

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена
на напряжение 6 – 35 кВ по ТУ У 31.3-00214534-017-2003

ЗАО завод «Южкабель»
2004 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Область применения кабелей	3
3 Поставка и транспортировка	6
4 Требования при прокладке кабеля	6
5 Приемка трассы и подготовительные работы	8
6 Прокладка кабеля	10
7 Испытания оболочки кабеля. Ремонт оболочки	12
8 Засыпка траншеи грунтом. Маркировка	12
9 Монтаж арматуры и заземление экрана кабеля	12
10 Испытания кабельной линии	14
Приложение А. Токовые нагрузки кабелей	16
А.1 Длительно допустимые токовые нагрузки в земле для кабелей с алюминиевой жилой	16
А.2 Длительно допустимые токовые нагрузки на воздухе для кабелей с алюминиевой жилой	16
А.3 Длительно допустимые токовые нагрузки в земле для кабелей с медной жилой	16
А.4 Длительно допустимые токовые нагрузки на воздухе для кабелей с медной жилой	16
А.5 Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов в зависимости от температуры окружающей среды	17
А.6 Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов в зависимости от удельного теплового сопротивления грунта	17
А.7 Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов проложенных рядом групп кабелей	17
А.8 Допустимый ток односекундного короткого замыкания по жиле	17
А.9 Расчетные плотности токов односекундного короткого замыкания по жиле	17
А.10 Допустимый односекундный ток короткого замыкания экрана	17
Приложение Б. Расчетные конструктивные и эксплуатационные характеристики кабелей	18
Б.1 Наружный диаметр кабелей	18
Б.2 Конструктивные размеры	18
Б.3 Масса кабелей марок АПвЭВ, ПвЭВ	19
Б.4 Масса кабелей марок АПвЭП, ПвЭП	19
Б.5 Масса кабелей марок АПвЭАкВ, ПвЭАкВ	19
Б.6 Сопротивление жил и экранов кабелей постоянному току при 20 °С	19
Б.7 Сопротивление жил и экранов кабелей току частотой 50 Гц при 90 °С	19
Б.8 Индуктивность кабелей	20
Б.9 Реактивное индуктивное сопротивление	20
Б.10 Емкостные характеристики кабелей	21
Б.11 Полное сопротивление кабелей с алюминиевыми жилами	23
Б.12 Полное сопротивление кабелей с медными жилами	23
Приложение В. Перечень веществ, вредно действующих на полиэтиленовую оболочку кабеля	24
Приложение Г. Варианты прокладки и крепления кабелей	25

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 В настоящем руководстве по эксплуатации даны рекомендации изготовителя по области применения кабелей, условиям поставки, транспортирования, прокладки кабелей, монтажа кабельной линии, испытаний кабельной линии после прокладки и монтажа.

Настоящее руководство распространяется на условия и способы прокладки кабелей в земле (траншее), в кабельных помещениях, в трубах, тоннелях и каналах. Условия и способы подводной прокладки кабелей определяются с учетом конкретных условий прокладки и должны быть согласованы с изготовителем.

1.2 Монтаж и испытания кабельных линий объектов, в т.ч. специального назначения (метрополитена, шахт и рудников, атомных электростанций и т.д.) должны производиться согласно действующим отраслевым строительным нормам и правилам устройства электроустановок (ПУЭ) с учетом рекомендаций настоящего руководства по эксплуатации.

2 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЕЙ

2.1 Кабели выпускаются по ТУ У 31.3-00214534-017-2003 для электрических сетей следующих классов напряжений $U_0/U(U_m)$: 3,6/6(7,2); 6/10(12); 8,7/15(17,5); 12/20(24); 18/30(36); 20,2/35(42) кВ,

где U_0 – номинальное фазное напряжение (напряжение между жилой и землей или заземленным экраном);

U – номинальное линейное напряжение (напряжение между двумя жилами);

U_m – максимальное напряжение сети.

В дальнейшем указывается только номинальное линейное напряжение U .

Кабели предназначены для эксплуатации в сетях переменного тока частотой 49 – 61 Гц с заземленной или изолированной нейтралью.

Допускается эксплуатация кабелей в сетях постоянного напряжения при значениях напряжения в 2,4 раза больше U_0 .

2.2 Марки кабелей содержат следующие обозначения:

Число кабелей	–	— один кабель, одножильный или трехжильный (без обозначения)
	3х	— три одножильных кабеля, скрученных вместе
Токопроводящая жила	А	— алюминиевая жила
	–	медная жила (без обозначения)
Изоляция	Пв	— изоляция из сшитого полиэтилена
Экранирование	Э	— медный экран по изолированной жиле
	Эо	— общий медный экран сердечника трехжильных кабелей
	г	— продольная герметизация экрана водонабухающими лентами
	га	— продольная и поперечная герметизация экрана водонабухающими материалами и алюмополимерной лентой
Броня	Б	— броня из стальных лент
	К	— броня из круглых стальных проволок
	Ак	— броня из алюминиевых круглых проволок
Наружная оболочка	П	— наружная оболочка из полиэтилена или сополимера полиэтилена
	Пу	— усиленная полиэтиленовая оболочка
	В	— наружная оболочка из ПВХ пластика
	Внг	— наружная оболочка из ПВХ пластика, не распространяющего горение
	Внгд	— наружная оболочка из ПВХ пластика, не распространяющего горение и с низким выделением дыма и коррозионноактивных газов

Пример обозначения: «Кабель АПвЭгП-10 1х150/25 ТУ У 31.3-00214534-017-2003»

алюминиевая токопроводящая жила								
изоляция из сшитого полиэтилена								
экран из медных лент, с продольной герметизацией								
наружная оболочка из полиэтилена								
номинальное линейное напряжение в кВ								
число жил								
номинальное сечение токопроводящей жилы, мм ²								
номинальное сечение экрана, мм ²								
обозначение технических условий								

2.3 Рекомендуемые области применения кабелей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Марка кабеля	Рекомендуемые области применения
АПвЭП, ПвЭП	Для прокладки в земле (траншеях) с высокой коррозионной активностью грунта
АПвЭВ, ПвЭВ	В сухих грунтах, в помещениях, каналах и туннелях
АПвЭгП, ПвЭгП, АПвЭгаП, ПвЭгаП	Для прокладки в грунтах с повышенной влажностью, в сырых, частично затопливаемых сооружениях, в несудоходных водоемах при обеспечении механической защиты кабелей
АПвЭБП, ПвЭБП, АПвЭАкП, ПвЭАкП	Для прокладки в земле (траншеях) с высокой коррозионной активностью грунта, в местах, где возможны механические воздействия на кабель
АПвЭКП, ПвЭКП	То же, в т.ч. значительные растягивающие усилия ¹⁾
АПвЭБВ, ПвЭБВ, АПвЭАкВ, ПвЭАкВ	Для прокладки в помещениях, каналах и туннелях, в сухих грунтах, в местах, где возможны механические воздействия на кабель
АПвЭКВ, ПвЭКВ	То же, в т.ч. значительные растягивающие усилия ¹⁾

¹⁾ Под значительными растягивающими усилиями понимаются усилия, возникающие в процессе эксплуатации кабелей, проложенных в насыпных, болотистых, пучинистых и многолетнемерзлых грунтах, на вертикальных участках и т.д.

Прокладка кабелей на воздухе допускается при условии защиты от солнечной радиации.

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

2.4 Кабели с маркировкой «нг» и «нгд» предназначены для прокладки в кабельных сооружениях, помещениях (в том числе в пожароопасных); кабели с маркировкой «нгд» — для прокладки на объектах, где наряду с требованиями к нераспространению горения предъявляются требования к пониженному дымогазовыделению при горении и тлении: атомных станциях, электростанциях, метрополитенах, высотных зданиях, крупных промышленных объектах и др.

Кабели с маркировкой «нг» и «нгд» не распространяют горение при прокладке в пучках по категории в ГОСТ 12176-89 (IEC 60332-3-23,2000).

2.5 Кабели с усиленной оболочкой из полиэтилена (с маркировкой «Пу») предназначены для прокладки на сложных участках кабельных трасс.

При прокладке в земле к сложным участкам трасс, на которых прокладывается одна строительная длина, относятся:

- участки трасс с более чем четырьмя поворотами под углом свыше 30°;
- прямолинейные участки трасс с более чем четырьмя переходами в трубах длиной более 20 м или более чем двумя переходами в трубах длиной более 40 м.

При прокладке в зданиях сложными участками, на которых прокладывается одна строительная длина кабеля, считаются прокладки в трубах с более чем двумя поворотами при длине

труб более 20 м, а также с числом протяжек через огнестойкие перегородки или аналогичные препятствия более четырех, не считая подводов кабеля к электрооборудованию.

Все остальные участки трасс с меньшим числом поворотов или переходов в трубах относятся к несложным участкам трасс.

2.6 Кабели предназначены для эксплуатации в стационарном состоянии при температуре окружающей среды от плюс 50 °С до минус 50 °С для кабелей с наружной оболочкой из ПВХ пластика, до минус 60 °С для кабелей с наружной оболочкой из полиэтилена и до минус 30 °С для кабелей с индексом «нгд».

2.7 Кабели предназначены для прокладки на трассах без ограничения разности уровня.

2.8 Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей при эксплуатации 90 °С. Длительно допустимые токи при эксплуатации кабеля приведены в таблицах А.1 – А.4 приложения А.

Длительно допустимые токи рассчитаны при следующих условиях:

- температура жилы 90 °С;
- температура окружающей среды 20 °С при прокладке в земле и 30 °С при прокладке на воздухе;
- глубина прокладки в земле – 0,7 м для кабелей на номинальное напряжение до 20 кВ включительно и 1 м для кабелей на большее номинальное напряжение;
- тепловое сопротивление грунта 1 К·м/Вт;
- при прокладке треугольником кабели проложены вплотную, при прокладке в плоскости расстояние между кабелями в свету равно диаметру кабеля.

При других расчетных температурах окружающей среды и другом тепловом сопротивлении грунта допустимые токовые нагрузки должны быть умножены на поправочные коэффициенты, приведенные в таблицах А.5 – А.7 приложения А.

Для расчета длительно допустимых токов при других условиях рекомендуем обратиться к разработчику.

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

Допустимые токи односекундного короткого замыкания по жиле приведены в таблице А.8 приложения А. Приведенные токи короткого замыкания по жиле рассчитаны, исходя из начальной температуры жилы кабеля 90 °С и конечной температуры 250 °С. Для расчета допустимых токов короткого замыкания при начальной температуре жилы, отличающейся от 90 °С, используются расчетные плотности токов короткого замыкания (таблица А.9 приложения А).

Допустимые токи односекундного короткого замыкания по экрану, рассчитанные исходя из конечной температуры экрана 350 °С, приведены в таблице А.10 приложения А.

Для продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 с, значения тока короткого замыкания по жиле или экрану необходимо умножить на поправочный коэффициент: $k = 1/\sqrt{t}$, где t — продолжительность короткого замыкания, с.

2.10 Допустимая температура нагрева жил для кабелей в режиме перегрузки 130 °С.

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

Допустимые токи в режиме перегрузки рассчитываются умножением длительно допустимых токов, приведенных в приложении А, на коэффициент 1,20.

2.11 Расчетные конструктивные и эксплуатационные характеристики одножильных кабелей (наружный диаметр, масса, емкость, индуктивность, сопротивление жил и экранов и т.д.) приведены в приложении Б. Для трехжильных кабелей эти характеристики находятся в стадии разработки.

2.12 Перечень веществ, вредно действующих на оболочку кабеля, приведен в приложении В.

3 ПОСТАВКА И ТРАНСПОРТИРОВКА

3.1 Концы кабелей во время транспортировки и хранения должны быть герметизированы термоусаживаемыми капями, чтобы предотвратить проникновение воды, и закреплены. Во время прокладки капы должны быть сняты непосредственно перед монтажом арматуры. Если капы были удалены преждевременно, должна быть обеспечена защита концов кабелей от действия влаги.

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

3.2 Барабаны с кабелем должны транспортироваться при горизонтальном положении оси барабана, при этом должны соблюдаться меры их защиты от повреждений.

3.3 Барабаны должны транспортироваться и храниться в обшитом виде.

3.4 Барабаны с кабелем допускается перекачивать на короткое расстояние по ровному и жесткому основанию, по направлению, указанному на щеке барабана.

4 ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЯ

4.1 Общие требования

4.1.1 Рекомендуются прокладка кабелей при температуре окружающей среды не ниже 0 °С. Допускается прокладывать кабели без подогрева при температуре окружающей среды не ниже: минус 15 °С для кабелей с оболочкой из ПВХ пластика и минус 20 °С для кабелей с оболочкой из полиэтилена. При более низких температурах окружающей среды кабель должен быть нагрет выдержкой в обогреваемом помещении не менее 48 ч или при помощи специального устройства до температуры не ниже 0 °С, при этом прокладка должна производиться в сжатые сроки (не более 30 минут). После прокладки кабель должен быть немедленно засыпан первым слоем грунта. Окончательную засыпку и уплотнение грунта производят после охлаждения кабеля.

Прокладка кабелей при температуре окружающей среды ниже минус 40 °С не допускается.

4.1.2 Минимальный радиус изгиба при прокладке должен быть не менее $15D_n$ для одножильных и трехжильных кабелей и $12D_n$ для трех скрученных вместе одножильных кабелей, где D_n — наружный диаметр кабеля или диаметр по скрутке для трех скрученных вместе одножильных кабелей.

При тщательном контроле изгиба, например, применением соответствующего шаблона, допускается уменьшение радиуса изгиба кабеля до $8D_n$. При этом рекомендуется подогрев кабеля в месте изгиба до температуры 20 °С.

4.1.3 Размотка кабеля с барабана должна производиться при применении необходимого количества проходных и угловых роликов. Применяемый метод размотки должен обеспечивать целостность кабеля.

4.1.4 Во время прокладки тяжение кабелей должно осуществляться при помощи натяжного стального чулка, наложенного на наружную оболочку, или за токопроводящую жилу при помощи клинового захвата.

Усилия, возникающие во время тяжения кабеля с многопроволочной алюминиевой жилой, не должны превышать 30 Н/мм^2 номинального сечения жилы, кабеля с однопроволочной алюминиевой жилой (с маркировкой «ож») — 25 Н/мм^2 , кабеля с медной жилой — 50 Н/мм^2 .

Если одновременно прокладываются три одножильных кабеля с одним общим стальным чулком, при расчете усилия тяжения учитывают:

- 3 номинальных сечения жилы, если кабели скручены вместе;
- 2 номинальных сечения жилы, если кабели не скручены.

Усилия тяжения кабеля при прокладке должны быть рассчитаны при проектировании кабельной линии и учтены при заказе кабеля.

Тяговая лебедка должна быть оборудована устройствами, позволяющими контролировать усилие тяжения кабеля, регистрировать усилие тяжения в течение всего процесса тяжения кабеля и автоматически отключать тяговую лебедку, если усилие тяжения превысит допустимую величину.

4.1.5 Кабели следует укладывать с запасом по длине 1 – 2 %. В траншеях и на сплошных поверхностях внутри зданий и сооружений запас создается путем укладки кабеля «змейкой», а по кабельным конструкциям (кронштейнам) этот запас создается образованием стрелы провеса.

Укладывать кабель в виде колец (витков) не допускается.

4.1.6 Металлические кабельные конструкции должны быть заземлены в соответствии с действующей документацией.

4.1.7 При прокладке кабельной линии кабели трех фаз должны прокладываться параллельно и располагаться треугольником или в одной плоскости. Другие способы расположения должны быть согласованы с изготовителем.

При прокладке в плоскости расстояние в свету между двумя соседними кабелями одной кабельной линии должно быть не менее наружного диаметра кабеля.

При расположении треугольником кабели скрепляются по длине кабельной линии (за исключением участков около муфт) на расстоянии 1 – 1,5 м, на изгибах трассы – 1 м. При прокладке в земле следует учесть, что при засыпке грунтом кабели не должны менять своего положения.

Кабели, проложенные в плоскости в кабельных сооружениях на воздухе, должны быть закреплены по длине линии на расстоянии 1 – 1,5 м.

Скобы и другие крепежные изделия для крепления одножильных кабелей, а также крепление бирок на кабели должны быть выполнены из немагнитного материала.

При закреплении кабелей необходимо учитывать возможное тепловое расширение кабелей и механические нагрузки, возникающие в режиме короткого замыкания.

Варианты крепления кабелей приведены в приложении Г.

4.1.8 Все концы кабелей после отрезания должны быть уплотнены термоусаживаемыми капями для предотвращения проникновения влаги из окружающей среды. Во время прокладки кабелей должен быть обеспечен контроль состояния оболочек и защитных кап.

4.2 Требования при прокладке в земле

4.2.1 При прокладке непосредственно в земле кабели должны прокладываться в траншеях и иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем песчано-гравийной смеси или мелкого грунта, не содержащего камней, строительного мусора и шлака. Бестраншейная прокладка кабелей с помощью ножевых кабелеукладчиков не допускается.

Глубина прокладки кабелей в грунте должна быть не менее 0,7 м для кабелей на номинальное напряжение до 20 кВ включительно и не менее 1 м для кабелей на большее номинальное напряжение. При меньшей глубине прокладки или при пересечении трассы с инженерными сооружениями или естественными препятствиями должна быть предусмотрена дополнительная защита (например, прокладка в трубах).

Кабели на всей длине должны быть защищены от механических повреждений путем покрытия железобетонными плитами, кирпичами или пластмассовыми сигнальными лентами.

4.2.2 В грунте, предназначенном для засыпки кабеля, не должно быть камней и других материалов, которые могут повредить кабель.

4.2.3 При прокладке кабелей в траншее концы кабелей, предназначенные для последующего монтажа соединительных муфт, следует располагать со сдвигом мест соединения, при этом должен быть оставлен запас кабеля длиной на каждом конце не менее 350 мм для кабелей на номинальное напряжение до 10 кВ включительно и не менее 400 мм для кабелей на большее номинальное напряжение.

4.2.4 Для монтажа соединительных муфт на трассе должны быть подготовлены котлованы, соосные с траншеей, шириной не менее 1,5 м для кабелей на номинальное напряжение до 10 кВ включительно и не менее 1,7 м для кабелей на большее номинальное напряжение. Длина котлована для монтажа трех муфт вразбежку не менее 5 м для кабелей на номинальное напряжение до 10 кВ включительно и не менее 7 м для кабелей на большее номинальное напряжение.

4.2.5 Варианты прокладки кабелей в траншее приведены в приложении Г.

4.2 Требования при прокладке кабелей в кабельных сооружениях и помещениях

4.2.1 Противопожарная защита и защита от механических повреждений при прокладке кабелей в кабельных сооружениях и помещениях должна соответствовать действующей документации. При прокладке на воздухе в кабельных сооружениях и помещениях кабелей с полиэтиленовой оболочкой должны быть обеспечены дополнительные меры противопожарной защиты, например, нанесение огнезащитных покрытий.

В местах жесткого крепления кабелей на кабельных конструкциях должны применяться прокладки из эластичного материала, выступающие за края хомутов или скоб на 5 – 8 мм. Крепление кабелей на конструкциях при помощи специальных хомутов или скоб без применения прокладок должно быть согласовано с изготовителем.

4.2.2 Крепление кабелей на кабельных конструкциях должно соответствовать требованиям действующей документации с учетом требований 4.1.

4.2.3 Вводы кабелей в здания, кабельные сооружения и другие помещения должны быть выполнены при помощи асбестоцементных, бетонных, пластмассовых или керамических труб или специальных уплотнителей. Концы труб должны выступать из стены здания в траншею, а при наличии отмостки – за линию последней не менее чем на 0,6 м и иметь уклон в сторону траншеи.

4.3 Требования при прокладке кабелей в трубах и блоках

4.3.1 Для прокладки кабелей и изготовления кабельных блоков применяются асбоцементные, керамические или пластмассовые трубы. Внутренний диаметр трубы должен составлять не менее полутора диаметров кабеля или полутора диаметров по скрутке трех кабелей.

4.3.2 Трубы соединяются муфтами или манжетами из немагнитных материалов, и, в случае необходимости, скрепляются цементным раствором.

4.3.3 Прокладка кабеля в строительных основаниях без труб не допускается.

4.3.4 Кабельные блоки должны иметь гладкую внутреннюю поверхность, соединения блоков не должны иметь сдвигов. Рекомендуется дополнительная смазка блоков или кабелей составами, улучшающими скольжение кабеля и не содержащими веществ, вредно действующих на оболочку кабеля – тавотом, солидолом. На выходах кабелей из блоков должны предусматриваться меры, предотвращающие повреждение оболочки от истирания и растрескивания (применение эластичных подкладок, контроль радиусов изгиба и т.д.).

4.3.5 До затяжки кабеля внутренняя поверхность труб и блоков должна быть очищена от остатков бетонного раствора, строительного мусора, земли, песка и т.д.

4.3.6 Габаритные размеры проволочного чулка или захвата для тяжения кабелей должны позволять протяжку кабеля без заклинивания его в трубе или канале блока.

4.4 Одновременная прокладка трех кабелей

4.4.1 Допускается одновременная прокладка трех кабелей с трех барабанов для укладки по трассе в треугольник. При этом на каждом из трех кабелей монтируется отдельный проволочный чулок или захват, вразбежку или рядом. Петли для тяжения всех чулков или захватов соединяются между собой и прикрепляются к одному тросу для тяжения всех трех кабелей одновременно.

На сходе с барабанов кабели должны группироваться с помощью специального устройства и скрепляться в треугольник в соответствии с требованиями 4.1 до попадания на трассу. Кабели, связанные в треугольник, должны перемещаться на трассе по роликам, кроме участков в трубах и блоках.

4.4.2 Одновременная протяжка трех кабелей отдельными тросами и одновременная протяжка трех кабелей для укладки в плоскости не допускается.

5 ПРИЕМКА ТРАССЫ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

5.1 Приемка трассы

5.1.1 Перед началом прокладки кабеля представители заказчика, монтажной организации и шефмонтажной организации должны принять трассу от строительной организации с составлением акта.

5.1.2 До прокладки кабеля должны быть выполнены работы:

- 1) установлены опорные стойки для концевых муфт;
- 2) выполнены пересечения с другими коммуникациями;
- 3) подготовлены проходы для вводов в здания через фундаменты, стены и в них вставлены трубы;
- 4) в кабельных сооружениях смонтированы опорные конструкции, предусмотренные проектом;
- 5) из траншеи откачана вода, удалены камни и прочие посторонние предметы, спланировано дно траншеи;
- 6) сделана подсыпка толщиной 100 мм на дне траншеи или в лотках песчано-гравийной смесью или разрыхленным грунтом, не содержащим камней, строительного мусора, шлака и т.д.;
- 7) заготовлена вдоль трассы песчано-гравийная смесь или просеянный грунт для присыпки кабеля после прокладки;
- 8) заготовлены железобетонные плиты, кирпичи и сигнальные ленты для перекрытия кабелей, предусмотренные проектом;
- 9) подготовлены котлованы для монтажа соединительных муфт, из них удалена вода;
- 10) при необходимости, на заходах в котлованы и колодцы вырыты приямки для укладки кабелей после монтажа муфт;
- 11) при использовании лотков они должны быть уложены на дно траншеи на ненарушенную структуру грунта и состыкованы без смещения, на углах поворотов стыки между лотками должны быть скреплены бетоном;
- 12) на участках с сыпучими и влажными грунтами стенки траншеи должны быть раскреплены, при этом крепления не должны мешать последующей прокладке кабеля;
- 13) трубы должны быть уложены прямолинейно, без отклонений от оси труб; заходы труб должны быть округлены с внутренней стороны с радиусом не менее 5 мм и не иметь выступов, изломов, заусенцев; соединения труб должны быть обработаны и очищены;
- 14) прямолинейность труб и отсутствие пробок должны быть проверены при помощи просвечивания электролампой или фонарем;
- 15) на трассах блочной канализации должны быть обеспечены правильность укладки и гидроизоляция стыков блоков и труб, чистота каналов, выполнены крышки люков колодцев, лестницы или скобы для спуска в колодцы;
- 16) выполнены согласно проекту и тщательно спланированы площадки для установки барабанов с кабелем и тяговой лебедки.

5.2 Подготовительные работы

5.2.1 Доставлять на трассу барабаны с кабелем рекомендуется не более чем за один день за прокладки для избежания возможности повреждения кабеля на трассе.

5.2.2 При подготовке к прокладке кабеля необходимо:

- 1) подготовить необходимые подсобные и складские помещения в соответствии с проектом и требованиями действующей документации;
- 2) проверить сохранность обшивки барабанов с кабелем и концевых заделок кабелей;
- 3) установить на трассе барабаны с кабелем, механизмы и приспособления в соответствии с проектом;
- 4) проверить прочность крепления металлических втулок в щеках барабанов, при необходимости подтянуть гайки на шпильках;
- 5) установить барабан с кабелем на отдающее устройство так, чтобы при размотке конец кабеля сходил сверху;

6) установить ролики между барабаном с кабелем и тяговой лебедкой. Расстояние между роликами на прямолинейных участках трассы должно быть не более 4 м. Угловые ролики на поворотах трассы должны обеспечивать плавный поворот кабеля с допустимым радиусом изгиба. Ролики должны быть тщательно смазаны и не иметь острых граней и заусенцев, которые могли бы повредить кабель;

7) при прокладке кабеля в трубах, блоках, тоннелях установить необходимые приспособления (направляющие и угловые ролики, ролики для троса, распорные крепления, обводные устройства, воронки и т.д.) в соответствии с проектом. Направляющие и угловые ролики должны быть установлены:

- на входах и выходах тоннелей, каналов блоков;
- во всех промежуточных колодцах;
- на торцах труб в переходах;

8) при прокладке кабеля в земле (в траншее) установить у барабана направляющие ролики шириной, не меньшей ширины барабана;

9) установить тяговую лебедку у конца трассы или за кабельным колодцем;

10) установить телефонную или УКВ связь между местами расположения барабанов, лебедки, поворотов, перегородок и переходов трассы;

11) установить барабан с кабелем на отдающее устройство;

12) снять с барабана обшивку и вытащить из щек гвозди и скобы, которые могут повредить кабель при размотке;

13) проверить крепление нижнего конца кабеля;

14) установить тормозное устройство для регулирования скорости размотки;

15) смонтировать проволочный чулок или захват на конце кабеля. При монтаже чулка или концевого захвата на него накладывают бандаж из тонкой стальной проволоки и липкой ПВХ ленты, при этом необходимо следить за сохранностью концевой заделки кабеля. При монтаже клинового захвата концевая заделка снимается;

16) при одновременном тяжении трех кабелей в соответствии с 4.4 установить устройство для группирования кабелей и пропустить через него концы кабелей, подготовить трос с противозакручивающим устройством и необходимые материалы и инструменты для скрепления кабелей в треугольник;

17) протянуть канат тяговой лебедки по трассе и прикрепить его к петле для тяжения на проволочном чулке или захвате. При одновременной прокладке трех кабелей канат должен быть пропущен через противозакручивающее устройство;

18) подготовить инструменты и материалы, необходимые для прокладки.

6 ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ

6.1 Общие требования

6.1.1 Скорость тяжения кабеля не должна превышать 30 м/мин и выбирается в зависимости от трассы и условий прокладки. При одновременной протяжке трех кабелей скорость тяжения должна обеспечить возможность скрепления кабелей в треугольник.

6.1.2 Расстановка рабочих у механизмов и по трассе прокладки, устройство связи между ними и руководителем работ должны определяться проектом. Необходимо наблюдать процесс протяжки у барабана (на тормозе), на сходе кабеля с барабана, у спуска в траншею, на входах и выходах из тоннелей, труб, блоков; на каждом углу поворота, у перегородок, перекрытий, входах в здания и на лебедке. Необходимо также сопровождение конца кабеля.

6.1.3 Команда на включение лебедки дается руководителем после расстановки рабочих и опробования связи. Команду на отключение лебедки может дать любой, заметивший неполадки при протяжке.

6.1.4 При протяжке необходимо следить за тем, чтобы кабель не соскальзывал с роликов и за сохранностью его защитных покровов. При повреждении оболочки кабеля необходимо остановить протяжку и решить вопрос о ее ремонте с составлением акта о повреждении.

6.1.5 В случае, если усилие тяжения превышает допустимую величину, необходимо прекратить прокладку и проверить правильность установки и исправность роликов, натяжение каната по трассе, в переходах и на углах поворота, наличие смазки в трубах, а также проверить возможность заклинивания кабеля в трубах.

6.1.6 Для избежания травм запрещается:

- на углах поворота находиться на внутренней стороне поворота;
- поправлять ролики, канат или кабель руками во время протяжки. Для направления кабеля в этом случае необходимо использовать специальные крюки.

6.1.7 По окончании протягивания кабеля необходимо подтянуть конец кабеля так, чтобы образовался его запас, необходимый для монтажа муфты. При определении запаса следует учитывать, сколько кабеля осталось на барабане.

6.1.8 После окончания прокладки отсоединить канат, снять проволочный чулок или захват и проверить сохранность концевой заделки. В случае повреждения необходимо заменить ее новой.

6.1.9 При необходимости конец кабеля завести в камеру, колодец, помещение, через перекрытие или в стойку концевой муфты. При этом необходимо соблюдать допустимые радиусы изгиба кабеля. У отверстия, в которое заведен кабель, краской обозначить фазу и номер линии.

6.1.10 Снять кабель с роликов, уложить, связать и закрепить его по проекту.

6.2 Отрезка концов кабеля и подготовка к его хранению на трассе

6.2.1 При необходимости отрезки концов кабеля его длина контролируется по маркировке, нанесенной на оболочку. При отрезке необходимо следить за сохранностью оболочки за местом среза.

6.2.2 После отрезки кабеля на его концах должны быть смонтированы заделки.

6.2.3 Для хранения на трассе концы кабеля приподнимают над дном траншеи и закрепляют в таком положении.

Если предусмотрено длительное хранение кабеля на трассе с засыпкой грунтом, концы кабелей укладывают на подсыпку из песчано-гравийной смеси или мелкого грунта толщиной не менее 100 мм, закрывают деревянными щитами и засыпают грунтом. Рекомендуются обозначить место нахождения засыпанных концов на трассе.

6.3 Раскатка кабеля

6.3.1 Раскатка кабеля производится с движущегося кабельного транспортера, автомобиля или трубоукладчика в тех случаях, когда механизм может свободно двигаться вдоль трассы, и когда в траншее нет препятствий, требующих протяжки через них кабеля (трубы, блоки, поперечные подземные сооружения, поперечные крепления траншей и т.д.).

6.3.2 Раскатку кабеля с барабана, установленного на движущемся кабельном транспортере, следует производить путем буксировки транспортера автомобилем, трактором или тягачом. Для раскатки кабеля с автомобиля барабан устанавливают на кабельных домкратах или на инвентарных подставках в кузове автомобиля.

Домкраты и подставки должны быть надежно закреплены в кузове автомобиля. Во время раскатки кабеля с транспортера или автомобиля барабан вращают вручную.

6.3.3 Для раскатки кабеля с движущегося трубоукладчика барабан устанавливают на специальном траверсе. При движении трубоукладчика барабан перемещается над траншеей и вращается под действием веса сматывающегося кабеля. Кабель при этом укладывается на дно траншеи свободно (без натяжения).

6.3.4 Скорость передвижения транспортера, автомобиля или трубоукладчика при раскатке кабеля рекомендуется выбирать равной 0,6 – 1 км/ч.

6.3.5 При раскатке кабеля с движущегося транспортера или автомобиля по дну траншеи вслед за кабелем должны передвигаться рабочие, принимающие кабель и укладывающие его на дно траншеи.

6.3.6 После раскатки кабеля рабочие должны на дне траншеи уложить кабели на место и связать их по проекту.

6.3.7 При раскатке нельзя допускать рывков кабеля при сходе с барабана, которые могут привести к повреждению кабеля из-за превышения допустимых усилий тяжения кабеля. Необходимо следить за тем, чтобы кабель легко сматывался с барабана и постоянно имел провис и не терся о щеку барабана (особенно на поворотах трассы).

6.4 Прокладка кабелей в трубах и блоках

6.4.1 При протяжке в трубу или канал блока трех кабелей запрещается последовательная протяжка отдельных кабелей с использованием стального каната из-за опасности повреждения уже проложенных кабелей.

Возможна одновременная протяжка нескольких кабелей в связке, при этом способ протяжки должен быть согласован с изготовителем.

При длине труб до 20 м возможна последовательная протяжка отдельных кабелей вручную с использованием веревки по согласованию с изготовителем.

6.4.2 При прокладке кабеля в блочной канализации, исходя из конструктивных параметров кабеля и условий прокладки, в проекте должна быть определена общая длина канала блока по условиям предельно допустимых усилий тяжения. Для уменьшения усилий тяжения применяются смазки (4.3.4).

6.4.3 Кабель рекомендуется протягивать со скоростью не более 17 м/мин и по возможности без остановок для исключения больших начальных усилий тяжения.

7 ИСПЫТАНИЯ ОБОЛОЧКИ КАБЕЛЯ. РЕМОНТ ОБОЛОЧКИ

7.1 После прокладки кабелей из траншеи необходимо удалить инструменты и оборудование и засыпать кабель песчано-гравийной смесью или мелким грунтом толщиной не менее 100 мм.

7.2 После присыпки грунтом, а также после прокладки строительных длин на участках между колодцами или на отдельных участках линии с проложенным кабелем и смонтированными муфтами необходимо провести испытания оболочки кабеля с целью обнаружения возможных повреждений.

Рекомендуется испытание оболочки постоянным напряжением до 10 кВ, приложенным между экраном и землей, в течение 1 мин.

7.3 В случае, если оболочка не выдержала испытания, место повреждения должно быть определено и открыто для осмотра. По результатам осмотра принимается решение о возможности ремонта оболочки и других поврежденных элементов конструкции.

7.4 Ремонт оболочки проводится в соответствии с действующими инструкциями квалифицированным персоналом. После ремонта необходимо провести повторное испытание оболочки. Если при испытаниях были сняты концевые заделки кабелей, необходимо смонтировать новые.

8 ЗАСЫПКА ТРАНШЕИ ГРУНТОМ. МАРКИРОВКА

8.1 После испытаний оболочек проложенный в траншее кабель должен быть засыпан землей, уложена защита (плиты, кирпичи) или сигнальная лента, после чего представителями монтажной и строительной организаций производится осмотр трассы с составлением акта.

8.2 Засыпка трассы комьями мерзлой земли, грунтом, содержащим камни, строительный мусор и т.п., не допускается.

8.3 После прокладки с трассы должны быть вывезены мусор, отходы использованных материалов и кабеля.

8.4 Каждая кабельная линия должна иметь номер или наименование и промаркирована.

9 МОНТАЖ АРМАТУРЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭКРАНА КАБЕЛЯ

9.1 При подготовке кабеля к монтажу соединительных и концевых муфт на определенной длине кабеля удаляется оболочка, медный экран и полупроводящие элементы, проволоки жилы скрепляются опрессовкой в гильзе. Полупроводящий экран по изоляции срезается при помощи специального инструмента. Элементы конструкции, выполненные обмоткой, повивы проволок брони и медного экрана закрепляются бандажами, а незакрепленные части удаляются. Для заземления экрана медные проволоки отгибаются на наружную оболочку, закрепляются бандажом, а незакрепленные концы проволок скручиваются в жгут. При наличии брони должен быть обеспечен ее контакт с медным экраном в месте заземления.

Во время монтажа арматуры должна обеспечиваться тщательная зачистка поверхностей проволок и лент экрана и жилы кабеля, соединителей и зажимов арматуры.

9.2 Способ соединения жил должен обеспечивать достаточную проводимость и механическую прочность соединения.

9.3 При монтаже муфт кабелей необходимо обеспечить выравнивание неравномерного электрического поля в месте соединения жил и в области среза экрана, герметичность и отсутствие воздушных включений.

Корпуса муфт наружной установки должны быть стойкими к действию атмосферных условий, солнечного излучения, к трекингу и эрозии.

Элементы соединительных муфт, восстанавливающие медный экран, должны обеспечивать достаточную проводимость для отведения токов короткого замыкания и хороший контакт с экраном кабеля.

Комплекты муфт должны быть снабжены подробной инструкцией по их монтажу.

В качестве справочной информации ниже приведены габаритные размеры кабельной арматуры фирмы «Райхем», применяющейся для монтажа и ремонта кабельных линий на напряжение до 35 кВ.

Таблица 2 — Соединительные муфты

Сечение жилы кабеля, мм ²	Длина(Lм) и диаметр (Dм), мм, муфт без соединителей на номинальное напряжение U						Длина(Lм) и диаметр (Dм), мм, муфт с болтовыми соединителями на номинальное напряжение U					
	10 кВ		20 кВ		35 кВ		10 кВ		20 кВ		35 кВ	
	Lм	Dм	Lм	Dм	Lм	Dм	Lм	Dм	Lм	Dм	Lм	Dм
25							450	45	500	55		
35			600	60			450	45	500	55		
50	550	45	600	60	850	65	450	45	500	55		
70	550	45	600	60	850	65	450	45	500	55	850	70
95	600	55	600	60	850	70	450	55	500	65	850	70
120	600	55	650	70	850	70	450	55	500	65	850	70
150	600	55	650	70	850	70	450	55	500	65	850	75
185	650	65	650	70	850	80	450	65	500	70	850	75
240	650	65	650	70	850	80	450	65	500	70	850	75
300	650	65	750	80	850	80						
400	750	75	750	80	850	80						
500	750	75	750	80								
630	750	75										

Таблица 3 — Переходные муфты

Номинальное напряжение U, кВ	Номинальное сечение жилы, мм ²		Длина муфты, мм	Диаметр муфты, мм
	кабеля с пластмассовой изоляцией	кабеля с бумажной пропитанной изоляцией		
10	35 – 70	35 – 70	1450	90
	95 – 185	95 – 185	1450	130
	240 – 400	240 – 400	1450	160
20	35 – 70	35 – 70	1450	90
	95 – 240	95 – 240	1450	130
	300 – 400	300 – 400	1450	160
35	50 – 70	50 – 70	1450	100
	95 – 150	95 – 150	1450	140
	185 – 400	185 – 400	1450	160

Таблица 3 — Ремонтные муфты

Сечение жилы кабеля, мм ²	Максимальный ремонтный участок (L), длина (L _м) и диаметр (D _м), мм, муфты на номинальное напряжение U								
	10 кВ			20 кВ			35 кВ		
	L	L _м	D _м	L _м	L _м	D _м	L _м	L _м	D _м
25				520	1200	50			
35	520	1200	50	520	1200	50			
50	520	1200	50	520	1200	50			
70	520	1200	50	520	1200	55			
95	520	1200	50	520	1200	55	420	1200	55
120	520	1200	55	520	1200	55	420	1200	55
150	520	1200	55	520	1200	70	420	1200	55
185	520	1200	55	520	1200	70	420	1200	70
240	520	1200	70	520	1200	70	420	1200	70
300	520	1200	70				420	1200	70
400	520	1200	70						

Таблица 5 — Концевые муфты

Номинальное на- пряжение U, кВ	Номинальное сече- ние жилы, мм ²	Длина муфты внутренней установ- ки, мм	Длина муфты на- ружной установки, мм	Диаметр муфты на- ружной установки, мм
10	25 – 95	300	300	85
	95 – 240	300	300	95
	240 – 500	300	300	115
	500 – 800	300	300	135
20	25 – 70	340	440	85
	70 – 240	340	440	95
	185 – 400	340	440	115
	400 – 800	340	440	135
35	50 – 120	340	560	95
	120 – 300	340	560	115
	300 – 500	340	560	135

9.4 Экран кабеля должен быть заземлен на обоих концах линии. Заземление должно обеспечивать отведение токов короткого замыкания (т.е. должна быть обеспечена достаточная проводимость заземляющего проводника, экран и заземляющий проводник не должны иметь разрывов и участков с высоким электросопротивлением). Желательно также дополнительное заземление экрана по длине линии.

Рекомендуется принять меры по снижению риска коррозии заземляющих элементов, особенно в случае применения разнородных металлов.

Конструкция зажимов муфт должна обеспечивать соответствующее соединение с элементами экрана, и переходное сопротивление в месте соединения не должно превышать сопротивления экрана кабеля. Должно обеспечиваться достаточное обжатие зажимов для создания соответствующего электрического контакта.

Материал зажимов и соединителей должен обеспечивать:

- электрическое сопротивление, не превышающее электрического сопротивления материала экрана;
- достаточную теплоемкость для избежания перегрева во время короткого замыкания.

10 ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

10.1 Испытания кабельной линии проводятся после ее прокладки и монтажа арматуры, до ее подключения к сети.

Рекомендуется испытание в течение 10 мин постоянным напряжением, указанным в таблице 6.

Таблица 6

Номинальное напряжение, кВ	6	10	15	20	30	35
Испытательное постоянное напряжение, кВ	30	48	65	70	100	120

После испытания постоянным напряжением необходимо заземлить токопроводящую жилу на время не менее 1 ч.

Допускается испытание переменным напряжением U частоты 50 Гц в течение 24 ч.

Способ испытания выбирается по согласованию с потребителем.

Эти испытания проводятся только на вновь проложенных кабелях. Если требуется испытание кабелей, находившихся в эксплуатации, испытательные напряжения должны быть снижены с учетом наработки кабелей, условий окружающей среды, повреждений кабеля и цели испытаний.

Приложение А ТОКОВЫЕ НАГРУЗКИ КАБЕЛЕЙ

Таблица А.1 — Длительно допустимые токовые нагрузки в земле для кабелей с алюминиевой жилой

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

Таблица А.2 – Длительно допустимые токовые нагрузки на воздухе для кабелей с алюминиевой жилой

Ном. сече- ние жилы, мм ²	Длительно допустимые токовые нагрузки, А, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.
25	121	146	123	147	125	147	—	—	—	—	—	—
35	146	177	148	177	150	178	152	178	—	—	—	—
50	176	212	178	213	180	213	182	214	186	214	187	213
70	219	265	222	266	224	266	226	266	230	266	232	266
95	266	321	268	321	271	322	274	322	278	321	280	321
120	307	371	310	371	313	372	316	372	321	371	322	370
150	348	417	351	418	354	418	357	418	362	417	364	416
185	402	480	405	480	408	481	411	480	417	479	418	478
240	471	561	475	561	479	561	482	561	488	559	489	558
300	541	641	545	641	549	641	552	640	558	638	560	637
400	630	732	634	733	638	733	642	733	648	731	650	730
500	733	844	738	845	742	845	746	845	753	841	755	839
625(630)	845	963	850	963	855	963	859	963	867	959	869	957
800	969	1092	975	1093	980	1092	985	1091	993	1089	996	1087

Таблица А.3 — Длительно допустимые токовые нагрузки в земле для кабелей с медной жилой

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

Таблица А.4 — Длительно допустимые токовые нагрузки на воздухе для кабелей с медной жилой

Ном. сече- ние жилы, мм ²	Длительно допустимые токовые нагрузки, А, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.
25	156	188	158	189	161	189	—	—	—	—	—	—
35	189	227	191	228	194	229	196	229	—	—	—	—
50	227	273	229	274	232	275	235	275	239	275	241	275
70	282	340	286	341	289	342	292	342	297	342	298	341

Окончание таблицы А.4

Ном. сечение жилы, мм ²	Длительно допустимые токовые нагрузки, А, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.
95	342	412	346	412	350	413	353	413	359	413	360	412
120	395	474	399	475	403	476	406	476	413	475	415	475
150	447	531	451	532	455	533	459	533	466	533	468	532
185	514	608	518	609	523	610	527	610	534	609	536	609
240	601	706	606	708	611	708	616	709	624	708	626	708
300	687	803	693	804	699	805	703	806	712	805	715	804
400	790	898	796	901	803	903	808	905	818	905	821	905
500	908	1022	915	1025	922	1028	928	1029	940	1029	943	1028
625(630)	1030	1148	1038	1152	1047	1153	1054	1156	1068	1157	1072	1156
800	1160	1280	1169	1284	1179	1286	1187	1287	1204	1291	1208	1291

Таблица А.5 — Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов в зависимости от температуры окружающей среды

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

Таблица А.6 — Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов в зависимости от удельного теплового сопротивления грунта

Номинальное сечение жилы, мм ²	Удельное тепловое сопротивление грунта, °С·м/Вт						
	0,7	1,2	1,5	2	2,5	3	
25	1,11	0,94	0,87	0,78	0,72	0,67	
35	1,11	0,94	0,87	0,78	0,72	0,67	
50	1,12	0,94	0,87	0,78	0,71	0,66	
70	1,12	0,94	0,87	0,77	0,71	0,65	
95	1,12	0,94	0,86	0,77	0,70	0,65	
120	1,12	0,94	0,86	0,77	0,70	0,64	
150	1,13	0,93	0,86	0,76	0,69	0,64	
185	1,13	0,93	0,85	0,76	0,69	0,64	
240	1,14	0,93	0,85	0,76	0,69	0,63	
300	1,14	0,93	0,85	0,75	0,68	0,63	
400	1,15	0,93	0,85	0,75	0,68	0,62	
500	1,15	0,93	0,84	0,74	0,67	0,62	
625(630)	1,15	0,93	0,84	0,74	0,67	0,61	
800	1,16	0,93	0,84	0,74	0,67	0,61	

Таблица А.7 — Поправочные коэффициенты для пересчета длительно допустимых токов проложенных рядом трехжильных кабелей или групп одножильных кабелей

Расстояние в свету, мм	Число трехжильных кабелей (групп одножильных кабелей)				
	2	3	4	5	6
100	0,87	0,84	0,78	0,75	0,72
200	0,89	0,86	0,81	0,79	0,76
400	0,92	0,89	0,86	0,83	0,81
600	0,94	0,90	0,88	0,85	0,84
800	0,96	0,92	0,90	0,87	0,86

Таблица А.8 — Допустимый ток односекундного короткого замыкания по жиле

Материал жилы	Допустимый ток I-с короткого замыкания, кА, кабелей с номинальным сечением жилы, мм ²													
	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	625(630)	800
алюминий	2,4	3,3	4,7	6,6	8,9	11,3	14,2	17,5	22,7	28,2	37,6	47,0	59,0	75,2
медь	3,6	5,0	7,2	10,0	13,6	17,2	21,5	26,5	34,3	42,9	57,2	71,5	90,1	114,4

Таблица А.9 — Расчетные плотности токов односекундного короткого замыкания по жиле

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

Таблица А.10 — Допустимый односекундный ток короткого замыкания экрана

Сечение медного экрана, мм ²	16	25	35	50	70	95	120	150
Допустимый односекундный ток короткого замыкания экрана, кА	3,3	5,1	7,1	10,2	14,2	19,3	24,4	30,4

Приложение Б
РАСЧЕТНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЕЙ

Таблица Б.1 — Наружный диаметр кабелей в миллиметрах

Число и номинальное сечение жил	Номинальное напряжение, кВ					
	6	10	15	20	30	35
1x25	21	22	24	-	-	-
1x35	23	25	27	29	-	-
1x50	24	26	28	30	35	37
1x70	26	28	30	32	37	39
1x95	28	29	32	34	39	40
1x120	29	31	33	35	40	42
1x150	31	32	35	37	42	43
1x185	33	34	37	39	44	45
1x240	35	36	39	41	46	47
1x300	38	39	41	43	48	49
1x400	41	42	44	46	51	53
1x500	45	45	47	49	55	56
1x625	48	48	50	52	58	59
1x800	52	53	55	57	63	64

Таблица Б.2 — Конструктивные размеры в миллиметрах

Число и номинальное сечение жил	Диаметр жилы	Диаметр по изоляции кабелей на номинальное напряжение, кВ					
		6	10	15	20	30	35
1x25	6,0	12,4	14,2	16,4	—	—	—
1x35	7,0	13,4	15,2	17,4	19,4	—	—
1x50	8,3	14,7	16,5	18,7	20,7	25,7	27,7
1x70	10,0	16,4	18,2	20,4	22,4	27,4	29,4
1x95	11,5	17,9	19,7	21,9	23,9	28,9	30,9
1x120	13,1	19,5	21,3	23,5	25,5	30,5	32,5
1x150	14,5	20,9	22,7	24,9	26,9	31,9	33,9
1x185	16,5	22,9	24,7	26,9	28,9	33,9	35,9
1x240	18,4	25,0	26,6	28,8	30,8	35,8	37,8
1x300	20,6	27,6	28,8	31,0	33,0	38,0	40,0
1x400	23,7	31,1	31,9	34,1	36,1	41,1	43,1
1x500	27,0	34,8	35,2	37,4	39,4	44,4	46,4
1x625	30,0	37,8	38,2	40,4	42,4	47,4	49,4
1x800	34,0	41,8	42,2	44,4	46,4	51,4	53,4

Таблица Б.3 — Масса кабелей марок АПвЭВ, ПвЭВ (ориентировочно)

Число и номинальное сечение жил, мм ²	Масса, кг/км, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	АПвЭВ	ПвЭВ	АПвЭВ	ПвЭВ	АПвЭВ	ПвЭВ	АПвЭВ	ПвЭВ	АПвЭВ	ПвЭВ	АПвЭВ	ПвЭВ
1x25	590	650	650	800	720	930	-	-	-	-	-	-
1x35	660	870	730	940	810	1030	900	1110	-	-	-	-
1x50	730	1020	800	1090	890	1180	980	1270	1240	1530	1310	1600
1x70	830	1240	900	1320	1000	1420	1100	1510	1360	1780	1440	1860
1x95	930	1510	1010	1590	1120	1700	1220	1800	1490	2070	1580	2160
1x120	1050	1780	1130	1860	1240	1970	1340	2080	1630	2360	1720	2450
1x150	1240	2140	1330	2230	1440	2340	1550	2450	1850	2750	1940	2840
1x185	1390	2520	1490	2610	1610	2730	1720	2850	2030	3160	2130	3250
1x240	1600	3090	1690	3180	1820	3310	1940	3430	2270	3760	2360	3860
1x300	2080	3940	2150	4010	2290	4140	2410	4270	2760	4600	2860	4720
1x400	2440	4930	2500	4990	2640	5130	2780	5270	3170	5660	3310	5800
1x500	2820	5900	2850	5930	3010	6090	3150	6230	3600	6670	3730	6810
1x625	3290	7280	3320	7310	3510	7500	3660	7650	4130	8120	4290	8270
1x800	4070	9180	4120	9230	4300	9410	4500	9610	5010	10120	5140	10250

Таблица Б.4 — Масса кабелей марок АПвЭП, ПвЭП (ориентировочно)

Число и номинальное сечение жил, мм ²	Масса, кг/км, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	АПвЭП	ПвЭП	АПвЭП	ПвЭП	АПвЭП	ПвЭП	АПвЭП	ПвЭП	АПвЭП	ПвЭП	АПвЭП	ПвЭП
1x25	510	690	550	720	640	800	-	-	-	-	-	-
1x35	570	780	630	840	710	920	780	995	-	-	-	-
1x50	630	920	690	980	780	1070	860	1150	1090	1380	1160	1450
1x70	722	1140	790	1200	880	1290	970	1380	1210	1620	1280	1700
1x95	820	1400	890	1470	990	1570	1080	1660	1330	1910	1410	1990
1x120	930	1660	1000	1740	1100	1830	1200	1930	1470	2200	1550	2280
1x150	1120	2010	1200	2090	1300	2200	1400	2300	1680	2570	1760	2660
1x185	1260	2390	1350	2470	1460	2580	1560	2690	1850	2980	1940	3070
1x240	1460	2950	1540	3030	1660	3150	1770	3260	2080	3570	2170	3660
1x300	1930	3790	1990	3850	2120	3970	2240	4090	2740	4410	2650	4510
1x400	2280	4770	2330	4820	2460	4950	2590	5080	2950	5440	3070	5560
1x500	2640	5720	2670	5740	2810	5890	2950	6020	3350	6430	3480	6550
1x625	3090	7080	3120	7100	3290	7280	3430	7420	3860	7850	4000	7980
1x800	3840	8950	3880	8990	4050	9160	4230	9340	4690	9800	4820	9920

Таблица Б.5 — Масса кабелей марок АПвЭАкВ, ПвЭАкВ (ориентировочно)

Число и номинальное сечение жил, мм ²	Масса, кг/км, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	АПвЭАкВ	ПвЭАкВ	АПвЭАкВ	ПвЭАкВ	АПвЭАкВ	ПвЭАкВ	АПвЭАкВ	ПвЭАкВ	АПвЭАкВ	ПвЭАкВ	АПвЭАкВ	ПвЭАкВ
1x25	820	880	840	990	980	1190	-	-	-	-	-	-
1x35	940	1150	970	1180	1130	1350	1170	1380	-	-	-	-
1x50	1010	1300	1020	1310	1220	1510	1280	1570	1470	1760	1530	1820
1x70	1340	1750	1320	1740	1470	1890	1550	1960	1750	2170	1860	2280
1x95	1520	2100	1540	2120	1670	2250	1670	2250	2000	2580	2150	2730
1x120	1660	2390	1670	2400	1830	2560	1900	2640	2260	2990	2410	3140
1x150	1880	2780	1910	2810	2090	2990	2180	3080	2510	3410	2650	3550
1x185	2110	3240	2110	3230	2350	3470	2420	3550	2940	4070	3110	4230
1x240	2240	3730	2290	3780	2630	4120	2840	4330	3300	4790	3460	4960
1x300	2870	4730	2980	4840	3160	5010	3100	4960	3590	5430	3740	5600
1x400	3560	6050	3580	6070	3820	6310	3890	6380	4100	6590	4320	6810
1x500	3870	6950	3740	6820	4150	7230	4150	7230	4290	7360	4590	7670
1x625	4270	8260	4190	8180	4710	8700	4700	8690	4730	8720	5120	9100
1x800	5030	10140	4930	10040	5370	10480	5490	10600	5900	11010	6260	11370

Таблица Б.6 — Сопротивление жил и экранов кабелей постоянному току при 20 °С

Материал жилы (экрана)	Сопротивление, Ом/км, не более, при номинальном сечении жилы (экрана), мм ²														
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	625 (630)	800
алюминий	—	1,20	0,868	0,641	0,443	0,320	0,253	0,206	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367
медь	1,15	0,727	0,524	0,387	0,268	0,193	0,153	0,124	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221

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

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

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

где t — температура жилы (экрана), °С;

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

Таблица Б.7 — Сопротивление жил и экранов кабелей току частотой 50 Гц при 90 °С

Материал жилы (экрана)	Сопротивление, Ом/км, не более, при номинальном сечении жилы (экрана), мм ²														
	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	625(630)	800
алюминий	—	1,539	1,113	0,822	0,568	0,411	0,325	0,264	0,211	0,161	0,129	0,101	0,079	0,062	0,049
медь	1,41	0,927	0,668	0,494	0,342	0,246	0,196	0,159	0,127	0,097	0,078	0,061	0,048	0,038	0,031

Таблица Б.8 — Индуктивность кабелей

Номинальное сечение жилы, мм ²	Индуктивность, мГн/км, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.
25	0,627	0,474	0,644	0,492	0,662	0,511	—	—	—	—	—	—
35	0,604	0,448	0,620	0,465	0,637	0,485	0,652	0,501	—	—	—	—
50	0,578	0,421	0,594	0,437	0,611	0,456	0,625	0,472	0,657	0,506	0,669	0,518
70	0,552	0,391	0,567	0,407	0,583	0,426	0,597	0,441	0,628	0,474	0,639	0,486
95	0,533	0,370	0,547	0,386	0,563	0,403	0,576	0,418	0,606	0,451	0,617	0,462
120	0,508	0,342	0,521	0,357	0,536	0,373	0,549	0,387	0,577	0,419	0,587	0,430
150	0,497	0,329	0,509	0,343	0,524	0,359	0,536	0,373	0,563	0,404	0,573	0,415
185	0,482	0,312	0,494	0,325	0,508	0,341	0,519	0,354	0,545	0,384	0,555	0,395
240	0,469	0,296	0,479	0,308	0,492	0,323	0,503	0,336	0,528	0,365	0,537	0,375
300	0,461	0,286	0,468	0,294	0,480	0,309	0,490	0,321	0,514	0,349	0,523	0,359
400	0,451	0,275	0,455	0,280	0,467	0,294	0,477	0,305	0,500	0,332	0,508	0,342
500	0,440	0,261	0,442	0,264	0,453	0,277	0,462	0,288	0,484	0,314	0,492	0,323
625 (630)	0,427	0,245	0,429	0,247	0,439	0,260	0,447	0,270	0,467	0,294	0,475	0,303
800	0,418	0,234	0,420	0,236	0,429	0,248	0,437	0,258	0,456	0,281	0,463	0,289

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

При других условиях прокладки индуктивность рассчитывается по формуле:

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

где h — расстояние между центрами жил, мм; r — радиус жилы, мм.

Таблица Б.9 — Реактивное индуктивное сопротивление

Номинальное сечение жилы, мм ²	Реактивное индуктивное сопротивление, Ом/км, кабелей на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.
25	0,197	0,149	0,202	0,155	0,208	0,161	—	—	—	—	—	—
35	0,190	0,141	0,195	0,146	0,200	0,152	0,205	0,157	—	—	—	—
50	0,182	0,132	0,187	0,137	0,192	0,143	0,196	0,148	0,206	0,159	0,210	0,163
70	0,173	0,123	0,178	0,128	0,183	0,134	0,188	0,139	0,197	0,149	0,201	0,153
95	0,167	0,116	0,172	0,121	0,177	0,127	0,181	0,131	0,190	0,142	0,194	0,145
120	0,160	0,107	0,164	0,112	0,168	0,117	0,172	0,122	0,181	0,132	0,184	0,135
150	0,156	0,103	0,160	0,108	0,165	0,113	0,168	0,117	0,177	0,127	0,180	0,130
185	0,151	0,098	0,155	0,102	0,160	0,107	0,163	0,111	0,171	0,121	0,174	0,124
240	0,147	0,093	0,150	0,097	0,155	0,101	0,158	0,106	0,166	0,115	0,169	0,118
300	0,145	0,090	0,147	0,092	0,151	0,097	0,154	0,101	0,161	0,110	0,164	0,113
400	0,142	0,086	0,143	0,088	0,147	0,092	0,150	0,096	0,157	0,104	0,160	0,107
500	0,138	0,082	0,139	0,083	0,142	0,087	0,145	0,090	0,152	0,099	0,155	0,101
625 (630)	0,134	0,077	0,135	0,078	0,138	0,082	0,140	0,085	0,147	0,092	0,149	0,095
800	0,131	0,074	0,132	0,074	0,135	0,078	0,137	0,081	0,143	0,088	0,145	0,091

Таблица Б.10 — Емкостные характеристики кабелей

Номинальное напряжение, кВ	Номинальное сечение жилы, мм ²	Емкость, мкФ/км	Реактивное емкостное сопротивление, кОм/км	Ток заряда на фазу, А/км	Емкостной ток короткого замыкания на землю, А/км
6	25	0,258	12,34	0,29	0,87
	35	0,285	11,17	0,32	0,96
	50	0,321	9,92	0,36	1,08
	70	0,366	8,70	0,41	1,23
	95	0,407	7,82	0,46	1,38
	120	0,450	7,07	0,51	1,53
	150	0,487	6,54	0,55	1,65
	185	0,541	5,88	0,61	1,83
	240	0,572	5,56	0,65	1,95
	300	0,588	5,41	0,67	2,01
	400	0,622	5,12	0,70	2,10
	500	0,656	4,85	0,74	2,22
	625 (630)	0,718	4,43	0,81	2,43
10	800	0,802	3,97	0,91	2,73
	25	0,204	15,60	0,38	1,14
	35	0,225	14,15	0,42	1,26
	50	0,251	12,68	0,47	1,41
	70	0,285	11,17	0,54	1,62
	95	0,315	10,11	0,59	1,77
	120	0,347	9,17	0,65	1,95
	150	0,374	8,51	0,70	2,10
	185	0,414	7,69	0,78	2,34
	240	0,452	7,04	0,85	2,55
	300	0,495	6,43	0,93	2,79
	400	0,556	5,72	1,05	3,15
	500	0,621	5,13	1,17	3,51
625 (630)	0,680	4,68	1,28	3,84	
15	800	0,759	4,19	1,43	4,29
	25	0,168	18,95	0,46	1,38
	35	0,183	17,39	0,50	1,50
	50	0,203	15,68	0,55	1,65
	70	0,229	13,90	0,63	1,89
	95	0,252	12,63	0,69	2,07
	120	0,276	11,53	0,75	2,25
	150	0,297	10,72	0,81	2,43
	185	0,327	9,73	0,89	2,67
	240	0,356	8,94	0,97	2,91
	300	0,389	8,18	1,06	3,18
	400	0,435	7,32	1,19	3,57
	500	0,484	6,58	1,32	3,96
625 (630)	0,529	6,02	1,45	4,35	
20	800	0,588	5,41	1,61	4,83
	35	0,159	20,02	0,60	1,80
	50	0,176	18,09	0,66	1,98
	70	0,197	16,16	0,74	2,22
	95	0,216	14,74	0,81	2,43
	120	0,236	13,49	0,89	2,67
	150	0,253	12,58	0,95	2,85
	185	0,278	11,45	1,05	3,15
	240	0,302	10,54	1,14	3,42
	300	0,329	9,68	1,24	3,72
	400	0,367	8,67	1,38	4,14
	500	0,407	7,82	1,53	4,59
	625 (630)	0,444	7,17	1,67	5,01
800	0,493	6,46	1,86	5,58	

Окончание таблицы Б.10

Номинальное напряжение, кВ	Номинальное сечение жилы, мм ²	Емкость, мкФ/км	Реактивное емкостное сопротивление, кОм/км	Ток заряда на фазу, А/км	Емкостной ток короткого замыкания на землю, А/км
30	50	0,137	23,23	0,77	2,31
	70	0,152	20,94	0,86	2,58
	95	0,165	19,29	0,93	2,79
	120	0,179	17,78	1,01	3,03
	150	0,191	16,67	1,08	3,24
	185	0,209	15,23	1,18	3,54
	240	0,225	14,15	1,27	3,81
	300	0,244	13,05	1,38	4,14
	400	0,270	11,79	1,53	4,59
	500	0,298	10,68	1,69	5,07
	625 (630)	0,324	9,82	1,83	5,49
35	800	0,357	8,92	2,02	6,06
	50	0,127	25,06	1,40	4,20
	70	0,141	22,58	1,55	4,65
	95	0,153	20,80	1,68	5,04
	120	0,165	19,29	1,81	5,43
	150	0,176	18,09	1,94	5,82
	185	0,191	16,67	2,10	6,30
	240	0,206	15,45	2,27	6,81
	300	0,223	14,27	2,45	7,35
	400	0,246	12,94	2,70	8,10
	500	0,271	11,75	2,98	8,94
625 (630)	0,294	10,83	3,23	9,69	
800	0,324	9,82	3,56	10,68	

Таблица Б.11 — Полное сопротивление кабелей с алюминиевыми жилами

Номинальное сечение жилы, мм ²	Полное сопротивление при переменном токе частотой 50 Гц и температуре жилы 90 °С, Ом/км, кабелей с алюминиевыми жилами на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.
25	1,552	1,546	1,552	1,547	1,553	1,547	—	—	—	—	—	—
35	1,129	1,122	1,130	1,123	1,131	1,123	1,132	1,124	—	—	—	—
50	0,842	0,833	0,843	0,833	0,844	0,834	0,845	0,835	0,848	0,837	0,848	0,838
70	0,594	0,581	0,595	0,582	0,597	0,584	0,598	0,585	0,601	0,587	0,602	0,588
95	0,444	0,427	0,445	0,429	0,447	0,430	0,449	0,431	0,453	0,435	0,454	0,436
120	0,362	0,342	0,364	0,344	0,366	0,345	0,368	0,347	0,372	0,351	0,374	0,352
150	0,307	0,284	0,309	0,285	0,311	0,287	0,313	0,289	0,318	0,293	0,320	0,294
185	0,260	0,233	0,262	0,234	0,265	0,237	0,267	0,239	0,272	0,243	0,274	0,245
240	0,218	0,186	0,220	0,188	0,223	0,190	0,226	0,193	0,231	0,198	0,233	0,199
300	0,194	0,157	0,196	0,159	0,198	0,161	0,201	0,164	0,207	0,169	0,209	0,171
400	0,174	0,133	0,175	0,134	0,178	0,137	0,181	0,139	0,187	0,145	0,189	0,147
500	0,159	0,114	0,160	0,115	0,163	0,118	0,165	0,120	0,171	0,126	0,174	0,129
625 (630)	0,148	0,099	0,148	0,099	0,151	0,103	0,154	0,105	0,159	0,111	0,162	0,114
800	0,140	0,088	0,141	0,089	0,143	0,092	0,146	0,095	0,151	0,101	0,153	0,103

Таблица Б.12 — Полное сопротивление кабелей с медными жилами

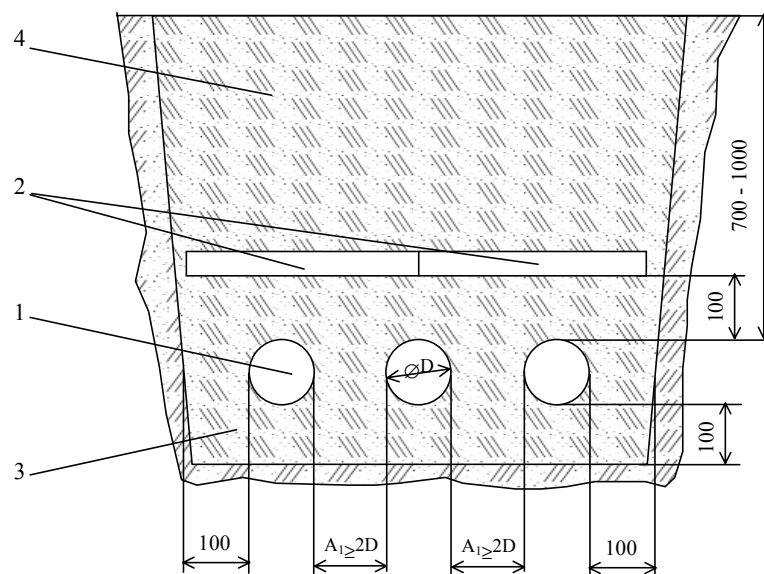
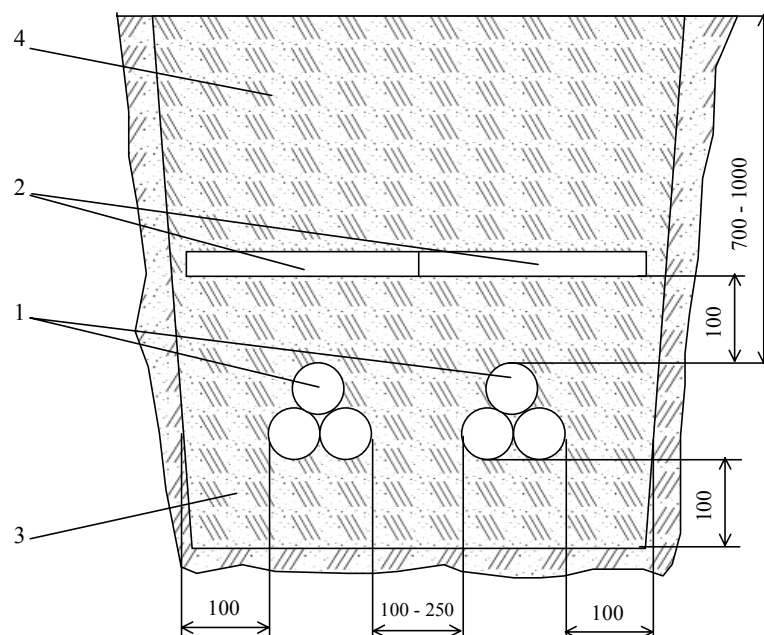
Номинальное сечение жилы, мм ²	Полное сопротивление при переменном токе частотой 50 Гц и температуре жилы 90 °С, Ом/км, кабелей с медными жилами на номинальное напряжение, кВ											
	6		10		15		20		30		35	
	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.	плоск.	треуг.
25	0,948	0,939	0,949	0,940	0,950	0,941	—	—	—	—	—	—
35	0,694	0,683	0,696	0,684	0,697	0,685	0,699	0,686	—	—	—	—
50	0,526	0,511	0,528	0,513	0,530	0,514	0,532	0,516	0,535	0,519	0,537	0,520
70	0,383	0,363	0,386	0,365	0,388	0,367	0,390	0,369	0,395	0,373	0,397	0,375
95	0,298	0,272	0,300	0,274	0,303	0,277	0,305	0,279	0,311	0,284	0,313	0,286
120	0,253	0,224	0,255	0,226	0,258	0,228	0,261	0,231	0,267	0,236	0,269	0,238
150	0,223	0,190	0,226	0,192	0,229	0,195	0,232	0,198	0,238	0,203	0,240	0,206
185	0,198	0,160	0,201	0,163	0,204	0,166	0,207	0,169	0,213	0,175	0,216	0,178
240	0,176	0,134	0,179	0,137	0,182	0,140	0,185	0,143	0,192	0,150	0,195	0,153
300	0,164	0,119	0,166	0,121	0,170	0,125	0,173	0,127	0,179	0,135	0,182	0,137
400	0,154	0,106	0,155	0,107	0,159	0,111	0,162	0,114	0,169	0,121	0,171	0,124
500	0,146	0,095	0,147	0,096	0,150	0,099	0,153	0,102	0,159	0,110	0,162	0,112
625 (630)	0,139	0,086	0,140	0,086	0,143	0,090	0,145	0,093	0,152	0,100	0,154	0,102
800	0,135	0,080	0,136	0,080	0,138	0,084	0,141	0,087	0,147	0,094	0,149	0,096

Приложение В
ПЕРЕЧЕНЬ ВЕЩЕСТВ, ВРЕДНО ДЕЙСТВУЮЩИХ
НА ПОЛИЭТИЛЕНОВУЮ ОБОЛОЧКУ КАБЕЛЯ
(по данным ф. Borealis)

Наименование вещества	20 °С	60 °С	Наименование вещества	20 °С	60 °С
Азотная кислота (95 % и выше)	н	н	Оливковое масло	у	н
Акрилат этила	о	н	Пентан-2	н	н
Амилацетат	о	о	Перекись водорода (90 %)	у	н
Анилин	у	о	Пропилен дихлорид	н	н
Ароматические углеводороды	н	н	Серная кислота (кипящая)	н	н
Ацетон	о	о	Серная кислота (80 – 98 %)	у	н
Бензол	о	о	Сернистый кальций	о	о
Бензин	о	о	Скипидар (живица)	н	н
Бром (жидкий или газ)	н	н	Стирол	о	н
Бромистый метил	н	н	Тetraгидрофуран	н	н
Бромформ	н	н	Тетрадекан	н	н
Гексан	у	о	Тетрахлорид титана	о	н
Гексахлорофен	о	о	Тетрахлорид углерода	о	н
Декан	о	н	Тетрахлорметан	о	н
Диацетоновый спирт	о	о	Тетрахлорэтилен	н	н
Дибутиловый амин	о	н	Толуол	о	н
Дизтопливо	у	о	Тормозная жидкость	о	н
Дипентен	н	н	Трехокись серы	н	н
Дисульфид углерода	о	н	Треххлористое соединение бора	о	н
Дихлорбензол	н	н	Трибромметан	н	н
Дихлорпропилен	н	н	Трихлорбензол	н	н
Дихлорэтилен	н	н	Трихлорэтилен	н	н
Диэтиловый кетон	о	о	Фтор (газ)	н	н
Диэтиловый эфир	н	н	Фурфурол	н	н
Изооктан	у	о	Фурфуроловый спирт	у	о
Изопентан	н	н	Хлор (газ или насыщенный водный р-р)	о	н
Изоприловый эфир	у	н	Хлорбензол	н	н
Изопропиламин	н	н	Хлорная кислота (70 %)	у	н
Йод (спиртовой р-р, йодид калия)	н	н	Хлористый метил	н	н
Камфорное масло	о	о	Хлористый метилен	н	н
Керосин	н	н	Хлористый этил	н	н
Ксилол	о	н	Хлористый этилен	н	н
Лигроин	о	н	Хлоросульфоновая кислота	н	н
Лизоль	о	н	Хлороформ	н	н
Масляная кислота	у	о	«Царская водка» (HCl:HNO ₃ =3:1)	н	н
Меркантанат этила	н	н	Циклогексан	н	н
Метилциклогексан	н	н	Этилацетат	у	н
Нитробензол	н	н	Этилбензол	н	н
Нитротолуол	н	н	Этиловый спирт	у	о
Нитроэтан	у	н	N-пентан	н	н
Озон	о	н	O-Zylene	н	н
Октиловый спирт	у	н	P-Zylene	н	н
Олеум	н	н			

Примечание. «у» - удовлетворительная устойчивость, «о» - ограниченная устойчивость, «н» - неудовлетворительная устойчивость

Приложение Г ВАРИАНТЫ ПРОКЛАДКИ И КРЕПЛЕНИЯ КАБЕЛЕЙ



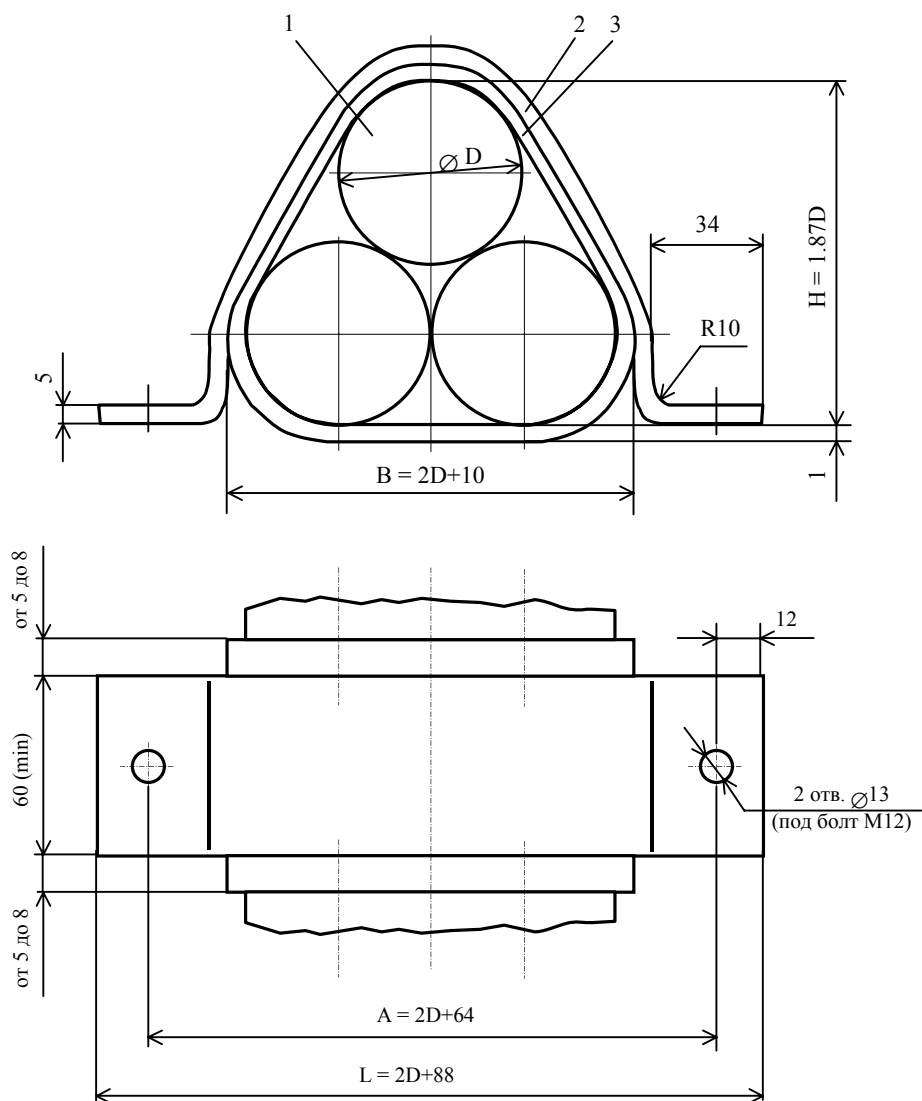
размеры в миллиметрах

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

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

- 2) Глубина заложения кабелей указана в 4.2
- 3) Расстояние между двумя кабельными линиями должно быть не менее:
100 мм – для кабелей на напряжение до 8,7/15 кВ включительно и
250 мм – для кабелей на большее напряжение.
- 4) D - наружный диаметр кабеля.

Рисунок Г.1 Примеры прокладки кабелей в траншее: а) прокладка двух параллельных линий, связанных треугольником, б) прокладка линии в плоскости

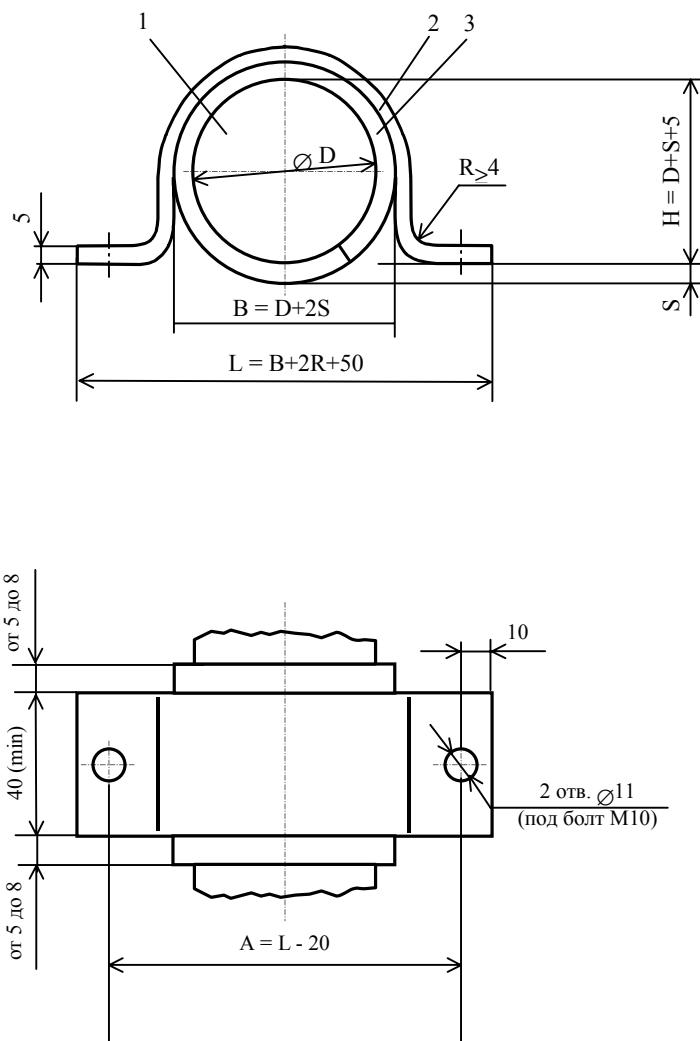


размеры в миллиметрах

- 1 – кабель
- 2 – хомут (скоба) из алюминия или алюминиевого сплава
- 3 – прокладка из резины или поливинилхлорида

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

Рисунок Г.2 – Крепление трех кабелей в связке на металлоконструкции (вариант исполнения)

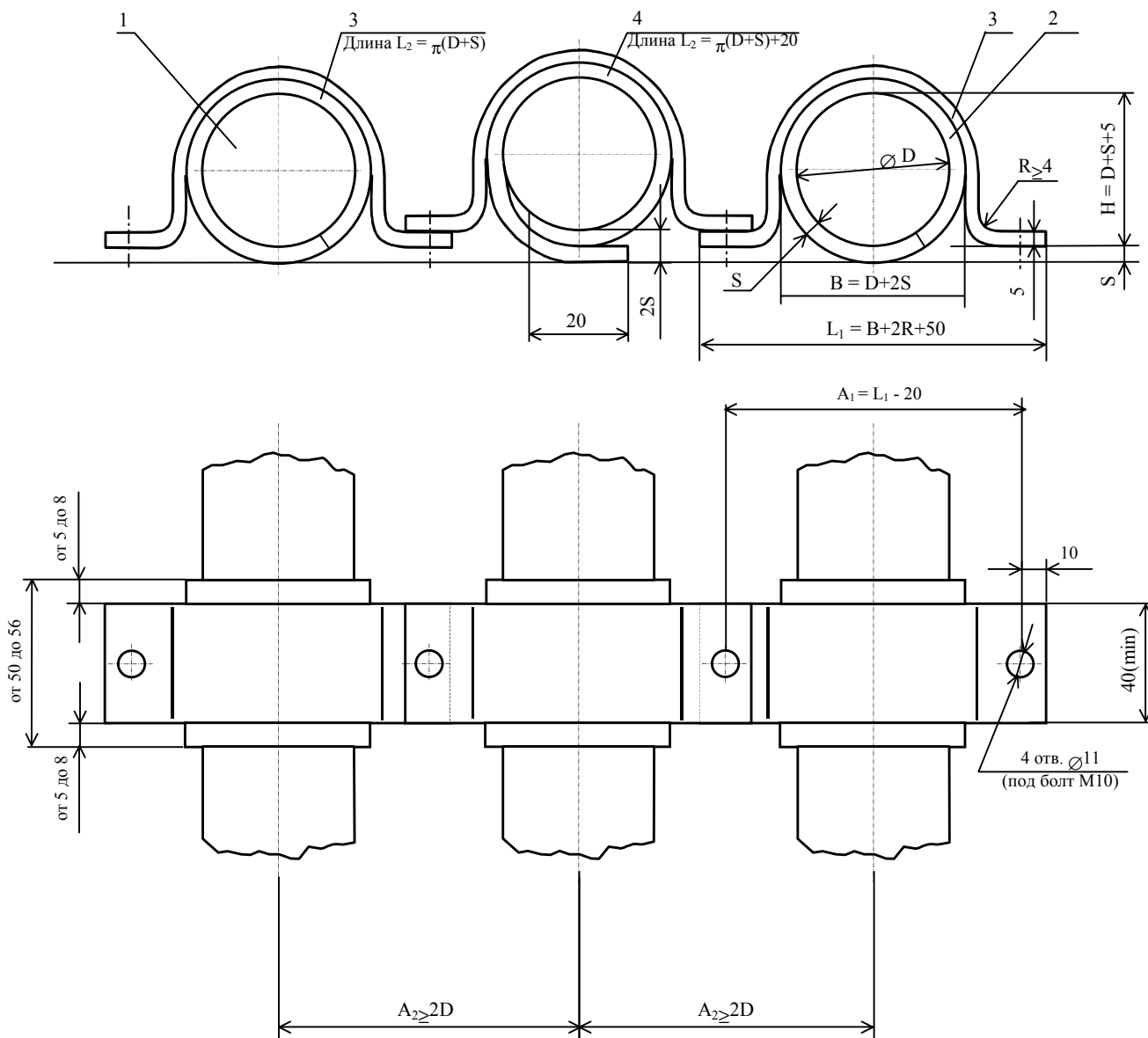


размеры в миллиметрах

- 1 – кабель
- 2 – хомут (скоба) из алюминия или алюминиевого сплава
- 3 – прокладка из резины или поливинилхлорида

Примечание. 1) Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) не показаны.
 2) D - наружный диаметр кабеля, S – толщина прокладки (от 3 до 4 мм).

Рисунок Г.3 – Крепление одного кабеля на металлоконструкции (вариант исполнения)



размеры в миллиметрах

- 1 – кабель
 2 – хомут (скоба) из алюминия или алюминиевого сплава
 3, 4 – прокладки из резины или поливинилхлорида

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

Рисунок Г.4 – Крепление трех кабелей на металлоконструкции (вариант исполнения)