блока должно осуществляться с помощью деревянной лопаты или специальным деревянным инструментом (уплотнителями).

Трамбовку грунта над верхним рядом труб следует производить, обеспечив толщину слоя не менее 0,3 м.

13.6.2 Прокладка в ОРУ и кабельных сооружениях

13.6.2.1 При высоком уровне грунтовых вод на территории ОРУ следует отдавать предпочтение надземным способам прокладки кабелей. Надземные лотки и плиты для их покрытия должны быть выполнены из железобетона. Лотки должны быть уложены на специальных бетонных подкладках с уклоном не менее 0,2 % по спланированной трассе таким образом, чтобы не препятствовать стоку ливневых вод.

13.6.2.2 В ОРУ с кабельными лотками для прокладки КСПЭ должен быть обеспечен проезд по территории и подъезд к оборудованию машин и механизмов, необходимый для выполнения ремонтных и эксплуатационных работ. Для этой цели должны быть устроены переезды через лотки установкой железобетонных плит с учетом нагрузки от проходящего транспорта. При применении кабельных лотков не допускается прокладка кабелей под дорогами и переездами в блоках, трубах, каналах и траншеях, расположенных ниже лотков.

13.6.2.3 Выход кабелей из лотков к шкафам управления и защиты должен выполняться в трубах, не заглубляемых в землю. Прокладка кабельных перемычек в пределах одной ячейки ОРУ допускается в траншее, причем применение в этом случае труб для защиты кабелей при подводке их к шкафам управления и релейной защиты не рекомендуется.

13.6.2.4 Кабельные сооружения всех видов должны выполняться с учетом возможности дополнительной прокладки кабелей в размере 15 % количества кабелей, предусмотренного проектом (замена кабелей в процессе монтажа, дополнительная прокладка в последующей эксплуатации).

13.6.2.5 Кабельные сооружения (этажи, туннели, галереи, эстакады и шахты) должны разделяться между собой перегородками или перекрытиями с пределом огнестойкости не менее REI (EI) 30; электроустановки тепловых и гидроэлектростанций мощностью 25 МВт и более, а также распределительных устройств подстанций напряжением более 110 кВ – перегородками (или перекрытиями) с пределом огнестойкости не менее REI (EI) 45.

Таковыми же перегородками протяженные туннели должны разделяться на отсеки длиной не более 150 м при наличии силовых и

контрольных кабелей. Площадь каждого отсека двойного пола должна быть не более 600 м².

13.6.2.6 Двери в кабельных сооружениях и перегородках должны иметь предел огнестойкости не менее EI 30.

13.6.2.7 Выходы из кабельных сооружений должны предусматриваться наружу или в помещения с производствами категорий В1-В4, Г и Д. Количество и расположение выходов из кабельных сооружений должно определяться, исходя из местных условий, но их должно быть не менее двух. При длине кабельного сооружения не более 25 м допускается иметь один выход.

13.6.2.8 Проходные кабельные эстакады с мостиками обслуживания должны иметь входы с лестницами. Расстояние между входами должно быть не более 150 м. Расстояние от торца эстакады до входа на нее не должно превышать 25 м.

Входы должны иметь двери, предотвращающие свободный доступ на эстакады лицам, не связанным с обслуживанием кабельного хозяйства. Двери должны иметь самозапирающиеся замки, открываемые без ключа с внутренней стороны эстакады.

Расстояние между входами в кабельную галерею должно быть не более 150 м.

13.6.2.9 Наружные кабельные эстакады и галереи должны иметь несущие строительные конструкции из железобетона с пределом огнестойкости не менее R 45 или стального проката с пределом огнестойкости не менее R 15.

Кабельные галереи должны делиться на отсеки несгораемыми противопожарными перегородками с пределом огнестойкости не менее EI 45. Длина отсеков галерей должна быть не более 150 м при прокладке в них кабелей до 35 кВ. На наружные кабельные галереи, закрытые частично, указанные требования не распространяются.

13.6.2.10 В туннелях и каналах должны быть выполнены мероприятия по предотвращению попадания в них технологических вод и масла, а также должен быть обеспечен отвод почвенных и ливневых вод.

13.6.2.11 Кабельные каналы и двойные полы в распределительных устройствах и помещениях должны перекрываться съемными несгораемыми плитами. В электромашинах и тому подобных помещениях каналы рекомендуется перекрывать рифленой сталью, а в помещениях щитов управления с паркетными полами – деревянными щитами с паркетом, защищенными снизу асбестом и по асбесту жестью. Перекрытие каналов и двойных полов должно быть рассчитано на передвижение по нему соответствующего оборудования.

Ограждающие конструкции кабельных каналов и шахт должны иметь предел огнестойкости (согласно ТКП 45-2.02-92):

– в зданиях I–V степеней огнестойкости – не ниже REI 45 (для несущих конструкций) и EI 45 (для ограждающих конструкций), класс пожарной опасности K0;

– в зданиях VI и VII степеней огнестойкости – не ниже REI 15, EI 15 и K1 (соответственно).

13.6.2.12 Кабельные каналы вне зданий должны быть засыпаны поверх съемных плит слоем земли толщиной не менее 0,3 м. На огражденных территориях засыпка кабельных каналов землей поверх съемных плит не обязательна. Масса отдельной плиты перекрытия, снимаемой вручную, не должна превышать 70 кг. Плиты должны иметь приспособление для подъема.

13.6.2.13 На участках, где могут быть пролиты расплавленный металл, жидкости с высокой температурой или же вещества, разрушающе действующие на металлические оболочки кабелей, сооружение кабельных каналов не допускается. На указанных участках не допускается также устройство люков в коллекторах и туннелях.

13.6.2.14 Подземные туннели вне зданий должны иметь поверх перекрытия слой земли толщиной не менее 0,5 м.

13.6.2.15 В кабельных сооружениях КСПЭ рекомендуется прокладывать целыми строительными длинами.

13.6.2.16 Силовые кабели низкого напряжения рекомендуется прокладывать над КСПЭ среднего напряжения. При этом их следует отделять перегородкой.

Различные группы КСПЭ: рабочие и резервные КЛ среднего напряжения генераторов, трансформаторов и т.п., питающие электроприемники категории 1, рекомендуется прокладывать на разных горизонтальных уровнях и разделять перегородками. Разделительные перегородки должны быть с пределом огнестойкости не менее EI 15.

13.6.2.17 На наружных кабельных эстакадах и в наружных закрытых частично кабельных галереях установка разделительных перегородок не требуется. При этом взаимно резервирующие силовые КЛ (за исключением линий к электроустановкам особой группы категории 1) следует прокладывать с расстоянием между ними не менее 600 мм и рекомендуется располагать на эстакадах по обе стороны пролетной несущей конструкции (балки, фермы), в галереях по разным сторонам от прохода.

13.6.2.18 В кабельных сооружениях должны быть соблюдены минимально допустимые расстояния (размеры) по высоте, ширине проходов, расстоянию между конструкциями и КСПЭ среднего напряжения (приведены в таблице 7).

Для туннелей, галерей и кабельных этажей допускается местное сужение проходов до 0,8 м или снижение высоты до 1,5 м на длине 1,0 м с соответствующим уменьшением расстояния между кабелями по

вертикали при одностороннем и двустороннем расположении конструкций.

Таблица 7 – Наименьшие расстояния для кабельных сооружений

Расстояние	Наименьшие размеры при прокладке, м	
	в туннелях, галереях, кабельных этажах и на эстакадах	в кабельных каналах и двойных полах
Высота в свету	1,8	Для непроходных кабельных каналов и двойных полов – не более 1,2, для проходных каналов – до 1,8
По горизонтали в свету между конструкциями при двустороннем их расположении (ширине прохода)	1,0	0,3 – при глубине до 0,6 м 0,45 – при глубине 0,6–0,9 м 0,6 – при глубине более 0,9 м
По горизонтали в свету от конструкции до стены при одностороннем расположении (ширине прохода)	0,9	То же
По вертикали между горизонтальными конструкциями: – для КСПЭ напряжением 6, 10 кВ – для КСПЭ напряжением 20–35 кВ	0,2 0,25	0,15 0,2
Между опорными конструкциями (консолями)* по длине сооружения	0,8–1,0	
По вертикали и горизонтали в свету между: – однофазными КСПЭ (расположение «в плоскости») – трехфазными КСПЭ – КСПЭ и другими одиночными кабелями напряжением 6–35 кВ	Не менее диаметра кабеля	
По вертикали и горизонтали в свету между КЛ (расположение КСПЭ «в треугольник»)	Не менее двух диаметров однофазного КСПЭ	
По горизонтали в свету от стены до КСПЭ (при горизонтальном расположении КЛ)	0,02	0,02
*Полезная длина консоли должна быть не более 0,5 м на прямых участках трассы.		

13.6.2.19 Прокладку КСПЭ высокого напряжения в кабельных туннелях рекомендуется проводить с учетом следующих требований [15]:

- КЛ класса напряжения 110 кВ (и выше) должны прокладываться в отдельных кабельных сооружениях;

- должна быть исключена совместная прокладка КСПЭ высокого напряжения с кабелями других уровней напряжения, за исключением технологических кабелей (контрольных и сигнализации) и кабелей низкого напряжения, необходимых для электроснабжения инженерных цепей подземного сооружения;

- КСПЭ высокого напряжения, проходящие в кабельных туннелях, должны быть негорючими;

- должен быть обеспечен мониторинг температуры КСПЭ высокого напряжения (конструкция кабеля с волоконно-оптическими датчиками температуры);

- допускается крепление КСПЭ в вертикальной плоскости или с расположением «в треугольник» с расстояниями фазных кабелей по проекту (приведены на рисунках М.1, М.2, приложение М);

- на полке туннеля должно быть не более двух однофазных КСПЭ с расстоянием не менее 250 мм друг от друга (расположение кабеля «в треугольник»);

- следует выполнять двухстороннюю раскладку взаимно резервирующих КЛ высокого напряжения.

13.6.2.20 В местах, насыщенных подземными коммуникациями, допускается выполнение полупроходных туннелей высотой не менее 1,5 м при условии выполнения следующих требований: напряжение КЛ должно быть не выше 10 кВ; протяженность туннеля должна быть не более 100 м; на концах туннеля должны быть выходы или люки.

13.6.2.21 Высота кабельных колодцев должна быть не менее 1,8 м, высота камер не нормируется.

Береговые колодцы на подводных переходах должны иметь размеры, обеспечивающие размещение резервных кабелей.

13.6.2.22 Люки кабельных колодцев и туннелей должны иметь диаметр не менее 650 мм и закрываться двойными металлическими крышками, из которых нижняя должна иметь приспособление для закрытия на замок, открываемый со стороны туннеля без ключа. Внутри помещений применение второй крышки не требуется.

13.6.2.23 При необходимости установки соединительных муфт в кабельных сооружениях (помещениях) должны быть смонтированы отдельные полки на опорной конструкции для каждой муфты. Противопожарные кожухи для соединительных муфт не требуются.

Для сращивания КСПЭ, как правило, применяют кабельные муфты, не распространяющие горение (подтверждение сертификатом пожарной безопасности) [19].

13.6.2.24 Кабельные сооружения, за исключением эстакад, колодцев для соединительных муфт, каналов и камер, должны быть обеспечены естественной или искусственной вентиляцией, причем вентиляция каждого отсека должна быть независимой.

13.6.2.25 Кабельные сооружения, за исключением колодцев для соединительных муфт, каналов, камер и открытых эстакад, должны быть оборудованы электрическим освещением и сетью для питания переносных светильников и инструмента.

13.6.2.26 Наименьшие расстояния в свету от кабельных эстакад и галерей до зданий и сооружений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 2.3.2 [14].

Расположение эстакад и галерей во взрывоопасных и в пожароопасных зонах следует принимать в соответствии с 7.3 и 7.4 [14].

13.6.2.27 Пересечение кабельных эстакад и галерей с воздушными линиями электропередачи, внутризаводскими железными и автомобильными дорогами, пожарными проездами, канатными дорогами, воздушными линиями связи и радиовещания и трубопроводами рекомендуется выполнять под углом не менее 30°.

13.6.2.28 При параллельном следовании эстакад и галерей с воздушными линиями связи и радиовещания наименьшие расстояния между кабелями и проводами линии связи и радиодиффузии определяются на основании расчета влияния кабельных линий на линии связи и радиовещания.

Наименьшая высота кабельной эстакады и галереи в непроезжей части территории промышленного предприятия должна приниматься из расчета возможности прокладки нижнего ряда кабелей на уровне не менее 2,5 м от планировочной отметки земли.

13.6.2.29 Вне кабельных сооружений допускается прокладка КСПЭ на недоступной высоте (не менее 2 м).

На меньшей высоте прокладка кабелей допускается при условии защиты их от механических повреждений.

13.6.2.30 Отдельные фазы КСПЭ при прокладке с расположением «в плоскости» или три фазы вместе при прокладке с расположением «в треугольник» должны крепиться к несущим металлоконструкциям при помощи полимерных креплений, которые позволяют избежать повреждений кабелей от воздействия электродинамических сил при протекании токов КЗ, а также креплениями из немагнитных материалов.

Механические свойства креплений и частота их установки определяются исходя из токов КЗ.

При прокладке в треугольник дополнительно допускается применение специальных армированных полимерных лент для крепления фаз кабельной линии.

При открытой прокладке крепления должны обладать стойкостью к атмосферным воздействиям и солнечной радиации.

13.6.2.31 Несущие конструкции кабельных линий должны быть рассчитаны на воздействие электродинамических нагрузок при протекании токов КЗ.

Срок службы металлоконструкций должен соответствовать сроку службы КЛ при условии сохранения несущей способности металлоконструкций. Для исключения коррозии рекомендуется применение оцинкованных металлоконструкций.

13.6.2.32 КСПЭ, прокладываемые горизонтально по конструкциям, стенам, перекрытиям, фермам, эстакадам, следует жестко закреплять в конечных точках, непосредственно у концевых и соединительных муфт, на поворотах трассы, с обеих сторон изгибов высокопрочными полимерными (как правило, из полиамида) кабельными креплениями.

13.6.2.33 КСПЭ, прокладываемые вертикально по конструкциям и стенам, должны быть закреплены (кабельными креплениями) на каждой конструкции.

КСПЭ однофазного исполнения, как правило, закрепляют отдельно.

13.6.2.34 Крепление КСПЭ должно быть выполнено таким образом, чтобы была предотвращена деформация кабелей и муфт под действием собственного веса КСПЭ, а также в результате действия механических напряжений, возникающих при изменениях температуры и КЗ.

Шаг, тип, конструкция и материал креплений определяются при проектировании КЛ в зависимости от места расположения КСПЭ, профиля трассы, конструкции кабелей и технических данных КЛ.

Кабельное крепление должно быть заводского изготовления (выполнено согласно ТУ).

13.6.2.35 В местах жесткого крепления КСПЭ на конструкциях следует применять прокладки из эластичного материала (листовая резина, листовая ПВХ, неопрен и т.д.).

13.6.2.36 Проходы КСПЭ через стены, перегородки и перекрытия в производственных помещениях и кабельных сооружениях следует осуществлять через отрезки неметаллических труб, отфактурованные отверстия в железобетонных конструкциях или открытые проемы.

Зазоры в отрезках труб, отверстиях и проемах после прокладки КСПЭ должны быть заделаны негорючим материалом или изделиями, в том числе термоусаживаемыми манжетами.

В целях ограничения распространения пожара и продуктов горения в смежно расположенные помещения (для заполнения проемов в

противопожарных преградах при прокладке в них КСПЭ) следует применять противопожарные кабельные проходки (по ТКП 45-2.02-142).

При прокладке КСПЭ через строительные конструкции с нормируемыми пожарно-техническими характеристиками (согласно ТКП 45-2.02-92) зазоры между ними на всю толщину конструкций следует заполнять материалами (изделиями), не снижающими предел огнестойкости и класс пожарной опасности конструкции.

13.6.2.37 Не допускается прокладка КЛ без труб (или КБ) при заходах КСПЭ в здания подстанций и кабельные сооружения, а также при проходе через строительные основания.

13.7 Подводная прокладка кабельных линий

13.7.1 Условия и способы подводной прокладки, конструкция КСПЭ должны быть согласованы с предприятием – изготовителем кабеля на стадии проектирования.

13.7.2 При пересечении КЛ рек, озер, каналов и других водоемов КСПЭ должны прокладываться на участках с дном и берегами, мало подверженными размыванию. При прокладке КСПЭ через реки с неустойчивым руслом и берегами, подверженными размыванию, заглубление кабелей в дно должно быть сделано с учетом местных условий. Глубина заложения КСПЭ определяется проектом. Прокладка КСПЭ среднего напряжения в зонах пристаней, причалов, паромных переправ, зимних регулярных стоянок судов и барж не рекомендуется, а КСПЭ высокого напряжения не разрешается.

13.7.3 При прокладке (монтаже) КЛ должны учитываться данные о глубине, скорости и направлении перемещения воды в месте перехода, господствующих ветрах, профиле и химическом составе дна, химическом составе воды.

13.7.4 Прокладка КСПЭ должна производиться по дну таким образом, чтобы в неровных местах они не находились на весу; острые выступы должны быть устранены. Отмели, каменные гряды и другие подводные препятствия следует обходить или предусматривать в них траншеи или проходы.

13.7.5 При пересечении КЛ рек, каналов и других преград КСПЭ, как правило, должны заглубляться в дно на глубину не менее 1 м на прибрежных и мелководных участках.

В водоемах, где периодически производятся дноуглубительные работы, КСПЭ заглубляются в дно до отметки, определяемой по согласованию с организациями водного транспорта.

13.7.6 Расстояние между КСПЭ, заглубляемыми в дно рек, каналов с шириной водоема до 100 м, рекомендуется принимать не менее 0,25 м.

Вновь сооружаемые подводные КЛ должны прокладываться на расстоянии от действующих КЛ не менее 1,25 глубины водоема, исчисленной для многолетнего среднего уровня воды.

При подводных прокладках на глубине более 15 м, а также при скоростях течения более 1 м/с расстояния между отдельными фазами КСПЭ и КЛ принимаются в соответствии с проектом.

13.7.7 При параллельной прокладке КЛ под водой расстояние по горизонтали в свету должно быть не менее 1,25 глубины, исчисленной для многолетнего среднего уровня воды, но не менее 20 м.

13.7.8 На берегах без усовершенствованных набережных в месте подводного кабельного перехода должен быть предусмотрен резерв КЛ в виде восьмерки протяженностью не менее 10 м при речной прокладке.

На усовершенствованных набережных КСПЭ среднего напряжения должны прокладываться в трубах. В месте выхода кабелей, как правило, должны быть устроены кабельные колодцы. Верхний конец трубы должен входить в береговой колодец, а нижний находиться на глубине не менее 1 м от наименьшего уровня воды. На береговых участках трубы должны быть прочно заделаны.

13.7.9 В местах выхода КСПЭ высокого напряжения из подводного перехода на берег кабели (согласно [15]) следует прокладывать в ПЭ трубах, замоноличенных в набережную. Нижний конец подводной трубы должен находиться на уровне дна траншеи подводного перехода. Трубы должны иметь защиту от механических повреждений.

13.7.10 В местах, где русло и берега подвержены размыву, необходимо принять меры против обнажения КСПЭ при ледоходах и наводнениях путем укрепления берегов.

13.7.11 Пересечение КЛ между собой под водой запрещается.

13.7.12 При прокладке в воде трех и более КСПЭ трехфазного исполнения должен быть предусмотрен один резервный кабель на каждые три рабочих.

При прокладке в воде КЛ из одножильных КСПЭ среднего и высокого напряжения должен быть предусмотрен резерв: для одной КЛ – одна фаза, для двух КЛ – две фазы, для трех и более КЛ – по проекту, но не менее двух фаз.

Резервные однофазные КСПЭ должны быть проложены таким образом, чтобы они могли быть использованы взамен любой из действующих рабочих фаз.

Экраны КСПЭ по обоим концам подводного перехода КЛ должны быть заземлены.

13.7.13 Прокладку труб для КЛ при пересечении водных преград методом ГНБ рекомендуется выполнять в соответствии с [25, 26].

На подводных переходах следует применять ПЭ трубы по СТБ ГОСТ Р 50838 (для труб номинальным диаметром до 225 мм) или [20] с SDR не более 11.

13.8 Прокладка кабельных линий по специальным сооружениям

13.8.1 Прокладка КЛ по каменным, железобетонным и металлическим мостам должна выполняться под пешеходной частью моста в каналах или в отдельно для каждого КСПЭ среднего напряжения несгораемых трубах; необходимо предусмотреть меры по предотвращению стока ливневых вод по этим трубам.

13.8.2 По металлическим и железобетонным мостам (при подходе к ним), а также в местах перехода с конструкции моста в грунт КСПЭ среднего напряжения рекомендуется прокладывать в асбестоцементных трубах.

Все подземные кабели при прохождении по металлическим и железобетонным мостам должны быть электрически изолированы от металлических частей моста. Рекомендуется прокладка КЛ на опорных изоляторах (с желобом) номинального напряжения 10 кВ.

13.8.3 Прокладка КЛ по деревянным сооружениям (мостам, причалам, пирсам и т.п.) должна выполняться трехжильными КСПЭ одной строительной длины в стальных трубах.

Рекомендуется использовать КСПЭ с усиленной изоляцией, медными ТПЖ и с оболочкой, не распространяющей горение.

13.8.4 В местах перехода КСПЭ через температурные швы мостов и с конструкций мостов на устои должны быть приняты меры для предотвращения возникновения в кабелях механических усилий.

13.8.5 Прокладка КЛ напряжением 6, 10 кВ по плотинам, дамбам, пирсам и причалам непосредственно в земляной траншее допускается при толщине слоя земли не менее 1 м.

13.8.6 Прокладка КЛ высокого напряжения по мостам не допускается.

14 Кабельная арматура. Требования к монтажу муфт

14.1 На КЛ с КСПЭ, как правило, применяют кабельную арматуру (в том числе МК и МС), выполненную на основе термоусаживаемых полимерных материалов (по технологии поперечно сшитых полимеров), прошедшую все необходимые технологические и ресурсные испытания и имеющую сертификаты соответствия национальным и международным стандартам.

Кабельная арматура должна быть испытана аккредитованными испытательными центрами (лабораториями) в соответствии с требованиями ТНПА (ГОСТ, СТБ и/или ТУ) и иметь соответствующие развернутые протоколы испытаний.

Кабельная арматура должна пройти оценку соответствия техническим требованиям (в органах по оценке соответствия).

14.2 Технические и эксплуатационные параметры кабельной арматуры должны соответствовать рекомендациям международных стандартов [3, 24].

14.3 Для оконцевания и соединения КСПЭ среднего напряжения допускается применение муфт, монтаж которых ведется по технологии «холодной усадки». В качестве усаживаемого материала, как правило, используется этилен-пропиленовая резина или силикон.

Муфты холодной усадки рекомендуется применять в местах, в которых производство работ с открытым пламенем затруднено (стесненные условия с большим количеством кабелей) и представляет опасность.

14.4 В кабельных сетях следует применять конструкции и марки кабельных муфт (КМ), соответствующих условиям их работы и окружающей среды (общие требования по изготовлению КМ приведены в приложении П).

КМ должны быть выполнены так, чтобы КСПЭ были защищены от проникновения влаги и вредно действующих веществ.

Типы муфт для КСПЭ, а также способы соединения и оконцевания жил кабелей должны быть указаны в проекте.

14.5 Конструкцию и тип КМ следует выбирать в зависимости от параметров КСПЭ (конструкции, номинального напряжения, количества и сечения жил и т.д.), способа заземления экранов, климатического и механического воздействия, условий безопасности (в том числе пожарной безопасности) и способа прокладки.

14.6 Подготовка рабочего места, разделка кабеля, монтаж муфт и другие работы должны выполняться специально обученным персоналом, имеющим представление о технологии изготовления КСПЭ и знающим процесс монтажа кабельной арматуры.

Организацию работ по монтажу муфт следует проводить в соответствии с приложением П.

14.7 КМ должны иметь систему выравнивания электрического поля.

14.8 В состав кабельной арматуры входят:

- концевые муфты наружной и внутренней установки;
- соединительные муфты (в том числе ответвительные);
- переходные муфты.

14.9 МК для КСПЭ высокого напряжения могут иметь конструктивное исполнение с выводом оптического волокна из экрана кабеля для термомониторинга.

14.10 Расстояние в свету между корпусом муфты для КСПЭ среднего напряжения и ближайшим кабелем, проложенным в земле, должно быть не менее 250 мм.

На крутонаклонных трассах (свыше 20° к горизонтالي) устанавливать МС не рекомендуется. При необходимости установки на таких участках МС они должны располагаться на горизонтальных площадках.

14.11 КСПЭ в кабельных сооружениях прокладывают, как правило, без выполнения на них МС.

МС кабелей, прокладываемых в блоках, должны быть расположены в колодцах.

14.12 Число МС на 1 км вновь строящихся КЛ должно быть не более:

- двух комплектов (в комплекте – три однофазные муфты) для одножильных КСПЭ;

- количество штук для трехжильных КСПЭ – в соответствии с [14].

14.13 Монтажный запас кабеля при монтаже КМ должен быть не менее:

- 1,5 м – для КСПЭ среднего напряжения;
- 5,0 м – для КСПЭ высокого напряжения.

15 Испытание КЛ после прокладки и в процессе эксплуатации

15.1 Испытания КЛ проводятся после завершения монтажа всех комплектов кабельной арматуры в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса, изготовителей и рекомендациями [4, 24].

15.2 Необходимые сведения (в том числе контроль состояния КЛ и основных параметров) для организации работ по испытаниям КЛ приведены в приложении Р.

16 Контроль качества КСПЭ. Требования безопасности. Эксплуатация и техническое обслуживание

16.1 На объектах строительства КЛ должны применяться КСПЭ изготовителей, обеспечивающих качество выпускаемой кабельной продукции.

16.2 Основные положения по контролю качества КСПЭ в процессе производства приведены в приложении С.

16.3 КСПЭ, предназначенные для прокладки в зданиях и сооружениях, не должны распространять горение.

16.4 Значения показателей коррозионной активности продуктов дымо- и газовыделения при горении и тлении оболочки КСПЭ, а также рекомендуемые области применения КСПЭ с учетом их типа исполнения и класса пожарной опасности приведены в таблицах Т.1 и Т.2 (приложение Т).

16.5 Эксплуатацию и техническое обслуживание КЛ с КСПЭ следует выполнять в соответствии с требованиями, изложенными в приложении У:

- общие положения по эксплуатации КЛ (подраздел У.1);
- надзор за состоянием кабельных трасс, сооружений и КЛ (подраздел У.2);
- диагностика технического состояния КЛ (подраздел У.3);
- работы по определению мест повреждений на КЛ (подраздел У.4);
- ремонт и техническое обслуживание КЛ (подраздел У.5).

17 Электромагнитная совместимость

17.1 Для обеспечения необходимой эксплуатационной надежности и экологичности КЛ высокого напряжения следует на стадии проектирования рассмотреть вопросы допустимости воздействующих перенапряжений и влияние магнитных полей кабелей на:

- человека при проведении ремонтных работ в кабельных туннелях, в которых проложены многоцепные КЛ с большой пропускной способностью;
- обитателей ихтиофауны при прокладке подводных КЛ.

17.2 Защитные параметры ОПН, устанавливаемые в схемах КСПЭ высокого напряжения, должны быть обоснованы.

17.3 Заземляющее устройство КЛ должно быть выполнено так, чтобы была обеспечена электромагнитная совместимость электроустановок.

Уровни напряжений и токов, воздействующих на вторичное оборудование, при КЗ и коммутациях в первичных (высоковольтных) сетях не должны превышать допустимых значений для вторичного оборудования.

17.4 При прокладке в туннеле нескольких цепей КЛ высокого напряжения с большой пропускной способностью (с рабочими токами, протекающими по жилам в 1,5–2 кА) следует определить (расчетом) напряженность магнитного поля в предполагаемой зоне нахождения эксплуатационного и ремонтного персонала.

17.5 Должны быть приняты меры по обеспечению допустимых предельных уровней периодического магнитного поля промышленной частоты.

Для снижения интенсивности напряженности магнитного поля в зоне работы обслуживающего персонала рекомендуется (одним из следующих способов):

- максимально сблизить КСПЭ, расположенные по вершинам правильного треугольника многоцепных КЛ (при условии соблюдения теплового режима эксплуатации КЛ);

– осуществить компенсацию магнитных полей за счет выполнения оптимального взаимного расположения всех находящихся в туннеле фаз КСПЭ многоцепных КЛ;

– проложить экранирующие проводники рядом с фазами КЛ.

17.6 Допустимое время пребывания рабочего персонала (согласно [15]) в зоне воздействия электромагнитного поля КЛ высокого напряжения, в случае превышения установленного (допустимого) уровня магнитного поля, приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Предельно допустимые уровни напряженности магнитного поля (Н, А/м) и магнитной индукции (В, мкТл) при общем и локальном воздействии на человека электромагнитного поля частотой 50 Гц

Время пребывания, ч	Допустимые уровни магнитного поля (Н/В) при воздействии	
	общем	локальном
<1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

17.7 Допустимая интенсивность магнитного поля (МП) частотой 50 Гц (согласно [21]) при воздействии на население приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Допустимая интенсивность магнитного поля

№ п/п	Тип воздействия, территория	Интенсивность МП (действующее значение), А/м (мкТл)
1	В жилых помещениях, детских, дошкольных, школьных, общеобразовательных и медицинских учреждениях	5 (4)
2	В нежилых помещениях жилых зданий, общественных и административных зданиях, на селитебной территории, в том числе на территории садовых участков	10 (8)
3	В населенной местности вне зоны жилой застройки, в том числе в зоне воздушных и кабельных линий электропередачи, лиц, профессионально не связанных с эксплуатацией электроустановок	20 (16)
4	В ненаселенной и труднодоступной местности с эпизодическим пребыванием людей	100 (80)

Напряженность (индукция) МП промышленной частоты 50 Гц вне зданий измеряется на высоте 0,5; 1,5; и 1,8 м от поверхности земли.

17.8 Расчет электромагнитного поля для КЛ высокого напряжения рекомендуется выполнять в соответствии с разработанной методикой и [21].

Приложение А (обязательное)

Требования к конструкции и техническим характеристикам КСПЭ, их эксплуатационные свойства

А.1 Токопроводящие жилы КСПЭ должны быть алюминиевыми или медными, одно- или многопроволочными, круглой или секторной формы и соответствовать классу 1 или 2 ГОСТ 22483.

При проектировании КЛ с КСПЭ среднего и высокого напряжения рекомендуется применять (оговаривается при заказе и согласуется с изготовителем) алюминиевые и медные ТПЖ, многопроволочные, круглой формы класса 2 по ГОСТ 22483.

Для одножильных алюминиевых кабелей сечением 95–300 мм² могут быть объединены четыре секторные жилы для образования круглой жилы. Максимальное электрическое сопротивление образованной жилы (согласно ГОСТ 22483) должно быть равно 25 % значения для каждого из четырех секторных частей жилы.

А.2 ТПЖ трехфазных (или трехжильных) КСПЭ должны быть круглой или секторной формы. Для трехфазных КСПЭ с номинальным сечением 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400 мм², как правило, применяется круглая форма ТПЖ.

Допускается для трехжильных КСПЭ номинальным напряжением 6, 10, 15 и 20 кВ применение секторной формы ТПЖ при наличии специального инструмента для разделки кабеля.

А.3 Рекомендуется ТПЖ номинальным сечением 800 мм² и более выполнять из секторных заготовок (типа Milliken).

ТПЖ номинальным сечением 1200 мм² и более следует изготавливать из трех, четырех или пяти уплотненных секторов.

А.4 Многопроволочные ТПЖ должны быть уплотненными.

А.5 Многопроволочные алюминиевые ТПЖ следует изготавливать из алюминиевых проволок. Прочность алюминиевых проволок на разрыв до скрутки в жилу должна быть:

- минимальная – 125 Н/мм²;
- максимальная – 205 Н/мм².

А.6 Поверх каждой ТПЖ должны быть наложены поочередно следующие основные конструктивные элементы КСПЭ:

- а) экструдированный экран (экран по жиле).

Изготавливается из электропроводящей сшитой полимерной композиции.

Толщина экрана (в зависимости от конструкции сечения жилы) указывается в ТУ.

Допускается наложение на ТПЖ синтетической электропроводящей ленты с последующим наложением экструдированного электропроводящего экрана;

б) изоляция из сшитого полиэтилена.

Среднее значение толщины изоляции должно быть не менее его номинального значения.

Минимальное значение толщины изоляции не должно быть меньше номинального значения более чем на $(0,1+0,1\delta_n)$, где δ_n – номинальная толщина изоляции, мм.

Разность, выраженная в процентах от максимального значения толщины изоляции, между максимальным и минимальным значением толщины изоляции (измеренным в одном сечении) должна быть не более 15 %;

в) экструдированный экран (экран по изоляции).

Изготавливается из электропроводящей сшитой полимерной композиции с толщиной для КСПЭ напряжением:

– 6–35кВ – $0,6(\pm 0,3)$ мм;

– 110 кВ – $1,1(-0,3^{+0,7})$ мм.

A.7 В проекте, как правило, указываются следующие параметры КСПЭ:

– число и номинальное сечение токопроводящих жил, мм²;

– номинальное сечение медного экрана, мм²;

– расчетный наружный диаметр кабеля (по информации изготовителя), мм;

– расчетная масса 1 км кабеля (по информации изготовителя), кг.

Допускается указывать другие конструктивные размеры на КСПЭ конкретных марок.

A.8 Значения номинальной толщины изоляции КСПЭ напряжением 6–110 кВ указаны в таблице А.1.

Таблица А.1 – Номинальная толщина изоляции, мм

Номинальное сечение жилы, мм ²	Номинальное напряжение, кВ					
	6	10	15	20	35	110
35–185	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0	–
240	2,6					
300	2,8					
400	3,0					
500–1600	3,2					
150–350	–	–	–	–	–	16,0
400–1200	–	–	–	–	–	15,0

A.9 При производстве КСПЭ должно быть обеспечено качество наложенных поочередно экрана по жиле, изоляции и экрана по изоляции за счет:

- применения «высокочистых» материалов известных (подтвердивших качество продукции) изготовителей (Borealis, DOW Chemical) или аналогов;
- проведения входного контроля;
- современной технологии (в том числе технологии одновременного наложения полупроводящих экранов и изоляции на линиях газовой вулканизации в среде азота и при высоких значениях температуры и давления).

A.10 Поверх электропроводящего экрана по изоляции жил одножильных и трехжильных КСПЭ с жилами круглой формы, а также поверх сердечника КСПЭ с секторными жилами должен быть наложен обмоткой слой из ленты или лент электропроводящей бумаги или электропроводящей синтетической ленты.

A.11 На слой электропроводящих лент должен быть наложен экран из медных проволок номинальным диаметром 0,7–3,0 мм.

В проволочный экран могут быть встроены одна (для контроля состояния кабеля) или две (вторая – для передачи информации от потребителя к ЦП) волоконно-оптические линии.

A.12 На медные проволоки должна быть спирально наложена медная лента толщиной не менее 0,1 мм и шириной не менее 8 мм (не менее 10 мм для КСПЭ 110 кВ) или пасма из медных проволок номинальным диаметром не менее 0,1 мм.

Максимальное расстояние между проволоками экрана – 8 мм.

Разрывы медной ленты, проволок экрана и пасмы не допускаются.

A.13 Поверх медного экрана одножильные КСПЭ и трехжильные КСПЭ с секторными жилами должны иметь разделительный слой, в том числе водоблокирующий (в герметических кабелях).

Материал разделительного слоя должен быть указан в технических условиях на кабели конкретных марок.

A.14 На разделительный слой должна быть наложена выпресованная подушка под броню толщиной не менее 1,0 мм.

A.15 На подушку может быть наложена броня. Тип брони должен быть указан в ТУ.

Одножильные кабели следует изготавливать с броней из круглых проволок или лент из алюминия или алюминиевого сплава.

A.16 На броню из стальных оцинкованных лент или лент из алюминия или алюминиевого сплава допускается наложение обмоткой или продольно полимерной ленты с перекрытием.

Полимерные ленты должны быть совместимы с материалом наружной оболочки.

А.17 Поверх разделительного слоя небронированных КСПЭ, брони или полимерной ленты бронированных КСПЭ должна быть наложена наружная оболочка.

Наружную усиленную оболочку одножильных и трехжильных небронированных КСПЭ следует изготавливать из полиэтилена высокой плотности.

А.18 Материал оболочки: ПВХ пластикат, или ПВХ пластикат пониженной горючести, или ПВХ пластикат пониженной пожарной опасности, или полиэтилен, или полиолефиновой композиции, не содержащей галогена.

Наружная оболочка может быть усиленной и иметь ребра.

В таблице А.2 приведены значения толщины номинальной наружной оболочки и номинальные значения толщины усиленной наружной оболочки для КСПЭ среднего напряжения.

Таблица А.2 – Номинальные значения толщины оболочки КСПЭ среднего напряжения

Расчетный диаметр КСПЭ среднего напряжения под оболочкой, мм	Номинальная толщина наружной оболочки, мм	Номинальная толщина усиленной наружной оболочки, мм
До 40	2,5	3,0
Св. 40 до 50	2,7	3,2
Св. 50 до 60	2,9	3,4
Св. 60	3,5	3,6

Значения толщины наружной оболочки бронированных КСПЭ исполнения «нг(...)-LS и «нг(...)-HF следует принимать по данным изготовителя (согласно ТУ).

А.19 В таблице А.3 приведены номинальные значения толщины наружной оболочки и номинальные значения толщины усиленной наружной оболочки для КСПЭ высокого напряжения.

Таблица А.3 – Номинальные значения толщины оболочки КСПЭ высокого напряжения

Расчетный диаметр КСПЭ высокого напряжения под оболочкой, мм	Номинальная толщина наружной оболочки, мм	Номинальная толщина усиленной наружной оболочки, мм
До 60	3,0	3,6
Св. 60 до 63	3,2	3,8
Св. 63 до 69	3,4	4,0
Св. 69 до 74	3,6	4,2
Св. 74 до 80	3,8	4,4
Св. 80	4,0	4,6

A.20 Минимальное значение толщины наружной оболочки должно быть не менее номинального значения более чем на $(0,1 + 0,15\delta)$, где δ – номинальная толщина оболочки, мм.

Максимальное значение наружной оболочки, как правило, не нормируют.

Допускается изготовление усиленной наружной оболочки без ребер жесткости.

A.21 Экструдирование наружных оболочек следует выполнять на технологических линиях, оснащенных приборами измерения диаметра, контроля герметичности оболочки и устройством для маркирования.

Наружная оболочка не должна иметь вмятин, трещин и рисок, выводящих толщину оболочки за минимальное значение.

A.22 Основные элементы конструкции самонесущего кабеля (СК) среднего напряжения:

а) три одножильных КСПЭ с оболочкой из светостабилизированного полиэтилена скручены вокруг изолированного стального несущего троса номинального сечением 50 или 64 мм²;

б) ТПЖ – алюминиевая, многопроволочная, уплотненная, сечение 50–240 мм²;

в) номинальное сечение медного (или из алюмополимерной ленты) экрана:

1) 16 мм² – для кабелей с ТПЖ сечением 50–120 мм²;

2) 25 мм² – для кабелей с ТПЖ сечением 150–240 мм².

Поверх экрана наложен разделительный слой из водоблокирующей ленты.

A.23 Удельное объемное электрическое сопротивление экструдированных электропроводящих экранов, наложенных поверх ТПЖ и поверх изоляции, измеренное при температуре $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$ до и после старения, должно быть не более:

- 1000 Ом·м – для экрана поверх проводящей жилы;
- 500 Ом·м – для экрана поверх изоляции.

A.24 Электрическое сопротивление ТПЖ, пересчитанное на 1 км длины КСПЭ и температуру 20 °С, выбирают по ГОСТ 22483.

Электрическое сопротивление ТПЖ сечением 630 мм², пересчитанное на 1 км длины кабеля и температуру 20 °С, принимается не более 0,0283 Ом для медной жилы, 0,0469 Ом – для алюминиевой.

A.25 Электрическое сопротивление металлического экрана из медных проволок постоянному току, пересчитанное на 1 км длины КСПЭ и температуру 20 °С, указано в таблице А.4.

Таблица А.4 – Значения электрического сопротивления медного экрана

Номинальное сечение экрана из медных проволок, мм ²	Электрическое сопротивление экрана, Ом, не более
16	1,190
25	0,759
35	0,542
50	0,379
70	0,271
95	0,200
120	0,158
150	0,127
185	0,103
240	0,079
300	0,0601
400	0,0470

A.26 Характеристики материала изоляции (сшитого полиэтилена) указаны в таблице А.5.

Таблица А.5 – Характеристика материала изоляции из СПЭ

Наименование характеристики	Значение
1 До старения	
1.1 Прочность при разрыве, Н/мм ² , не менее	12,5
1.2 Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	200
2 После старения	
2.1 Отклонение* значения прочности при разрыве, %, не более	±25
2.2 Отклонение* значения относительного удлинения при разрыве, %, не более	±25

Окончание таблицы А.5

Наименование характеристики	Значение
3 Усадка	
3.1 Усадка СПЭ, %, не более	4
4 Тепловая деформация	
4.1 Относительное удлинение под нагрузкой, %, не более	175
4.2 Остаточное относительное удлинение после снятия нагрузки и охлаждения, %, не более	15
5 Водопоглощение	
5.1 Увеличение массы, мг/см ² , не более	1
* Отклонение – разность между средним значением, полученным после старения, и средним значением, полученным до старения, выраженная в процентах последнего.	

А.27 Характеристики материалов для наружной оболочки указаны в таблице А.6.

Таблица А.6 – Характеристика материала наружной оболочки

Наименование характеристики	Материал наружной оболочки			
	ПВХ пластикат, в т.ч. пониженной горючести	ПВХ пластикат пониженной пожарной опасности	Полиолефиновая композиция, не содержащая галогенов	ПЭ
1	2	3	4	5
1 До старения				
1.1 Прочность при разрыве, Н/мм ² , не менее	12,5	10,0	9,0	12,5
1.2 Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	150	150	125	300
2 После старения				
2.1 Прочность при разрыве, Н/мм ² , не менее	12,5	10,0	-	-
Отклонение* значения прочности при разрыве, %, не более	±25	±25	±30	-
2.2 Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	150	125	-	300
Отклонение* значения относительного удлинения при разрыве, %, не более	±25	±25	±30	-

Окончание Таблицы А.6

1	2	3	4	5
3 Усадка				
3.1 Усадка, %, не более	-			3
4 Глубина продавливания при высокой температуре				
4.1 Глубина продавливания при высокой температуре, %, не более	50			
5 Потеря массы				
5.1 Потеря массы, мг/см ² , не более	1,5		-	
6 Твердость				
6.1 Твердость по Шору, не менее	-			55 Н _D
* Отклонение – разность между средним значением, полученным после старения, и средним значением, полученным до старения, выраженная в процентах последнего.				

А.28 КСПЭ должны соответствовать требованиям ТУ по следующим основным показателям:

- выдерживаемое переменное напряжение;
- уровень частичных разрядов;
- тангенс угла диэлектрических потерь;
- выдерживаемые импульсные напряжения;
- уровень пробивной напряженности у электропроводящего экрана поверх ТПЖ после электрохимического старения;
- стойкость к наививанию.

А.29 КСПЭ среднего напряжения должны быть стойкими к воздействию повышенной температуры окружающей среды до плюс 50 °С, пониженной температуры окружающей среды до минус 50 °С (кабели с наружной оболочкой из полиэтилена – до минус 60 °С) и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре до 35 °С (условия эксплуатации КСПЭ среднего и высокого напряжения – согласно 8.2).

А.30 Герметизированные КСПЭ должны быть устойчивы к продольному распространению воды при повреждении наружной оболочки. Проникновение воды в кабель не должно превышать 1500 мм в обе стороны от места повреждения наружной оболочки.

А.31 КСПЭ должны быть стойкими к старению при воздействии температуры, превышающей на (10 ± 2) °С длительно допустимую температуру нагрева жилы.

A.32 КСПЭ должны соответствовать климатическому исполнению УХЛ и категориям 1 и 5 (категория уточняется на конкретную марку кабеля) по ГОСТ 15150.

A.33 Другие особенности конструкции должны быть указаны в ТУ на КСПЭ конкретных марок.

A.34 Расчетный наружный диаметр и расчетная масса конкретной марки КСПЭ (указанного сечения) должны быть представлены изготовителем кабельной продукции.

A.35 Строительная длина КСПЭ должна указываться в ТУ на кабели конкретных марок или устанавливаться при заказе.

A.36 Маркировка и упаковка КСПЭ должны соответствовать требованиям ГОСТ 18690 и ТУ на кабели конкретных марок.

Приложение Б (рекомендуемое)

Технические требования к кабельным системам 110 кВ

Б.1 ЭСО должна иметь разработанные (с учетом [24, 29]) типовые технические требования к кабельным системам на номинальное напряжение 110 кВ (далее – КС).

Б.2 Ниже приводится перечень основных типовых технических требований КС (без указания цифровых параметров системы) и их соответствие нормативной документации.

Перечень основных типовых технических требований к КС

Б.2.1 Основные параметры КС.

Б.2.1.1 Номинальная частота, номинальное напряжение (U_0/U), максимальное рабочее напряжение (U_m), испытательное напряжение грозового импульса, испытательное напряжение промышленной частоты должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, [24].

Б.2.2 Требование к конструкции КСПЭ высокого напряжения.

Б.2.2.1 ТПЖ, экран по жиле, изоляция, экран по изоляции, металлический экран, радиальная герметизация алюмополимерной лентой, металлическая оболочка, экструдированная оболочка, броня из стальных проволок, пожаробезопасное покрытие должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, [24], ГОСТ 22483, ТУ изготовителя, ЭСО.

Б.2.2.2 Технология и качество наложения изоляции и экструдированных экранов должны соответствовать ТУ изготовителя, требованиям ЭСО.

Б.2.3 Электрические характеристики кабеля.

Б.2.3.1 Электрическое сопротивление жилы постоянному току, удельное электрическое сопротивление электропроводящего экструдированного экрана по жиле, удельное электрическое сопротивление экструдированного экрана по изоляции, электрическая емкость кабеля, тангенс угла диэлектрических потерь должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, [24], ГОСТ 22483, ТУ изготовителя.

Б.2.4 Требования по прокладке КСПЭ.

Б.2.4.1 Максимальное допустимое тяжение КСПЭ, минимальная допустимая температура воздуха при прокладке КСПЭ, минимальный радиус изгиба кабеля при прокладке, требования к согласованию проектных решений должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, СНиП 3.05.06, ЭСО, ТУ изготовителя.

Б.2.5. Эксплуатационные характеристики.

Б.2.5.1 Верхнее и нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, длительная допустимая и максимальная температура ТПЖ, предельная допустимая температура жилы и экрана при протекании токов КЗ, допустимое время перегрузки, допустимый ток односекундного КЗ по жиле и экрану, срок службы КСПЭ, гарантийный срок эксплуатации и срок хранения должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, [24], ГОСТ 15150, ТУ изготовителя, ЭСО.

Б.2.6 Требования к кабельной арматуре номинального напряжения 110 кВ.

Б.2.6.1 Требования к МК наружной установки.

Степень загрязнения, удельная длина пути утечки, кабельные вводы, электроизоляционная жидкость для заполнения МК и вводов и т.д. должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, [24], ГОСТ 9920, ТУ изготовителя, ЭСО.

Б.2.6.2 Требования к МС для прокладки в земле.

Контактные соединения, возможности соединения оптоволокну внутри кожуха муфты, срок хранения комплектующих должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, [24], ГОСТ 9920, ТУ изготовителя, ЭСО.

Б.2.6.3 Требования к электрической прочности изоляции муфт.

Б.2.7 Требования к маркировке, упаковке, транспортировке, условиям хранения должны соответствовать ТУ изготовителя, ГОСТ 18690.

Б.2.8 Требования к испытаниям должны соответствовать [24], ГОСТ 15.309, ТУ изготовителя, настоящего технического кодекса.

Б.2.9 Требования к приемо-сдаточным испытаниям изготовителей КСПЭ и арматуры.

Б.2.10 Требования к испытаниям на образцах.

Б.2.11 Испытания для подтверждения эксплуатационной надежности КСПЭ и арматуры.

Б.2.12 Типовые электрические испытания на кабеле в комплекте с арматурой.

Б.2.13 Типовые неэлектрические испытания.

Б.2.14 Требования к сервисным центрам (СЦ).

СЦ должен соответствовать требованиям ЭСО.

Б.3 При разработке типовых технических требований к КС пункты соответствия требованиям нормативной документации должны быть конкретизированы.

Приложение В (обязательное)

Требования по проведению входного контроля

В.1 Входной контроль проводит потребитель (заказчик) при приемке закупаемой продукции для КЛ.

Порядок проведения входного контроля устанавливается документом потребителя (стандарт предприятия, документ системы качества и др.).

Входному контролю подлежит вся продукция для КЛ.

В.2 При определении требований к содержанию документа, устанавливающего порядок организации и проведения входного контроля, а также оформлению результатов входного контроля следует руководствоваться требованиями СТБ 1306 и настоящего ТКП.

В.3 Входной контроль должен проводиться на всех этапах – от получения продукции для КЛ до передачи ее в монтаж.

В.4 Входной контроль продукции для КЛ может выполняться силами СМО (по согласованию с ЭСО), осуществляющей прокладку КЛ, в присутствии ответственных представителей изготовителя.

В.5 До начала прокладки КЛ должен быть проведен входной контроль КСПЭ на соответствие всех его параметров проектной документации и ТУ (проверяются тип и конструкция кабеля, геометрические размеры, упаковка и маркировка барабана с кабелем и т.д.) и кабельной арматуры согласно разделу 12.

В.5.1 Идентификация КСПЭ.

Идентификация проводится путем сличения маркировки, нанесенной на КСПЭ, и обозначений кабеля, указанного в сопроводительных документах.

При проведении идентификации необходимо убедиться в соответствии марки КСПЭ, указанной в транспортной накладной, марке кабеля, указанной на бирке барабана и в сопроводительной документации. Проверяется также наличие маркировки с указанием марки КСПЭ и изготовителя на оболочке кабеля.

Объем входного контроля – 100 % (каждый барабан).

В.5.2 Анализ сопроводительной документации.

В состав сопроводительной документации могут входить: документ изготовителя о качестве, сертификат соответствия, техническое свидетельство, сертификат на систему менеджмента качества.

Анализ сопроводительной документации проводится для каждой поступающей потребителю партии КСПЭ.

В.5.3 При проведении входного контроля, как правило, осуществляют проверку следующих параметров качества КСПЭ:

– материал и геометрические параметры ТПЖ;

- материал и геометрические параметры оболочек;
- материал и геометрические параметры экрана и защитных покрытий (в том числе брони);
- наличие, материал и геометрические параметры дополнительных элементов конструкции КСПЭ (заполнитель, элементы герметизации кабеля, маркировка и т.п.);
- отсутствие влаги, герметизация концов КСПЭ;
- электрическое сопротивление ТПЖ (при необходимости);
- электрическое сопротивление изоляции (при необходимости);
- электрическое сопротивление экрана (при необходимости);
- уровень частичных разрядов (при необходимости);
- тангенс угла диэлектрических потерь для КСПЭ высокого напряжения (при необходимости).

В.5.4 Программа и план проведения входного контроля устанавливаются потребителем.

В.5.5 Рекомендуется входной контроль КСПЭ и кабельной арматуры проводить с оформлением в соответствующем журнале следующих процедур:

- проверка наличия и комплектности сопроводительных документов;
- внешний осмотр КСПЭ и кабельной арматуры (сохранность упаковки, комплектность, маркировка и т.д.) и проверка основных технических параметров;
- проверка достаточности данных о качестве требованиям нормативно-технической документации;
- анализ документов, подтверждающих стабильность качества кабельных изделий;
- принятие решения по результатам входного контроля.

В.6 Проверку основных технических параметров КСПЭ рекомендуется осуществлять в два этапа:

- исследование образцов кабелей;
- осмотр барабанов с кабелем перед прокладкой.

В.7 Вскрытие обшивки барабана, как правило, производится в присутствии представителя изготовителя (поставщика).

В.8 При визуальном осмотре КСПЭ на барабане следует убедиться, что оба конца кабеля герметично заделаны защитной капой (кабельным оконцевателем).

Проверяется отсутствие механических повреждений барабана и внешней оболочки кабеля. После осмотра должен быть составлен протокол.

В.9 Всю кабельную арматуру и оборудование (например, ящики транспозиции) следует проверять на комплектность, соответствие

сечению соединительного кабеля, типу и марке по проекту, сроку хранения и т.д.

В.10 Во время погрузки, транспортировки и разгрузки должен быть обеспечен контроль безопасности перемещения груза и его целостность.

В.11 Барабаны с кабелем должны транспортироваться при горизонтальном положении оси барабана, при этом должны соблюдаться меры их защиты от повреждений.

В.12 Должен быть обеспечен контроль целостности обшивки и упаковки, а также герметичности защитных кап на КСПЭ.

В.13 Условия и сроки хранения КСПЭ, арматуры и оборудования должны соответствовать требованиям ГОСТ 18690 и инструкциям изготовителя.

В.14 После приемки продукции на хранение должны быть составлены соответствующие акты.

Приложение Г (справочное)

Технические характеристики типовых КСПЭ среднего напряжения.

Примеры условного обозначения КСПЭ

Г.1 В случае отсутствия технической информации изготовителей при выборе марки КСПЭ (с сечением ТПЖ и экрана) допускается руководствоваться приведенными в данном приложении техническими данными.

Г.2 В данном приложении приведены значения технических данных согласно [6].

Г.3 Длительно допустимые токи одножильных кабелей приведены в таблицах Г.1–Г.6, для трехжильных бронированных и небронированных кабелей – в таблицах Г.7, Г.8.

Значения длительно допустимых токов кабелей рассчитаны для следующих условий:

- коэффициент нагрузки $K_n = 1,0$;
- температура окружающей среды $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ – при прокладке на воздухе и $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ – при прокладке в земле;
- при прокладке кабелей в земле глубина прокладки – $0,7\text{ м}$;
- при прокладке кабелей в земле удельное термическое сопротивление нормализованного грунта – $1,2\text{ К}\cdot\text{м}/\text{Вт}$;
- медный экран заземлен с двух концов кабеля;
- для одножильных кабелей длительно допустимые токи рассчитаны при прокладке их треугольником вплотную, при прокладке в плоскости – при расстоянии между кабелями в свету, равном диаметру кабеля.

**Таблица Г.1 – Длительно допустимый ток одножильного кабеля на
напряжение 6 кВ при прокладке в земле, А**

Номинальное сечение жилы, мм ²	С медной жилой при расположении		С алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треугольником	в плоскости	треугольником
1	2	3	4	5
35	221	193	172	147
50	250	225	195	170
70	310	275	240	210
95	336	326	263	253
120	380	370	298	288
150	416	413	329	322
185	466	466	371	364

Окончание таблицы Г.1

1	2	3	4	5
240	531	537	426	422
300	590	604	477	476
400	633	677	525	541
500	697	759	587	614
630	792	848	653	695
800	825	933	719	780
1000	900	980	790	820

Таблица Г.2 – Длительно допустимый ток одножильного кабеля на напряжение 6 кВ при прокладке на воздухе, А

Номинальное сечение жилы, мм ²	С медной жилой при расположении		С алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треугольником	в плоскости	треугольником
35	250	203	188	155
50	290	240	225	185
70	360	300	280	230
95	448	387	349	300
120	515	445	403	346
150	574	503	452	392
185	654	577	518	450
240	762	677	607	531
300	865	776	693	609
400	959	891	787	710
500	1081	1025	900	822
630	1213	1166	1026	954
800	1349	1319	1161	1094
1000	1415	1433	1345	1200

Таблица Г.3 – Длительно допустимый ток одножильного кабеля на напряжение 10 и 15 кВ при прокладке в земле, А

Номинальное сечение жилы, мм ²	С медной жилой при расположении		С алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треугольником	в плоскости	треугольником
50	250	225	195	170
70	310	275	240	210
95	336	326	263	253
120	380	370	298	288
150	416	413	329	322
185	466	466	371	364
240	531	537	426	422
300	590	604	477	476
400	633	677	525	541
500	697	759	587	614
630	762	848	653	695
800	825	933	719	780
1000	900	1003	800	845

Таблица Г.4 – Длительно допустимый ток одножильного кабеля на напряжение 10 и 15 кВ при прокладке на воздухе, А

Номинальное сечение жилы, мм ²	С медной жилой при расположении		С алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треугольником	в плоскости	треугольником
50	290	240	225	185
70	360	300	280	230
95	448	387	349	300
120	515	445	403	346
150	574	503	452	392
185	654	577	518	450
240	762	677	607	531
300	865	776	693	609
400	959	891	787	710
500	1081	1025	900	822
630	1213	1166	1026	954
800	1349	1319	1161	1094
1000	1423	1411	1220	1180

Таблица Г.5 – Длительно допустимый ток одножильного кабеля на напряжение 20 и 35 кВ при прокладке в земле, А

Номинальное сечение жилы, мм ²	С медной жилой при расположении		С алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треугольником	в плоскости	треугольником
50	230	225	185	175
70	290	270	225	215
95	336	326	263	253
120	380	371	298	288
150	417	413	330	322
185	466	466	371	365
240	532	538	426	422
300	582	605	477	476
400	635	678	526	541
500	700	762	588	615
630	766	851	655	699
800	830	942	722	782
1000	906	1007	805	850

Таблица Г.6 – Длительно допустимый ток одножильного кабеля на напряжение 20 и 35 кВ при прокладке на воздухе, А

Номинальное сечение жилы, мм ²	С медной жилой при расположении		С алюминиевой жилой при расположении	
	в плоскости	треугольником	в плоскости	треугольником
50	290	250	225	190
70	365	310	280	240
95	446	389	348	301
120	513	448	402	348
150	573	507	451	394
185	652	580	516	452
240	760	680	605	533
300	863	779	690	611
400	957	895	783	712
500	1081	1027	897	824
630	1213	1172	1023	953
800	1351	1325	1159	1096
1000	1430	1415	1230	1186

Таблица Г.7 – Длительно допустимый ток трехжильного кабеля на напряжение 6–35 кВ при прокладке в земле, А

Номинальное сечение жилы, мм ²	Кабели с медными жилами на напряжение			Кабели с алюминиевыми жилами на напряжение		
	6 кВ	10 и 15 кВ	20–35 кВ	6 кВ	10 и 15 кВ	20–35 кВ
35	164	–	–	126	–	–
50	192	207	207	148	156	161
70	233	253	248	181	193	199
95	279	300	300	216	233	233
120	316	340	341	246	265	265
150	352	384	384	275	300	300
185	396	433	433	311	338	339
240	457	500	500	358	392	392

Таблица Г.8 – Длительно допустимый ток трехжильного кабеля на напряжение 6–35 кВ при прокладке на воздухе, А

Номинальное сечение жилы, мм ²	Кабели с медными жилами на напряжение			Кабели с алюминиевыми жилами на напряжение		
	6 кВ	10 и 15 кВ	20–35 кВ	6 кВ	10 и 15 кВ	20–35 кВ
35	179	–	–	138	–	–
50	213	206	215	165	159	163
70	263	255	264	204	196	204
95	319	329	331	248	255	256
120	366	374	376	285	291	292
150	413	423	426	321	329	331
185	471	479	481	368	374	375
240	550	562	564	432	441	442

Г.4 При определении длительно допустимых токов для кабелей, проложенных в среде, температура которой отличается от приведенной в п. Г.3, следует применять поправочные коэффициенты, приведенные в таблице Г.9.

Таблица Г.9 – Поправочные коэффициенты на температуру окружающей среды

Условия прокладки	Поправочный коэффициент при температуре среды, °С											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Земля	1,13	1,10	1,06	1,03	1,00	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,77	0,73
Воздух	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Г.5 Значения длительно допустимых токов КСПЭ (в режиме перегрузки при прокладке в земле и на воздухе) могут быть рассчитаны путем умножения значений, указанных в таблицах Г.1, Г.3, Г.5, Г.7, на коэффициент 1,17 и значений, указанных в таблицах Г.2, Г.4, Г.6, Г.8, на коэффициент 1,20.

Г.6 Значения длительно допустимых токов КСПЭ, проложенных в земле в трубах длиной более 10 м, должны быть уменьшены путем умножения значений, указанных в таблицах Г.1, Г.3, Г.5, на коэффициент 0,94, если одножильные кабели проложены в отдельных трубах, и на коэффициент 0,90, если три одножильных кабеля проложены в одной трубе.

Длительно допустимые токи нескольких кабелей, проложенных в земле, включая проложенные в трубах, должны быть уменьшены путем умножения значений токов, указанных в таблицах Г.1, Г.3, Г.5, на коэффициенты, приведенные в таблице Г.10.

Таблица Г.10 – Поправочные коэффициенты при различном числе кабелей

Расстояние между кабелями в свету, мм	Коэффициент при числе кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Г.7 Допустимые токи односекундного КЗ кабелей должны быть не более значений, указанных в таблице Г.11. Токи КЗ рассчитаны при температуре жилы до начала короткого замыкания 90 °С и предельной температуре жилы при коротком замыкании 250 °С.

Таблица Г.11 – Допустимые токи односекундного короткого замыкания по ТПЖ кабелей

Номинальное сечение жилы, мм ²	Допустимый ток односекундного короткого замыкания, кА, кабеля	
	с медной жилой	с алюминиевой жилой
35	5,0	3,3
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
1000	142,9	94,5

Г.8 Допустимые токи односекундного КЗ в медных экранах приведены в таблице Г.12. Токи КЗ рассчитаны при температуре экрана до начала короткого замыкания 80 °С и предельной температуре экрана при коротком замыкании 350 °С.

Таблица Г.12 – Допустимые токи односекундного короткого замыкания по экрану кабелей

Номинальное сечение медного экрана, мм ²	Ток односекундного короткого замыкания, кА, не более
16	2,84
25	4,44
35	6,22
50	8,88
70	12,44
95	16,88
120	21,32
150	26,65
185	32,87
240	42,64

Г.9 Примеры условных обозначений КСПЭ среднего напряжения:

– кабеля марки ПвПу с одной медной многопроволочной круглой токопроводящей жилой номинальным сечением 70 мм², с медным экраном номинальным сечением 16 мм², на номинальное напряжение 35 кВ:

Кабель ПвПу 1х70 мк/16 – 35 ТУ¹

– кабеля марки ПвБВнг(А)-LS с тремя медными многопроволочными секторными жилами номинальным сечением 240 мм², медным экраном номинальным сечением 25 мм², на номинальное напряжение 10 кВ:

Кабель ПвБВнг(А)-LS 3х240 мс/25 – 10 ТУ¹

– кабеля марки ПвПнг(А)-HF с одной медной многопроволочной круглой жилой номинальным сечением 800 мм², с медным экраном номинальным сечением 35 мм², на номинальное напряжение 35 кВ:

Кабель ПвПнг(А)-HF 1х800 мк/35 – 35 ТУ¹

¹ Обозначение технических условий на кабели конкретных марок.

Приложение Д (обязательное)

Перечень химических веществ, вредно действующих на оболочку КСПЭ

Д.1 В таблице Д.1 приведен перечень химических веществ, вредно действующих на оболочку КСПЭ.

**Таблица Д.1 – Перечень химических веществ, вредно
действующих на оболочку КСПЭ**

Устойчивость материала оболочки	Наименование химических веществ
Неудовлетворительная устойчивость при температурах плюс 20 °С и плюс 60 °С	Бром (жидкий или газ), йод в спиртовом растворе и в соли калия, фтор (газ) Галогенопроизводные вещества: бромистый метил, бромоформ, дихлорэтилен, дихлорбензол, дихлорпропилен, метилциклогексан, пропилен дихлорид, тетрахлорэтилен, трихлорбензол, трихлорэтилен, трибромметан, хлорбензол, хлороформ, хлоросульфоновая кислота, хлористый тионил, хлористый этил, хлористый этилен, хлористый метил, хлористый метилен Ароматические углеводороды: дипентен, тетрадекан, тетрагидрофуран, трехокись серы, диэтиловый эфир, дипентен, изопентан, изопропиламин, изопропиловый амин, меркаптанат этила, нитробензол, нитротолуол, N-пентан, олеум, пентан-2, фурфурол, циклогексан, O-Zylene, P-Zylene, этилбензол Азотная кислота (95 % и выше), «царская водка» ($\text{HCl}/\text{HNO}_3=3/1$), серная кислота (кипящая). Кероксин, скипидар (живица)
Ограниченная устойчивость при температуре плюс 20 °С и неудовлетворительная устойчивость при температуре плюс 60 °С	Акрилат этила, декан, дибутиловый амин, дисульфид углерода, ксилол, лигроин, лизоль, метилциклогексан, N-гептан, озон, стирол, тетрахлорид углерода, тетрахлорид титана, тетрахлорметан, треххлористое соединение бора, толуол, тормозная жидкость, хлор (насыщенный водный раствор или газ), хлорид аллила
Удовлетворительная устойчивость при температуре плюс 20 °С и неудовлетворительная устойчивость при температуре плюс 60 °С	Изоприловый эфир, нитроэтан, октиловый спирт, оливковое масло, перекись водорода (90 %), серная кислота (от 80 до 98 %), хлорная кислота (70 %), этилацетат
Ограниченная устойчивость при температурах плюс 20 °С и плюс 60 °С	Ацетон, амилацетат, бензол, бензин, диацетоновый спирт, диэтиловый кенон, гексахлорофен, камфорное масло, сернистый кальций

Окончание таблицы Д.1

Устойчивость материала оболочки	Наименование химических веществ
Удовлетворительная устойчивость при температуре плюс 20 °С и ограниченная устойчивость при температуре плюс 60 °С	Анилин, гексан, дизельное топливо, нефтепродукты, тавот, солидол, бензальдегид, бензолхлорид, серная кислота (70 %), уксусная кислота, (50 %), изооктан, масляная кислота, хромовая кислота, хлорная кислота (50 %), фурфуроловый спирт, этиловый спирт, перекись водорода
Удовлетворительная устойчивость при температурах плюс 20 °С и плюс 60 °С	Моторные смазочные масла, битум, касторовое масло, подсолнечное масло, кукурузное масло, хлопковое масло, вазелин, силиконовые смазки

Приложение Е (обязательное)

Организация проведения строительно-монтажных работ. Хранение и транспортирование барабанов с КСПЭ

Е.1 Организацию проведения строительно-монтажных работ по прокладке КЛ следует выполнять в соответствии с типовыми технологическими картами (ТТК), разработанными в соответствии с требованиями ТКП 45-1.01-159.

Рекомендуется разработать ТТК на способы прокладки КСПЭ (рассмотрены в 13.3).

Е.2 В состав ППР должны входить технологические карты (ТК), регламентирующие правила выполнения отдельных технологических операций (работ), выбор средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), применение машин, механизмов и оборудования, использование необходимых материально-технических ресурсов, обеспечение требований к качеству и приемке работ, охране труда и окружающей среды.

Е.3 Сооружение КЛ должно выполняться СМО, имеющей соответствующее оборудование, приспособления, инструмент и материалы, а также квалифицированных специалистов, аттестованных на право прокладки кабелей и монтажа кабельной арматуры (муфт) и имеющих аттестат соответствия на проведение работ.

Е.4 Для прокладки кабеля СМО должна иметь необходимое количество инструмента, технологического инвентаря, монтажной оснастки и оборудования (в том числе кабельная кабастановая лебедка), примерный перечень которых приведен в таблице Е.1.

**Таблица Е.1 – Перечень оборудования, приспособлений,
инструментов и материалов, необходимых для
прокладки КСПЭ одной строительной длины**

№ пп	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Лебедка с электроприводом или двигателем внутреннего сгорания, тяговое усилие 49 кН (5тс), канатоемкость 600 м, оснащенная устройствами для контроля усилий тяжения, для записи усилий тяжения и автоматического отключения при превышении допустимых усилий	шт.	1
2	Отдающее устройство (грузоподъемность не меньше веса барабана с кабелем, как правило, до 20 т) с тормозом	шт.	1
3	Противозакручивающее устройство	шт.	1
4	Рольчанги	шт.	По ППР

Продолжение таблицы Е.1

№ пп	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
5	Ролики линейные	шт.	По ППР
6	Ролики угловые	шт.	По ППР
7	Воронка разъемная	шт.	По ППР
8	Приспособление для направления кабеля в трубы	шт.	По ППР
9	Распорная стойка	шт.	По ППР
10	Контрольный цилиндр и ерши для прочистки труб и каналов	шт.	По ППР
11	Кабельный чулок или клиновой захват	шт.	3
12	Устройство для группирования кабелей (при одновременной протяжке трех кабелей)	шт.	1
13	Крюк для направления кабеля при прокладке	шт.	1
14	Переговорное устройство, радиостанции или полевые телефоны	шт.	По ППР
15	Набор инструментов и приспособлений для кабельных работ типа НКИ – 3М	шт.	1
16	Баллон с пропаном типа БЗ-50 с редуктором типа ДПИ1-65	шт.	1
17	Горелка газовая со шлангом	шт.	1
18	Лента ПВХ пластиката шириной 30–50 мм ТУ6-05-1254-75 ГОСТ 16272-79	кг	0,2
19	Бязь белая	м	2
20	Ветошь чистая обтирочная ТУ РБ 00012641.094-98	кг	2
21	Тавот или солидол (для кабелей с ПВХ оболочкой), технический вазелин (для кабелей с ПЭ оболочкой)	кг	По ППР
22	Ролики для каната	шт.	По ППР
23	Щит деревянный	шт.	По ППР
24	Пила циркулярная электрическая	шт.	1
25	Ножницы НБК-2	шт.	1
26	Набор ключей гаечных	шт.	1
27	Набор отверток	шт.	1
28	Набор напильников	шт.	1
29	Нож разделочный	шт.	3
30	Молоток с гвоздодером	шт.	3
31	Топор	шт.	1
32	Пассатижи	шт.	1
33	Ножовки по дереву и металлу	шт.	2
34	Гвозди	кг	По ППР
35	Кисточка (ширина 15–20 мм)	шт.	2
36	Рулетка измерительная металлическая	шт.	2
37	Штангенциркуль	шт.	1
38	Линейка измерительная металлическая	шт.	2
39	Капа	шт.	по ППР

Окончание таблицы Е.1

№ пп	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
40	Краска для наружных работ (цвет черный, желтый, зеленый и красный)	кг	По ППР
Комплект материалов для ремонта оболочки с использованием термоусаживаемой манжеты			
1	Ацетон технический ГОСТ 2768-84	л	1
2	Термоусаживаемая манжета с замком	шт.	По ППР
Комплект материалов для ремонта с использованием лент ЛЭТСАР ЛП			
1	Ацетон технический ГОСТ 2768	л	1
2	Лак КО-916 ГОСТ 16508	кг	0,05
3	Лента ЛЭТСАР ЛП ТУ 38.103.272-75	кг	0,2
4	Лента ПВХ пластика шириной 30–50 мм ТУ6-05-1254-75 ГОСТ 16272	кг	0,3
5	Лента смоляная ТУ 16.503.020-76	кг	1
Комплект материалов для ремонта с использованием лент RULLE			
1	Ацетон технический ГОСТ 2768-84	л	1
2	Лента RULLE 1 или RULLE 2	шт.	По ППР

Е.5 Лебедка должна иметь аппаратуру и приборы, осуществляющие мониторинг заданных параметров усилий тяжения КСПЭ, с их регистрацией и автоматическим отключением, если усилие тяжения превысит заданную величину.

Е.6 Оборудование для протяжки КСПЭ должно позволять плавно регулировать скорость тяжения вплоть до остановки и измерять его длину.

Е.7 Целесообразно на сложных участках трассы КЛ 110 кВ (с большим расчетным усилием тяжения) применять дополнительные синхронизированные тяговые устройства.

Е.8 Организации, выполняющие ЗПП методом ГНБ, должны иметь полный комплект оборудования:

- основное оборудование (буровая установка в комплекте с буровым инструментом, оборудование для приготовления, подачи, регенерации бурового раствора и контрольные локальные системы);

- дополнительное оборудование (доталкиватели труб, усилители тяги, емкости для хранения бурового раствора, шламовые и водяные насосы, технологические трубопроводы и шланги для подачи раствора и воды).

Е.9 Хранение и транспортирование барабанов с КСПЭ следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 18690, ГОСТ 15150 (в части воздействия климатических факторов) и нормативно-технической документацией изготовителя.

Е.10 Условия хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе ОЖЗ.

Допускается хранение КСПЭ на барабанах в обшитом виде на открытых площадках.

Срок хранения КСПЭ на открытых площадках – не более двух лет, под навесом – не более пяти лет, в закрытых помещениях – не более десяти лет.

Е.11 При транспортировании и хранении концы КСПЭ должны быть герметически заделаны термоусаживаемыми капами.

Е.12 Во время погрузки, транспортирования и хранения КСПЭ следует обеспечить контроль, ремонт оболочек и замену кап (при необходимости) во избежание проникновения воды под оболочку.

Е.13 Барабаны с КСПЭ должны транспортироваться в обшитом виде при горизонтальном положении оси барабана и должны быть надежно закреплены.

Перевозка КСПЭ барабанов «плашмя» (на щеке барабана) не допускается.

Е.14 Допускается барабаны с КСПЭ перекачивать на короткое расстояние (как правило, до 20 м) по ровному и жесткому основанию, по направлению, указанному на щеке барабана. Концы КСПЭ должны быть закреплены на барабане.

Е.15 Разгрузка барабанов с КСПЭ сбрасыванием и скатыванием с транспортных средств запрещается.

Е.16 Перед прокладкой КСПЭ должны быть произведены подготовительные работы в соответствии с [13], [15] и ППР.

Установку барабанов с кабелем, механизмов и приспособлений по трассе КЛ (ролики, распорные крепления, обводные устройства, воронки и т.д.), пересечения с другими коммуникациями, подготовку трубных переходов и т.д. следует выполнять согласно ППР с соблюдением требований техники безопасности.

Е.17 Траншеи и кабельные сооружения (по трассе КЛ) следует осмотреть и принять к производству работ. Трасса КЛ перед началом прокладки КСПЭ должна быть принята по акту на соответствие проектной документации и требованиям нормативной документации изготовителя КСПЭ.

При отступлении от проекта все изменения выполняются в установленном порядке.

Е.18 Прокладку КСПЭ рекомендуется начинать после окончания всех строительных работ. На кабельных траншеях (конструкциях в траншее), в кабельных сооружениях и производственных помещениях должны быть закончены строительно-монтажные работы (в том числе сварочные) и отделочные работы, а также произведен (при

необходимости) монтаж осветительного оборудования, вентиляции, систем пожаротушения и водоотведения.

Е.19 Прокладка КСПЭ без предварительного подогрева разрешается при температуре окружающей среды не ниже минус 15 °С для кабелей с наружной оболочкой из ПВХ пластикатов или из полиолефиновой композиции, не содержащей галогенов. КСПЭ с наружной оболочкой из ПЭ допускается прокладывать без подогрева при температуре не ниже минус 20 °С.

При более низких температурах КСПЭ должен быть прогрет до необходимой температуры. Рекомендуется нахождение КСПЭ в теплом помещении при температуре не ниже плюс 20 °С в течение не менее 24 ч или прогрев его с помощью специального оборудования (как правило, установок горячего воздуха).

Время, температуру и технологию прогрева следует определять с учетом размеров барабанов с КСПЭ (его длиной на барабане), погодных условий и рекомендациями изготовителя.

Запрещается прогрев с применением открытого тепла.

Е.20 Рекомендуется прокладку КСПЭ высокого напряжения выполнять при температуре кабеля и окружающего воздуха не ниже минус 10 °С.

Е.21 КСПЭ следует крепить во время прокладки с помощью проволочного кабельного чулка, закрепляемого на оболочке КСПЭ, или с применением клинового захвата (для КСПЭ с многопроволочными жилами), закрепляемого за ТПЖ.

Допускается использование концевого захвата (как правило, для КСПЭ с однопроволочными жилами).

Е.22 При протяжке КСПЭ в трубы не должен попадать песок и гравий.

Е.23 Рекомендуется при затяжке КСПЭ в трубу применять специальные подталкивающие устройства.

Протягивать КСПЭ через трубы рекомендуется без остановок для исключения больших начальных усилий тяжения.

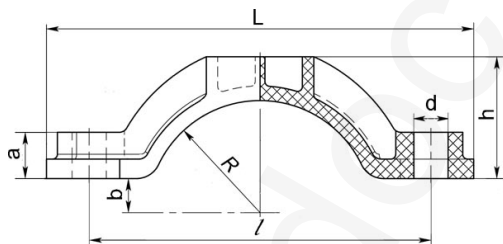
Приложение Ж (рекомендуемое)

Узлы крепления КСПЭ

Ж.1 Высоковольтное кабельное крепление (ВКК)

Ж.1.1 ВКК предназначено для надежного крепления и фиксации одножильных КСПЭ. Крепление обладает стойкостью к климатическим воздействиям (в том числе солнечной радиации и ультрафиолетовому излучению, озону), выдерживает большие механические нагрузки.

Ж.1.2 На рисунке Ж.1 показан внешний вид ВКК с габаритными размерами различных типоразмеров.



Тип крепления	L, мм	l, мм	h, мм	a, мм	b, мм	R, мм	d, мм
ВКК-65/90	175	140	50	19	14	46	13
ВКК-85/105	185	150	64	20	11	53	13
ВКК-100/125	204	170	67	19	14	63	13
ВКК-125/150	234	200	81	20	14	75	13

Рисунок Ж.1 – Внешний вид и габаритные размеры ВКК

Ж.2 Система двухуровневого крепления КСПЭ (СДК)

Ж.2.1 СДК включает узлы крепления для прокладки КСПЭ, расположенные в «ряд», «треугольником» и их комбинации, и эстакадные полки.

СДК решает проблему эффективного наполнения кабельных каналов.

Ж.2.2 На рисунке Ж.2 показан пример двухуровневого крепления КЛ с одножильными КСПЭ:

- с узлами крепления 1 (для горизонтального расположения КСПЭ);
- с узлами крепления 2 (при расположении КСПЭ «треугольником»).

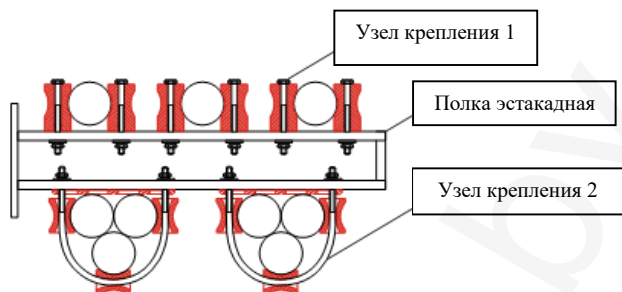
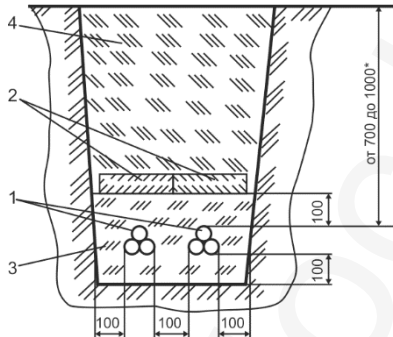


Рисунок Ж.2 – Двухуровневая прокладка КЛ

Приложение К (рекомендуемое)

Прокладка КЛ среднего напряжения в земле (траншее)

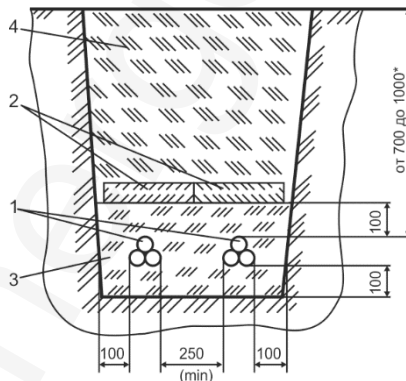
К.1 Прокладка двух КЛ с одножильными КСПЭ в кабельных сетях 6–10 кВ с защитой плитами (кирпичом).



1 – КСПЭ с расположением фаз «треугольником»; 2 – железобетонные плиты (или кирпич); 3 – песчано-гравийная смесь или песок; 4 – засыпной грунт (все размеры указаны в миллиметрах)

Рисунок К.1

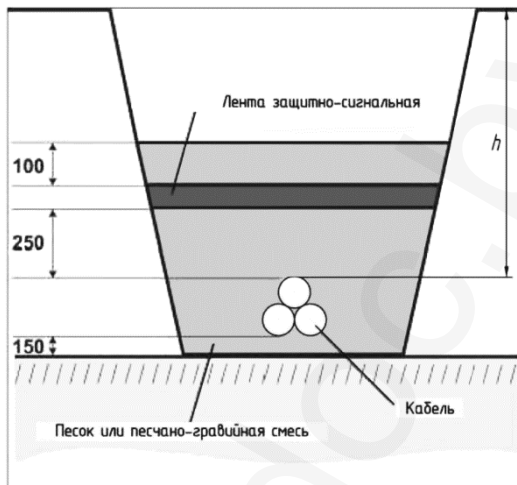
К.2 Прокладка двух КЛ с одножильными КСПЭ в кабельных сетях 20, 35 кВ с защитой плитами (кирпичом).



1 – КСПЭ с расположением фаз «треугольником»; 2 – железобетонные плиты (или кирпич); 3 – песчано-гравийная смесь или песок; 4 – засыпной грунт (все размеры указаны в миллиметрах)

Рисунок К.2

К.3 Прокладка КЛ среднего напряжения (до 20 кВ) с защитой ЛЗС.



h – глубина заложения КСПЭ от 700 до 1000 мм

Рисунок К.3

К.4 Основные технические характеристики ЛЗС:

- 1) материал – полиэтилен высокого давления (или другой равноценный полимер);
- 2) цвет лицевой стороны – красный с надписью «Осторожно: кабель» на русском и английском языках;
- 3) прочность при продольном растяжении, МПа, не менее – 14,7;
- 4) прочность при поперечном растяжении, МПа, не менее – 12,7;
- 5) размеры ленты (рекомендуемые), мм, не менее:
длина рулона – 50 000, толщина – 5, ширина – 125 или 250;
- 6) температура окружающей среды – от минус 40 °С до плюс 50 °С.

При прокладке в траншее одного КСПЭ лента должна укладываться по оси кабеля, при большем их количестве края ЛЗС должны выступать за крайние кабели не менее чем на 50 мм.

При укладке по ширине траншеи более одной ЛЗС смежные ленты должны располагаться с «нахлестом» шириной не менее 50 мм.

Приложение Л (рекомендуемое)

Прокладка КЛ высокого напряжения в земле (траншее)

Л.1 В приложении на рисунках Л.1, Л.2, Л.3 приводятся варианты исполнений прокладок КЛ высокого напряжения в земле (траншее).

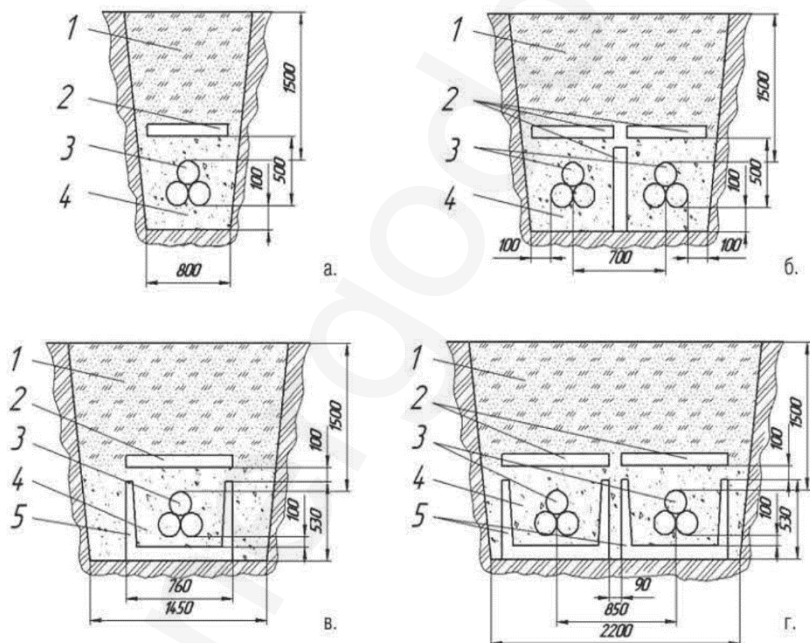
Л.2 На рисунке Л.1 приведены варианты исполнений прокладки одной и двух КЛ высокого напряжения в траншее:

а – одна КЛ непосредственно в земле с защитой железобетонной плитой;

б – две КЛ непосредственно в земле с защитой железобетонными плитами и разделительной плитой между ними;

в – одна КЛ в земле (в железобетонном лотке) с защитой плитой;

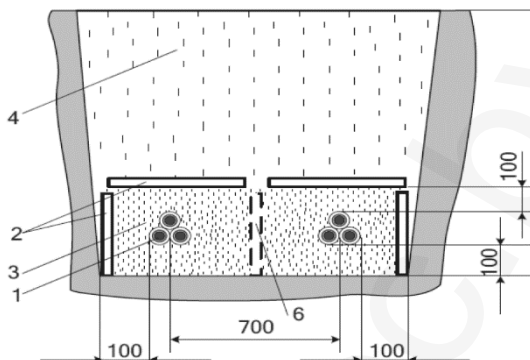
г – две КЛ в земле (в железобетонных лотках) с защитой плитами.



1 – засыпной грунт; 2 – железобетонная плита; 3 – КСПЭ с расположением фаз «треугольником»; 4 – песчано-гравийная смесь; 5 – железобетонный лоток

Рисунок Л.1

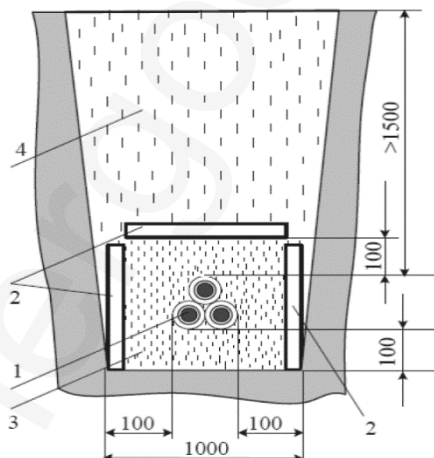
Л.3 На рисунке Л.2 показан вариант прокладки двух КЛ с защитными плитами по бокам от КСПЭ.



1 – КСПЭ с расположением фаз «треугольником»; 2 и 6 – железобетонная плита;
3 – песчано-гравийная смесь; 4 – засыпной грунт

Рисунок Л.2

Л.4 На рисунке Л.3 показан вариант прокладки КЛ с защитными плитами.



1 – КСПЭ с расположением фаз «треугольником»; 2 – железобетонная плита; 3 – песчано-гравийная смесь; 4 – засыпной грунт

Рисунок Л.3

Приложение М (рекомендуемое)

Способы прокладки КСПЭ в кабельных сооружениях

М.1 Схематичный вид прокладки КСПЭ высокого напряжения на полках в кабельных сооружениях и помещениях.

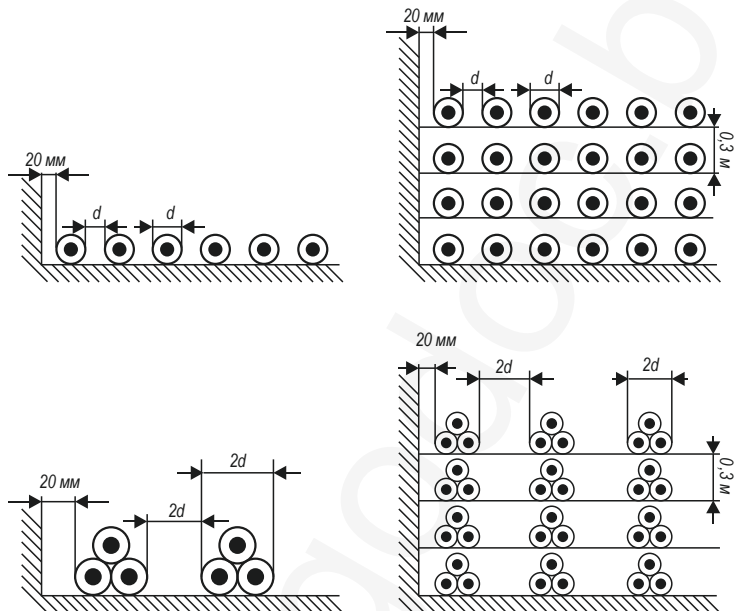
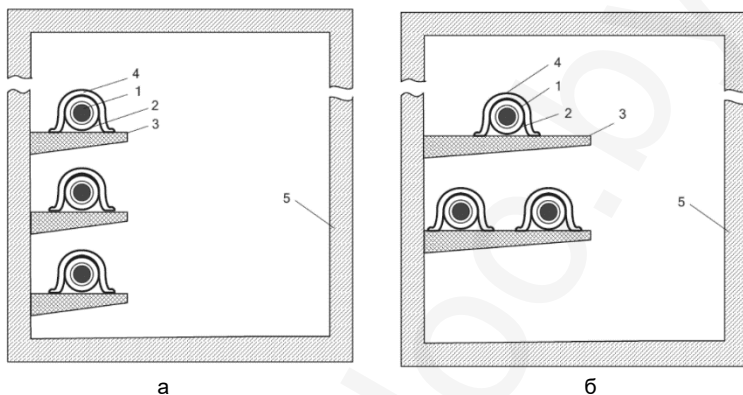


Рисунок М.1

М.2 Способы прокладки КЛ в кабельном туннеле с расположением КСПЭ:

а – вертикально; б – «треугольником» с расстоянием между кабелями по воздуху.



1 – КСПЭ; 2 – прокладка; 3 – полка; 4 – узел крепления; 5 – туннель

Рисунок М.2

Приложение Н (рекомендуемое)

Прокладка КЛ через автомобильные и железные дороги

Н.1 Вариант прокладки КЛ с КСПЭ под автомобильными дорогами:

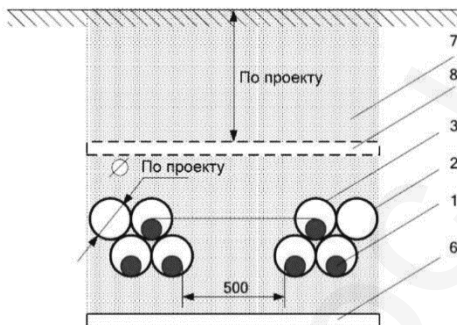


Рисунок Н.1

Н.2 Вариант прокладки КЛ с КСПЭ высокого напряжения под железнодорожными путями:

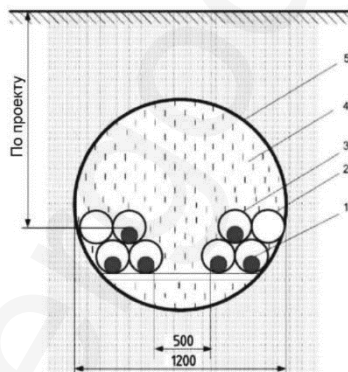


Рисунок Н.2

Пересечение железнодорожных путей, как правило, выполняют с учетом [35].

Условные обозначения к рисункам Н.1 и Н.2:

1 – КСПЭ; 2 – резервная ПЭ труба; 3 – ПЭ труба для фазы КСПЭ; 4 – бетон (по проекту); 5 – стальная труба; 6 – железобетонная плита дорожного типа (по проекту); 7 – засыпной грунт; 8 – железобетонная плита (по проекту)

Приложение П (обязательное)

Общие требования к изготовлению КМ. Организация работ при монтаже кабельной арматуры

П.1 Материалы, применяемые для кабельной арматуры, должны быть устойчивы к воздействию атмосферных условий, солнечной радиации, к трекингу и эрозии, обладать высокими диэлектрическими свойствами и предназначены для эксплуатации в производственных и климатических условиях Республики Беларусь по ГОСТ 15150.

П.2 КМ (в том числе МК и МС) должны изготавливаться в соответствии с требованиями ТНПА (стандартов, ТУ) на муфты конкретных типов по рабочим чертежам, утвержденным изготовителем в установленном порядке.

П.3 Изготовитель должен гарантировать качество КМ проведением необходимых (согласно ТУ) технологических и ресурсных испытаний с предоставлением (при аттестации) подтверждающих документов (сертификаты, протоколы испытаний).

П.4 Комплектующие для кабельной арматуры (термоусаживаемые трубки, другие полимерные элементы муфт, контактные соединители и т.д.) и материалы должны быть промышленного (серийного) изготовления на предприятиях, специализирующихся на выпуске таких изделий.

П.5 Элементы МС, восстанавливающие медный экран КСПЭ, должны быть термически устойчивы к токам КЗ, а также иметь хороший контакт с экраном кабеля.

Материал зажимов и соединителей должен обеспечить электрическое сопротивление, не превышающее удельное электрическое сопротивление материала экрана и ТПЖ.

П.6 Специалист-кабельщик по монтажу КМ должен пройти обучение (теоретическое и практическое) на курсах, как правило, в учебных центрах изготовителя муфт, сдать экзамены квалификационной комиссии и получить удостоверение (сертификат) на право монтажа конкретных муфт с указанием напряжения КЛ.

П.7 Монтаж КМ должен производиться в соответствии с инструкцией по монтажу конкретной муфты, разработанной изготовителем кабельной арматуры.

Применение муфт различных изготовителей кабельной арматуры рекомендуется согласовать с изготовителем КСПЭ.

П.8 Специалисты-кабельщики должны быть обеспечены необходимым инструментом и приспособлениями для проведения технологических операций по монтажу КМ на КСПЭ.

П.9 Газовая горелка должна быть с плавной регулировкой пламени (для равномерного нагрева термоусаживаемой поверхности).

Для монтажа термоусаживаемых элементов применяют, как правило, пропановую или бутановую газовую горелку.

Пламя горелки при усадке элемента муфты должно постоянно перемещаться, чтобы не повредить усаживаемый элемент.

П.10 В состав инструмента для разделки КСПЭ должен входить (в том числе) инструмент для удаления полупроводящего слоя и инструмент для удаления наружного покрова и изоляции.

П.11 В качестве изоляционных материалов в термоусаживаемых муфтах используют, как правило, сшитые радиационным способом термопластичные полимеры (термопластичные полиолефины).

П.12 В муфтах с применением технологии холодной усадки должно быть обеспечено постоянное прижимное давление усаживаемого элемента на кабель после удаления спиралевидного распорного корда.

Допускается применение эластомерных натяжных муфт.

П.13 Перед разделкой кабеля под муфту, участок кабеля необходимого размера следует прогреть до температуры плюс 50 °С.

П.14 Размер котлована для МС должен быть достаточным для производства монтажа муфт.

П.15 Монтажная площадка должна быть оборудована тентом (палаткой).

При соединении кабелей рекомендуется применять подставки для ограничения попадания воды, пыли, грязи.

П.16 Срок службы кабельной арматуры должен быть не менее 30 лет.

Приложение Р (рекомендуемое)

Организация проведения испытаний КЛ

Р.1 Перед началом испытаний производится осмотр всех элементов КЛ и инженерных сооружений, в которых она проложена.

При обнаружении дефектов испытания должны проводиться после их устранения.

Р.2 Если менее чем за один месяц до испытаний проводился плановый осмотр и обход КЛ, то дополнительный осмотр линии перед испытаниями не требуется.

Р.3 КСПЭ и кабельная арматура при внешнем осмотре должны быть без повреждений, которые могли бы повлиять на эксплуатационные свойства КЛ.

Р.4 Результаты испытаний должны быть сопоставлены с нормируемыми значениями и значениями заводских испытаний.

Выход значений измеренных параметров за установленные предельные нормы следует рассматривать как признак наличия дефектов.

Р.5 В качестве исходных контролируемых параметров при вводе КЛ в эксплуатацию рекомендуется принимать значения, указанные изготовителем в паспорте или протоколах испытаний.

Р.6 При эксплуатационных испытаниях в качестве исходных принимаются значения параметров, определенных при вводе КЛ в эксплуатацию.

Р.7 Качество проведенного ремонта КСПЭ оценивается сравнением результатов испытаний после ремонта с данными при вводе в эксплуатацию, принимаемыми в качестве исходных.

Р.8 Организация, проводящая работы по испытанию КЛ, должна иметь:

- все необходимые допуски к работам;
- установки и оборудование, технические характеристики которых не хуже требуемых параметров при испытании и диагностических работах;
- квалифицированный персонал, прошедший обучение и имеющий допуск к проведению работ по испытаниям и измерениям на электрооборудовании свыше 1000 В и имеющий необходимую в соответствии с действующими правилами группу по электробезопасности.

Р.9 Испытания КЛ должны проводиться с соблюдением правил техники безопасности.

Р.10 При испытаниях напряжение должно плавно подниматься до максимального значения и поддерживаться неизменным в течение всего

периода испытаний. Отсчет времени приложения напряжения производится с момента установления его максимального значения.

Р.11 В процессе эксплуатации КЛ уровень значений напряжений, применяемый при испытании изоляции КСПЭ, рекомендуется принимать равным 75 % от уровня значений испытательных напряжений изоляции, принятых при вводе КЛ в эксплуатацию (при приемо-сдаточных испытаниях КЛ).

Для линий со сроком эксплуатации более 15 лет величину испытательного напряжения допускается снижать еще на 20 % при условии увеличения времени испытания.

Р.12 Испытания КСПЭ

Р.12.1 Для КЛ среднего напряжения при вводе их в эксплуатацию должны быть проведены следующие испытания:

- испытание изоляции КСПЭ;
- определение целостности ТПЖ и фазировка КЛ;
- измерение сопротивления ТПЖ (сравнение с данными изготовителя);
- определение электрической емкости КСПЭ;
- измерение сопротивления заземления (заземляющего устройства) КЛ;
- испытание оболочки КСПЭ.

Р.12.2 Изоляцию одножильных КСПЭ среднего напряжения после прокладки и монтажа арматуры рекомендуется испытывать одним из следующих способов (по наличию средств испытаний):

- переменным напряжением $2U_0$ номинальной частотой 50 Гц в течение 60 мин.;
- переменным напряжением U_0 номинальной частотой 50 Гц в течение 24 ч;
- переменным напряжением $3U_0$ номинальной частотой 0,1 Гц в течение 60 мин.

Р.12.3 Наружная оболочка КСПЭ, проложенных в земле, должна быть испытана постоянным напряжением 10 кВ в течение:

- 10 мин. – при приемо-сдаточных испытаниях КЛ (согласно ТКП 339);
- 1 мин. – в процессе эксплуатации КЛ [4].

Испытательное напряжение должно быть приложено между металлическим экраном или броней и заземлителем.

Р.12.4 Испытание изоляции одножильных КСПЭ повышенным постоянным напряжением проводить не следует.

Р.12.5 Для подтверждения качества прокладки и правильности монтажа КЛ высокого напряжения должны быть проведены следующие испытания:

- переменным синусоидальным напряжением частотой 20–300 Гц испытательным напряжением $2U_0$ (между ТПЖ и заземленным экраном), допускается испытывать номинальным рабочим напряжением линии в течение 24 ч без нагрузки;

- определение целостности и правильности фазировки ТПЖ и экранов КСПЭ производится после окончания прокладки КСПЭ, монтажа муфт или отсоединения жил кабелей (в процессе эксплуатации);

- определение сопротивления жил кабеля;

- определение электрической рабочей емкости кабелей;

- измерение распределения тока по одножильным кабелям и экранам;

- проверка заземляющего устройства (измерение сопротивления заземления);

- испытание оболочки кабелей постоянным напряжением;

- измерение характеристик частичных разрядов;

- проверка правильности (монтажа) схемы транспозиции экранов КСПЭ (на КЛ с транспозицией экранов);

- тепловизионное обследование концевых муфт и кабельных вводов в КРУЭ;

- измерение тангенса угла диэлектрических потерь;

- проверка целостности оптоволокну с измерением коэффициента затухания (дБ/км).

Р.12.6 Периодические испытания целостности защитной оболочки КСПЭ высокого напряжения на КЛ с односторонне заземленными экранами или с транспозицией экранов следует проводить по программе и методике, утвержденным ЭСО.

Р.12.7 КЛ среднего напряжения с одножильными КСПЭ (кабельные вставки в ВЛ) следует испытывать перед включением в эксплуатацию и после ремонта основной изоляции.

Испытания оболочек КСПЭ, проложенных в земле, рекомендуется проводить:

- перед включением в эксплуатацию;

- после ремонта основной изоляции КЛ;

- в случае проведения работ (с раскопками) в охранной зоне КЛ и связанного с этим возможного нарушения целостности оболочки;

- периодически один раз в пять лет после включения в эксплуатацию.

Приложение С (рекомендуемое)

Основные положения по контролю качества КСПЭ в процессе производства

С.1 Изготовитель осуществляет производственный контроль и принимает все необходимые меры для того, чтобы процесс производства изделий для КЛ (КСПЭ, арматура, оборудование и т.д.) обеспечивал их соответствие нормативным требованиям (ТУ, ГОСТ, настоящего технического кодекса).

С.2 Требования к процессам производства и контроля, а также результаты их контроля должны быть оформлены документально по форме, установленной изготовителем.

Рекомендуется на КСПЭ и кабельную арматуру (на стадии промышленного производства) оформлять карты технического уровня и качества по ГОСТ 2.116.

С.3 Процесс производства и стабильное функционирование системы менеджмента качества производства должны обеспечивать необходимое качество изделий для КЛ.

Оценку соответствия техническим требованиям изделий для КЛ следует проводить в соответствии с действующим законодательством и ТНПА.

С.4 Изготовленные изделия для КЛ до их отгрузки заказчику (потребителю) подлежат приемке с целью удостоверения годности для дальнейшего использования.

С.5 Для проверки соответствия изделий для КЛ техническим требованиям и контроля качества (согласно ГОСТ 15.309) проводят приемо-сдаточные, периодические и типовые испытания.

С.6 Приемо-сдаточные испытания проводят с целью контроля соответствия продукции требованиям стандартов, установленным для данной категории испытаний.

С.7 Периодические испытания проводят для подтверждения качества и стабильности технологического процесса в установленный период с целью подтверждения возможности изготовления продукции по действующей конструкторской и технологической документации.

Рекомендуемый состав и показатели приемо-сдаточных и периодических испытаний для КСПЭ среднего напряжения и высокого напряжения приведены в С.7.1, С.7.3.

С.7.1 Рекомендуемый состав приемо-сдаточных и периодических испытаний КСПЭ среднего напряжения согласно [4].

Приемо-сдаточные испытания:

- проверка конструкции и конструктивных размеров;
- проверка электрического сопротивления ТПЖ;

- проверка электрического сопротивления изоляции при 20 °С;
- испытание переменным напряжением;
- измерение уровня частичных разрядов;
- проверка маркировки и упаковки;
- проверка стойкости изоляции к тепловой деформации.

Периодические испытания:

- проверка электрического сопротивления металлического экрана из медных проволок;
- проверка удельного объемного электрического сопротивления и постоянного электрического сопротивления изоляции при плюс 20 °С и 70 °С;
- испытание переменным напряжением;
- проверка стойкости КСПЭ к навиванию;
- проверка прочности маркировки;
- проверка стойкости к растрескиванию;
- проверка дымообразования;
- проверка прочности при разрыве алюминиевых проволок и алюминиевых однопроволочных жил.

С.7.2 В состав типовых испытаний КСПЭ среднего напряжения, как правило, входят:

- испытания на стойкость к внешним воздействующим факторам;
- механические и физико-химические испытания материалов изоляции и оболочки;
- электрические испытания, не включенные в приемо-сдаточные и периодические испытания (измерение электрического сопротивления медного экрана, измерение $\tan \delta$ изоляции, испытание импульсным напряжением, измерение удельного электрического сопротивления полупроводящих экранов и т.д.);
- испытание готовых кабелей старением при повышенной температуре для проверки совместимости материалов.

С.7.3 Состав приемо-сдаточных и периодических испытаний (основных) КСПЭ высокого напряжения согласно [5, 24].

Приемо-сдаточные испытания:

- проверка конструктивных элементов и основных размеров;
- проверка размеров выступов на поверхности электропроводящих слоев и наличия полостей и инородных включений;
- проверка маркировки и упаковки;
- определение электрического сопротивления ТПЖ постоянному току;

– испытание переменным напряжением $2,5 U_0$ (не более) частотой 50 Гц в течение 30 мин.;

– определение уровня частичных разрядов (на строительной длине);

– проверка стойкости изоляции кабеля к тепловой деформации.

Периодические испытания:

– определение значения тангенса угла диэлектрических потерь;

– определение уровня частичных разрядов (на образцах, прошедших испытание на изгиб);

– испытание импульсным переменным напряжением;

– проверка стойкости кабеля к навиванию;

– измерение удельного объемного электрического сопротивления электропроводящих экранов.

С.8 Типовые испытания проводят с целью оценки эффективности и целесообразности изменений в конструкции или технологии изготовления, которые могут повлиять на технические характеристики.

Типовые испытания проводят при изменении конструкции КСПЭ, замене материалов или при изменении технологического процесса по специальной программе.

С.9 Приемочные и периодические испытания должны обеспечить достоверную проверку всех свойств.

С.10 Изготовитель должен обеспечить контроль качества и приемку изделий для КЛ службами технического контроля (как правило, ОТК).

С.11 В проектной документации (пояснительной записке), типовых технологических картах должны быть учтены основные требования к качеству КСПЭ.

Приложение Т (рекомендуемое)

Рекомендуемые области применения КСПЭ с учетом типа исполнения и класса пожарной опасности

Т.1 КСПЭ, кабельная арматура, оборудование для КЛ (ОПН, разрядники, концевые и транспозитные ящики и т.д.) должны быть такими, чтобы при применении их по назначению и выполнении норм при прокладке, монтаже, эксплуатации, хранении, перевозке (транспортировании) и техническом обслуживании были обеспечены требования безопасности:

- необходимый уровень защиты от воздействия электрического тока;
- отсутствие недопустимого риска возникновения повышенных температур, дуговых разрядов или излучений, которые могут привести к появлению опасности;
- необходимый уровень изоляционной защиты;
- необходимый уровень механической стойкости;
- необходимый уровень устойчивости к внешним воздействующим факторам, в том числе климатическим условиям внешней среды Республики Беларусь;
- отсутствие недопустимого риска при перегрузках, аварийных режимах и отказах;
- отсутствие недопустимого риска при прокладке КЛ, монтаже и подключении КСПЭ, арматуры и оборудования;
- достаточная термическая и динамическая стойкость к сквозным токам КЗ.

Т.2 КСПЭ должны соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.007.14 и ГОСТ 31565 (в части требования пожарной безопасности).

Т.3 Электрическая безопасность КСПЭ (и СК) обеспечивается выполнением требований к конструкции (согласно А.1-А.22 приложения А) и электрическим параметрам (согласно А.23-А.25 приложения А).

Т.4 КСПЭ по показателям пожарной опасности должны подразделяться на следующие типы исполнения:

- КСПЭ, не распространяющие горение при одиночной прокладке (без обозначения исполнения);
- КСПЭ, не распространяющие горение при групповой прокладке (исполнение – нг(...)(*));
- КСПЭ, не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением (исполнение – нг(...)(*)-LS);

– КСПЭ, не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении (исполнение – нг(...)(*)-HF).

Вместо (*) – указывают соответствующую категорию: А F/R, А, В.

Т.5 Значения показателей коррозионной активности продуктов дымо- и газовыделения при горении и тлении материалов внутренней и наружной оболочки КСПЭ исполнения «нг(...)-LS» и «нг(...)-HF» должны соответствовать указанным в таблице Т.1

Таблица Т.1 – Показатели коррозионной активности

Наименование показателей	Значение	
	для ПВХ пластика пониженной пожарной опасности	для полиолефиновой композиции, не содержащей галогенов
1 Количество выделяемых газов галогенных кислот в пересчете на HCL, мг/м, не более	140	5,0
2 Проводимость водного раствора с адсорбированными продуктами дымо- и газовыделения, мк См/мм, не более	-	10,0
3 рН, не менее	–	4,3

Т.6 Рекомендуемые области применения КСПЭ с учетом их типа исполнения и класса пожарной опасности приведены в таблице Т.2.

Таблица Т.2 – Рекомендуемые области применения КСПЭ

Тип исполнения КСПЭ	Класс пожарной опасности*	Рекомендуемая область применения
1	2	3
Без обозначения	01.8.2.5.4	Для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях Групповая прокладка разрешается только в наружных электроустановках и производственных помещениях, где возможно лишь периодическое присутствие обслуживающего персонала, при этом необходимо применять пассивную огнезащиту

Окончание таблицы Т.2

1	2	3
нг (AF/R) нг (A) нг (B)	П1а.8.2.5.4 П1б.8.2.5.4 П2.8.2.5.4	Для прокладки, с учетом объема горючей нагрузки КСПЭ, в открытых кабельных сооружениях (эстакадах, галереях) наружных электроустановок
нг (AF/R) – LS нг (A) – LS нг (B) – LS	П1а.8.2.2.2 П1б. 8.2.2.2 П2. 8.2.2.2	Для прокладки, с учетом объема горючей нагрузки КСПЭ, во внутренних электроустановках, а также в зданиях, сооружениях и закрытых кабельных сооружениях
нг (AF/R) – HF нг (A) – HF нг (B) – HF	П1а.8.1.2.1 П1б 8.1.2.1 П2. 8.1.2.1	Для прокладки, с учетом объема горючей нагрузки КСПЭ, во внутренних электроустановках, а также зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в многофункциональных высотных зданиях и зданиях-комплексах
*Классификационное буквенное обозначение по ГОСТ 31565. Допускается применять кабельные изделия с более высокими показателями пожарной опасности.		

Т.7 КСПЭ с наружной оболочкой из ПВХ пластика не должны распространять горение при одиночной прокладке.

Т.8 КСПЭ исполнения «нг(...)», «нг(...)-LS» и «нг(...)-HF» не должны распространять горение при групповой прокладке (с учетом объема горючей нагрузки КСПЭ).

Приложение У (обязательное)

Требования по эксплуатации и техническому обслуживанию КЛ

У.1 Общие положения

У.1.1 ЭСО должна иметь план местности (в том числе проект) с нанесенными на нее кабельными трассами и всеми сооружениями (с привязками к существующим сооружениям), который должен регулярно корректироваться (как правило, один раз в два года) с учетом произошедших изменений.

У.1.2 Открыто проложенные КСПЭ, а также все КМ должны быть обозначены бирками.

На бирках кабелей в конце и начале КЛ следует указывать марку КСПЭ, напряжение, сечение, номер или наименование КЛ.

Каждая муфта КЛ должна быть обозначена биркой с указанием номера муфты и даты монтажа, наименования КЛ (или фазы кабеля – для одножильных КСПЭ), названия СМО и фамилии специалиста, производившего монтаж.

У.1.3 Бирки и надписи на них должны быть стойкими к воздействию окружающей среды

Бирки должны быть расположены с расстоянием через каждые 50 м по длине КЛ, на открыто проложенных участках, а также на поворотах трассы и в местах прохода КСПЭ через огнестойкие перегородки и перекрытия (с обеих сторон).

У.1.4 Для контроля тока, протекающего по экранам КСПЭ одножильного исполнения с транспозицией экранов, следует применять токовые клещи с соответствующим диапазоном измерения.

У.1.5 В процессе эксплуатации КЛ высокого напряжения следует осуществлять контроль тепловых параметров линии.

Для получения фактических тепловых условий эксплуатации КЛ рекомендуется применять системы теплового мониторинга в режиме реального времени на основе оптоэлектронных устройств, волоконной оптики, встроенной непосредственно в силовую кабель, и сервисных программ диспетчеризации.

У.1.6 Непрерывный мониторинг фактического теплового режима эксплуатации КЛ высокого напряжения, как правило, применяется для:

- выявления случаев превышения номинальной рабочей (а также максимально допустимой) температуры КСПЭ по времени и месту вдоль трассы КЛ;

- своевременного предотвращения токовых перегрузок КЛ;

- прогнозирования допустимой нагрузки при достижении КСПЭ максимальной расчетной температуры;

- надежности электроснабжения за счет принятых мер по обеспечению оптимальных токовых нагрузок КЛ и снижения вероятности повреждения КСПЭ по тепловому режиму;

- прогнозирования остаточного ресурса КСПЭ на основе комплексной диагностики технического состояния КЛ.

У.1.7 При приемке КЛ в эксплуатацию следует обратить особое внимание на соответствие способов прокладки КСПЭ проектным решениям (с учетом мероприятий по защите КСПЭ от механических повреждений), а также способу крепления кабелей, исключающих возможность повреждения оболочек.

У.1.8 В ЭСО на каждую КЛ должен быть заведен архив в бумажном и/или электронном виде, в котором хранится вся техническая документация согласно утвержденному перечню (в том числе паспорт КЛ, акты повреждений и т.д.).

В процессе эксплуатации следует вести журналы по обходам и осмотрам КЛ с записями обнаруженных дефектов.

У.2 Надзор за состоянием кабельных трасс, сооружений и КЛ

У.2.1 Надзор за КЛ, кабельными трассами и сооружениями (далее – надзор) следует производить с целью проверки их состояния, соответствия правил охраны электрических сетей, своевременного обнаружения каких-либо изменений, возникающих на трассах линий, а также за состоянием кабельной арматуры.

У.2.2 Надзор должен проводиться перед включением КЛ в эксплуатацию, периодически во время эксплуатации и после ремонтных работ.

Внеочередные обходы и осмотры производятся после аварийного отключения КЛ, во время массовых посадок зеленых насаждений, во время работ вблизи КЛ землеройных, ударных и пневматических машин, а также в период паводков и затоплений (после ливней).

Осмотры КЛ среднего напряжения должны проводиться в следующие сроки, не реже:

- одного раза в три месяца трасс КСПЭ, проложенных в земле;
- одного раза в шесть месяцев трасс КСПЭ, проложенных в зданиях и кабельных сооружениях;
- одного раза в трое суток концевых муфт, на объектах с постоянным дежурством персонала;
- одного раза в шесть месяцев концевых муфт, на объектах без постоянного дежурства персонала;
- одного раза в шесть месяцев кабельных колодцев.

Осмотры КЛ высокого напряжения должны проводиться в следующие сроки, не реже:

- одного раза в месяц трасс КСПЭ, проложенных в земле;
- одного раза в три месяца трасс КСПЭ, проложенных в кабельных сооружениях;
- одного раза в трое суток концевых муфт, на объектах с постоянным дежурством персонала;
- двух раз в месяц концевых муфт, на объектах без постоянного дежурства персонала;
- одного раза в шесть месяцев специальных кабельных колодцев (переходных пунктов).

Рекомендуется концевые муфты на КЛ высокого напряжения в течение первого месяца эксплуатации осматривать ежедневно.

Периодически, но не реже одного раза в шесть месяцев, выборочные осмотры КЛ должен проводить административно-технический персонал.

У.2.3 При обходах и осмотрах трасс КЛ должны быть проведены:

- проверка состояния охранной зоны КЛ (в соответствии с правилами охраны электрических сетей);
- проверка наличия у организаций, проводящих работы вблизи трассы КЛ, согласований с ЭСО;
- осмотр места пересечения кабельных трасс с автомобильными и железными дорогами, инженерными сооружениями и другими препятствиями;
- проверка состояния кабельных сооружений (в том числе люков кабельных колодцев, загазованность, исправность освещения, исправность устройств сигнализации и пожаротушения, проникновение грунтовых и сточных вод, степень коррозии и т.д.);
- осмотр КЛ, проложенных в кабельных сооружениях (в том числе состояние КМ, крепление КСПЭ, входы кабелей в кабельные сооружения и здания, проходы через стены и т.д.);
- проверка мест выхода КСПЭ на стены и опоры ВЛ;
- проверка наличия реперов;
- осмотр других мест на трассе КЛ с возможными нарушениями и неисправностями.

У.2.4 Надзор, как правило, осуществляет инженерно-технический персонал ЭСО с регистрацией в соответствующем журнале.

У.2.5 ЭСО должна проводить надзор за работами, производящимися на трассах КЛ и вблизи них, на весь период проведения работ.

У.2.6 Раскопку КЛ специальными землеройными машинами, а также рыхление грунта над КСПЭ с применением отбойных молотков, ломов и кирок следует производить не более чем на глубину залегания защитного покрытия (или ЛЗС, ЛПЗС). Остальной слой грунта должен

удаляться вручную лопатами, с обогревом грунта при отрицательных температурах, при этом приближение источника тепла к КЛ ближе 0,15 м не допускается.

У.2.7 При проведении работ, не связанных с раскопкой, прокладкой или ремонтом КСПЭ, применение землеройной техники на расстояние менее 1 м, а ударных и вибропогружных механизмов, установок ГНБ менее 5 м от кабельной трассы не допускается.

У.2.8 При вскрытии в плановом порядке КЛ, проложенной в земле, работы следует проводить в соответствии с ППР, согласованному с ЭСО.

В случае нарушения при производстве работ на КЛ (или вблизи КЛ) требований настоящего стандарта и ППР все работы должны быть прекращены.

У.2.9 В случае повреждения КСПЭ при проведении земляных работ на трассе КЛ необходимо немедленно уведомить ЭСО.

У.3 Диагностика технического состояния КЛ

У.3.1 Диагностический контроль технического состояния кабельных линий с применением КСПЭ должен предоставлять ЭСО достоверные сведения о состоянии кабельной системы (КСПЭ и КМ), на основании которых принимаются решения о вводе КЛ в эксплуатацию, продолжении эксплуатации, ремонте или замене КСПЭ (или муфт).

Эффективная диагностика технического состояния должна выявлять дефекты в элементах КЛ на ранней стадии их развития и прогнозировать негативные последствия.

У.3.2 Система диагностического контроля должна обеспечить:

- предупреждение аварийных процессов из-за внутренних дефектов кабельной системы и принятие мер, исключающих неконтролируемое развитие дефектов;
- прогнозирование нагрузочной способности КЛ;
- контроль информации о техническом состоянии КЛ;
- снижение влияния человеческого фактора (в том числе на электробезопасность персонала) в процессе сбора информации, ее обработки и формирования результатов диагностики.

У.3.3 На КЛ высокого напряжения рекомендуется установка датчиков для подключения систем диагностического мониторинга под рабочим напряжением.

Периодическое комплексное диагностирование технического состояния КЛ следует проводить по действующим программам и типовым техническим заданиям.

У.3.4 Организация, производящая работы по диагностике технического состояния КЛ, должна иметь:

- допуск для проведения диагностических работ;

- необходимое оборудование для подключения измерительной аппаратуры и проведения диагностических измерений;
- квалифицированный персонал, прошедший обучение и имеющий право на проведение диагностических работ и работ по испытаниям и измерениям на электрооборудовании свыше 1000 В.

У.3.5 Диагностику технического состояния КЛ следует проводить:

- перед вводом КЛ в эксплуатацию (до проведения приемочных испытаний КЛ) с целью выявления дефектов монтажа;
- в процессе эксплуатации КЛ под рабочим напряжением;
- после ремонта КЛ (до включения в работу и после подачи напряжения на КЛ);
- в соответствии с рекомендациями изготовителя (изготовителей) КСПЭ и КМ;
- с учетом требований настоящего ТКП и действующих стандартов (в том числе международных).

У.3.6 При проведении диагностики кабельной системы должны применяться неразрушающие методы испытаний и контроля технического состояния КСПЭ и КМ.

Рекомендуется проведение комплексного диагностического обследования КЛ.

У.3.7 Комплексное диагностическое обследование КЛ, как правило, включает:

- визуальный осмотр КЛ;
- измерение сопротивления изоляции КСПЭ;
- измерение уровня частичных разрядов (ЧР) с локализацией места их возникновения (диагностика ЧР);
- диэлектрическую диагностику, а именно: определение тангенса угла диэлектрических потерь ($\tan \delta$) и/или измерение тока утечки (релаксации);
- импульсную рефлектометрию;
- тепловизионный контроль контактных соединений.

Программу комплексного диагностического обследования (в зависимости от наличия средств диагностики) определяет ЭСО.

У.3.8 Диэлектрическую диагностику и измерение уровня ЧР следует проводить при испытаниях КЛ (после прокладки, ремонтов), а также в процессе эксплуатации.

Периодичность указанных работ устанавливается ЭСО и должна зависеть от:

- требований к надежности электроснабжения потребителя (его категорийности);
- анализа надежности работы КЛ;

- срока эксплуатации КЛ;
- результатов предыдущих испытаний.

У.3.9 При наличии на КЛ системы непрерывного диагностического мониторинга (СНДМ) периодичность проведения ее эксплуатационных испытаний (диагностики) должна устанавливаться ЭСО по результатам измерений СНДМ и с учетом рекомендаций У.3.8.

У.3.10 При проведении диэлектрической диагностики и измерения уровня ЧР изоляции КЛ методика измерений должна соответствовать требованиям производителя диагностического оборудования, а подаваемое испытательное (диагностическое) напряжение не должно превышать следующих значений:

- $2 U_0$, для КЛ среднего напряжения;
- $1,5 U_0$, для КЛ высокого напряжения.

У.3.11 Измерение $\tan \delta$, дающее комплексную оценку состояния изоляции (без локализации дефекта), следует проводить:

- перед вводом КЛ в работу от стороннего источника напряжения;
- в процессе эксплуатации КЛ;
- после ремонта КЛ (от стороннего источника и после подачи напряжения);
- в соответствии с рекомендациями изготовителя.

У.3.12 Тепловизионный контроль КЛ должен проводиться для выявления дефектов, связанных с изменением температуры поверхности наблюдаемого элемента КЛ (МС и МК, открытые участки КСПЭ, транспозиционные и концевые коробки, контактные соединения ошиновки и заземлителей).

У.3.13 Тепловизионный контроль следует проводить:

- после включения КЛ и до достижения установившегося режима;
- перед первым включением под нагрузку (для КЛ высокого напряжения);
- не реже одного раза в год;
- при выявлении развивающегося дефекта КЛ другими диагностическими методами контроля (внеочередной тепловизионный контроль).

У.3.14 Критерии оценки состояния КЛ по результатам проведенной диагностики должны определяться в соответствии с методикой производителя диагностического оборудования, рекомендациями изготовителей КСПЭ и кабельных муфт (при наличии), а также согласно утвержденной нормативной документации ЭСО.

У.4 Определение мест повреждений на КЛ

У.4.1 Работы по определению мест повреждений КЛ (далее – ОМП) рекомендуется производить в три этапа:

- диагностика повреждения (определение характера повреждения и ориентировочное расстояние до места повреждения);
- определение зоны предполагаемого повреждения одним из методов предварительного поиска повреждений;
- уточнение местонахождения повреждения одним из методов точного поиска повреждений.

У.4.2 Необходимый метод ОМП следует выбирать в зависимости от характера повреждения, а именно:

- повреждение изоляции, вызывающее замыкание одной фазы на землю;
- обрыв фазы с заземлением или без заземления;
- сложные повреждения, представляющие комбинации из упомянутых видов повреждений;
- повреждение оболочки;
- повреждение оптического волокна в экране (для КСПЭ высокого напряжения).

У.4.3 Измерения должны производиться на КЛ, отключенной от источника питания и отсоединенной от всех потребителей электрической энергии с учетом наведенного напряжения от соседних КЛ.

У.4.4 Трасса КЛ (при аварийном отключении) должна быть осмотрена. Следует произвести осмотр КСПЭ и муфт в кабельных сооружениях.

У.4.5 Рекомендуется использование геоинформационной системы (ГИС) с нанесенными на карту трассами КЛ (с привязками к местности), коммуникациями и с электронными маркерами.

У.4.6 При повреждении КСПЭ высокого напряжения со встроенным оптоволоконным кабелем информация о месте его повреждения (а также самого кабеля) рекомендуется определять с учетом установленной системы мониторинга температуры.

У.4.7 Для оперативного устранения неисправности при аварийном отключении КЛ и ее последующего включения должны быть выполнены:

- проверка целостности основной изоляции;
- ОМП основной изоляции;
- проведение ремонтных работ;
- испытание оболочек КСПЭ.

У.4.8 Для установления характера повреждения КЛ следует:

- измерить сопротивление изоляции каждой ТПЖ по отношению к земле мегаомметром на напряжение не менее 2500 В;
- определить целостность ТПЖ;
- определить расстояние до зоны (места) повреждения импульсными искателями повреждения (ИИП).

У.4.9 Если мегаомметром и ИИП не удастся определить характер повреждений, рекомендуется снизить сопротивление изоляции в месте повреждения до величины менее 1 кОм. Для этого допускается проводить поочередное испытание всех фаз повышенным выпрямленным напряжением с предварительным включением и настраиванием измерителя расстояния до места повреждения КСПЭ.

У.4.10 После определения характера повреждения следует выбрать метод, наиболее подходящий для ОМП в данном конкретном случае.

Рекомендуется первоначально определить зону, в границах которой расположено повреждение.

Определение зоны повреждения, как правило, производится импульсным методом или методом колебательного разряда.

ОМП непосредственно на трассе (после определения зоны повреждения) следует производить одним из следующих методов: индукционным, акустическим или методом накладной рамки.

У.4.11 Перед ОМП оболочек следует ознакомиться с паспортными данными на КЛ и результатами испытаний оболочек КСПЭ напряжением.

При ОМП оболочек первоначально рекомендуется определить зону повреждения методом падения напряжения (петлевым методом), а затем – точное нахождение места повреждения акустическим методом или методом шагового напряжения.

При ОМП оболочек КСПЭ, проложенных в земле, не должно быть прожигания оболочек.

После проведения испытаний следует заземлить экран КСПЭ на время не менее одного часа [28].

У.4.12 Персонал, производящий ОМП (и испытания), должен иметь специальную подготовку и пройти проверку знаний.

У.4.13 При проведении испытаний оболочек повышенным напряжением должно обеспечиваться отключение высоковольтной установки в случае пробоя оболочки.

У.4.14 Для испытания КЛ при вводе линии и в процессе эксплуатации должно применяться специальное испытательно-диагностическое оборудование (ИДО).

Рекомендуется применение испытательных лабораторий (установок), укомплектованных системой автономного электропитания и ИДО.

ИДО должно обеспечить:

- испытание оболочки КСПЭ постоянным напряжением 10 кВ;
- ОМП оболочки кабеля;
- ОМП изоляции кабеля;
- определение сопротивления ТПЖ;
- определение электрической емкости кабеля;
- тепловизионный контроль.

У.4.15 Рекомендуется применение в испытательных лабораториях специального ИДО (в том числе с измерением ЧР) для неразрушающего контроля состояния кабельной системы и проведения более полного (указанного выше) спектра испытаний.

У.4.16 При проведении испытаний передвижной испытательной лабораторией запрещается вход в установку и выход из нее после подачи напряжения, а также прикосновение к оболочке кузова автомашины.

У.5 Ремонт и техническое обслуживание КЛ

У.5.1 Ремонт и техническое обслуживание КЛ с применением КСПЭ должны проводиться в соответствии с утвержденным ЭСО планом-графиком.

План-график ремонтов и технического обслуживания следует составлять на основе записей в журналах (или в электронной базе данных) обходов и осмотров, результатов испытаний и измерений, а также по данным диспетчерских служб.

У.5.2 Объем работ должен быть уточнен на основании результатов дополнительной проверки на месте всех выявленных неисправностей КСПЭ, кабельной арматуры и трасс КЛ, что позволяет своевременно подготовить необходимые материалы и механизмы для выполнения работ.

У.5.3 Ремонт находящихся в эксплуатации КЛ должен выполняться подготовленным персоналом ЭСО или персоналом специализированных организаций, прошедших соответствующее обучение.

Техническое обслуживание КЛ производит подготовленный персонал ЭСО.

У.5.4 При производстве ремонтных работ должны быть приняты меры безопасности.

В кабельную систему должно быть исключено попадание влаги. Место повреждения должно быть загерметизировано.

Размер котлована должен быть достаточным для проведения ремонтных работ на КЛ.

У.5.5 Вскрытие КСПЭ следует производить после проверки соответствия места нахождения кабеля его расположению, указанному на плане трассы КЛ, а также после проверки отсутствия напряжения.

У.5.6 Ремонт поврежденной оболочки КСПЭ следует выполнять с учетом требований изготовителя кабеля.

При повреждении других элементов КСПЭ должно быть принято решение об установке соединительной муфты (или муфт) или необходимости кабельной вставки (соответствующей марки и сечения кабеля).

У.5.7 Для ремонта оболочки КСПЭ, как правило, применяют термоусаживаемые манжеты.

У.5.8 Допускается выполнять ремонт оболочки КСПЭ с применением лент, изготовленных из этиленпропиленовой резины.

Технология производства ремонта КСПЭ с применением лент (конкретных марок) должна быть представлена изготовителем кабеля

У.5.9 При выполнении ремонта открыто расположенных КСПЭ рекомендуется проводить ремонт кабельных сооружений с проверкой и восстановлением бирок, предупредительных и опознавательных надписей.

У.5.10 После ремонта КЛ должны быть произведены испытания и измерения в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса.

У.5.11 Для герметизации и защиты КСПЭ от пыли, грязи, влаги, вредных веществ и т.д. во время прокладки, ремонта, транспортировки и хранения должны применяться термоусаживаемые капы (кабельные оконцеватели).

Капы следует выбирать в зависимости от наружного диаметра кабеля.

Библиография

- [1] Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» от 5 января 2004 г. № 262-З
- [2] Международный стандарт
МЭК 60183:1984 Кабели высоковольтные. Руководство по выбору
- [3] Международный стандарт
МЭК 60502-2:2005 Кабели силовые с экструдированной изоляцией и кабельная арматура на номинальное напряжение от 1 кВ ($U_m = 1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ) включительно. Часть 2. Кабели на номинальное напряжение от 6 кВ ($U_m = 7,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m = 36$ кВ).
- [4] Национальный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р 55025-2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно. Общие технические условия
- [5] Технические условия Республики Беларусь
ТУ ВУ 300528652.018-2010 Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 64/110 кВ. Технические условия
- [6] Технические условия Республики Беларусь
ТУ ВУ 300528652.015-2010 Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10, 15, 20,35 кВ. Технические условия
- [7] Производственное объединение «Энергокомплект»
Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на 6–110 кВ. Каталог изделий
- [8] Национальный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р МЭК 60287-1-1 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 1-1. Уравнения для расчета номинальной токовой нагрузки (100%-ный коэффициент нагрузки) и расчет потерь. Общие положения
- [9] Правила устройства электроустановок / Минэнерго России, 7-е издание
- [10] Национальный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р МЭК 60287-2-1 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 2-1. Тепловое сопротивление. Расчет теплового сопротивления
- [11] Национальный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р МЭК 60287-1-3 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 1-3. Уравнения для расчета номинальной токовой нагрузки (100%-ный коэффициент нагрузки) и расчет потерь. Распределение тока между одножильными кабелями, расположенными параллельно, и расчет потерь, обусловленных циркулирующими токами

- [12] Национальный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р МЭК 60287-2-2 Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Часть 2-2. Тепловое сопротивление. Метод расчета коэффициентов снижения максимально допустимой токовой нагрузки для групп кабелей, проложенных в воздухе и защищенных от прямого солнечного излучения
- [13] Стандарт ГПО «Белэнерго»
СТП 09110.47.202-06 Методические рекомендации по монтажу и эксплуатации кабелей из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10 кВ
- [14] Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / Минэнерго СССР, 6-е издание, переработанное и дополненное, глава 2.3
- [15] Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС», Россия
СТО 56947007-29.060.20.071-2011 Силовые кабельные линии напряжением 110-500 кВ. Условия создания. Нормы и требования
- [16] Технические условия Республики Беларусь
ТУ ВУ 300528652.019-2010 Кабели силовые и контрольные, не распространяющие горение и огнестойкие, с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов.
- [17] Технические условия Российской Федерации
ТУ 16.К71.300 – 2000 Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена
- [18] Технические условия Российской Федерации
ТУ 3530-003-42747015-2007 Кабели силовые с изоляцией из пероксидносшиваемого полиэтилена на напряжение 64/110 кВ
- [19] Нормативный документ ассоциации «Росэлектромонтаж», Россия.
Технический циркуляр №14/2006 от 16.10.2006 «О применении кабелей из сшитого полиэтилена в кабельных сооружениях, в том числе во взрывоопасных зонах»
- [20] Национальный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р 50838-2009 (ИСО 4437:2007) Трубы из полиэтилена для газопровода. Технические условия
- [21] Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС», Россия
СТО 56947007-29.060.20.103-2011 Силовые кабели. Методика расчета устройств заземления экранов, защиты от перенапряжения изоляции силовых кабелей на напряжение 110–500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена
- [22] Национальный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р 52868-2007 Системы кабельных лотков и системы кабельных лестниц для прокладки кабелей. Общие технические требования и методы испытаний
- [23] Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС», Россия
СТО 56947007-29.060.20.020-2009 Методические указания по

применению силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ и выше

- [24] Международный стандарт
МЭК 60840: 2004 Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение свыше 30 кВ ($U_m = 36$ кВ) до 150 кВ ($U_m = 170$ кВ). Методы испытаний и требования к ним
- [25] Стандарт организации Национального объединения строителей, Россия
СТО Нострой 2.27.17-2011 Прокладка подземных инженерных коммуникаций методом горизонтального бурения
- [26] Свод правил Госстроя России
СП 62.13330. 2011 Газораспределительные системы
- [27] Документ ГПО «Белэнерго»
Техническая политика в сфере электроэнергетики на долгосрочную перспективу до 2030 года. Основные положения
- [28] Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС», Россия
СТО 56947007-29.060.20.170-2014 Силовые кабельные линии напряжением 110–500 кВ. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования
- [29] Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС», Россия.
СТО 56947007-29.230.20.087-2011 Типовые технические требования к кабельным системам 110, 220, 500 кВ
- [30] Закон Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» от 24 октября 2016 г. № 436-З
- [31] Закон Республики Беларусь «Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия» от 24 октября 2016 г. № 437-З
- [32] Свод правил Госстроя России.
СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб
- [33] Государственный стандарт Российской Федерации
ГОСТ Р 12.3.048-2002 ССБТ Строительство. Производство земляных работ способом гидромеханизации. Требования безопасности
- [34] Стандарт ГПО «Белэнерго»
СТП 09110.20.187-09 Методические указания по заземлению нейтрали сетей 6–35 кВ Белорусской энергосистемы через резистор

- [35] Стандарт ГО «Белорусская железная дорога»
СТП БЧ 56.305-2014 Пересечение железнодорожных путей инженерными коммуникациями. Порядок проектирования и устройства
- [36] Технические условия Республики Беларусь
ТУ РБ 00012641.094-98 Ветошь обтирочная сортировочная
- [37] Технические условия Российской Федерации
ТУ 2248-003-34311042-2015 Трубы защитные «ПРОТЕКТОРФЛЕКС» из полимерной композиции повышенной термостойкости для прокладки электрических кабелей