

---

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РОССИЙСКИЕ СЕТИ»

---



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУППЫ «РОССЕТИ»

---

СТО 34.01-2.3.3-038-2021

---

**ТРУБЫ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ  
НАПРЯЖЕНИЕМ СВЫШЕ 1 кВ**

**Общие технические требования**

Стандарт организации

Дата введения: 28.09.2021

ПАО «Россети»

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом [от 29.06.2015 № 162-ФЗ](#) «О стандартизации в Российской Федерации»; объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - [ГОСТ Р 1.4-2004](#) «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»; общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - [ГОСТ 1.5-2001](#); правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - [ГОСТ Р 1.5-2012](#).

## **Сведения о стандарте организации**

1. РАЗРАБОТАН: АО «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР»
2. ВНЕСЕН: ПАО «Россети Ленэнерго»
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ  
распоряжением ПАО «Россети» от 28.09.201 № 342р
4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по НТД следует направлять в ПАО «Россети» согласно контактам, указанным на официальном информационном ресурсе, или электронной почтой по адресу [nto@rosseti.ru](mailto:nto@rosseti.ru).

*Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «Россети». Данное ограничение не предусматривает запрета на присоединение сторонних организаций к настоящему стандарту и его использование в их производственно-хозяйственной деятельности. В случае присоединения к стандарту сторонней организации необходимо уведомить ПАО «Россети».*

## Содержание

Введение.....	4
1. Область применения.....	6
2. Нормативные ссылки.....	6
3. Термины и определения.....	7
4. Обозначения и сокращения.....	8
5. Основные положения.....	8
6. Основные параметры и размеры труб.....	11
7. Технические требования к трубам и методам испытаний.....	12
8. Требования к маркировке и упаковке труб.....	13
9. Указания по монтажу труб.....	14
10. Указания по эксплуатации труб.....	20
Приложение А (обязательное).....	23
Приложение Б (обязательное).....	37
Приложение В (справочное).....	41
Приложение Г (справочное).....	47
Библиография.....	49

## Введение

Размещение кабелей в трубах позволяет упростить строительство кабельной линии и обеспечить последующую защиту проложенных кабелей от механических воздействий (давление грунта, транспорта и др.) и воздействий окружающей среды (в том числе агрессивной). Трубы для прокладки кабелей должны быть рассчитаны на воздействие температуры, связанной с прохождением по кабелям рабочих токов, а также токов короткого замыкания. Для прокладки и защиты кабелей напряжением свыше 1 кВ следует применять только специализированные трубы с жёсткими требованиями к качеству их изготовления и характеристикам.

При разработке настоящего стандарта учтены следующие исходные данные:

- основные способы монтажа труб для кабельных линий;
- типовые конструкции кабелей, применяемые на объектах ДЗО ПАО «Россети»;
- предельные значения температур, допустимые для кабелей с СПЭ и БПИ изоляцией, в различных режимах работы;
- характерные внешние диаметры кабелей с СПЭ и БПИ изоляцией классов напряжения выше 1 кВ, применяемые на объектах ДЗО ПАО «Россети»;
- типовые методы испытаний и поиска повреждений кабельных линий, используемые на объектах ДЗО ПАО «Россети».

Технические требования к трубам для прокладки кабелей свыше 1 кВ включают:

- требования к материалам;
- требования по надежности;
- требования к сроку службы;
- требования к гарантийному сроку эксплуатации;
- требования к условиям эксплуатации (климатические условия, стойкость к агрессивности среды, ультрафиолетовому излучению);
- требования к монтажу и прокладке;
- требования по стойкости к осевому растяжению сварного шва;
- требования к входному контролю трубы и комплектующих;
- требования к производителям;
- требования к сертификации и аттестации;
- требования к приемке и методам испытаний;
- требования к транспортированию;
- требования к хранению;
- требования к маркировке, упаковке;
- требования по утилизации;
- требования по экологической безопасности;
- требования по пожарной безопасности;
- требования к составу документации на трубы;
- требования к трубам при выполнении горизонтально-направленного бурения;

- требования по определению характеристик полимерных труб непосредственно на объекте перед выполнением строительно-монтажных работ;
- требования для определения характеристик труб в условиях лабораторного исследования силами филиалов;
- требования к сервисным центрам и монтажным организациям.

Полный перечень технических требований к трубам, предназначенным для прокладки кабелей напряжением свыше 1 кВ, приведен в Приложении А в форме сводной таблицы.

Методика ресурсных испытаний труб для прокладки кабелей напряжением свыше 1 кВ приведена в Приложении Б.

Методы механического расчёта труб для прокладки кабелей напряжением свыше 1 кВ приведены в Приложении В.

Поправочные коэффициенты к допустимому току жилы при прокладке кабелей в трубном блоке указаны в Приложении Г.

## 1. Область применения

Настоящий стандарт распространяется на трубы из полимерных композиций для прокладки кабельных линий переменного и постоянного тока номинальным напряжением свыше 1 кВ в грунте, на воздухе, в донной части водоёмов и применяется при проверке качества (аттестации) труб, а также организациями, занимающимися разработкой, производством, внедрением, транспортировкой, монтажом и эксплуатацией электротехнического оборудования, ПАО «Россети» и ДЗО ПАО «Россети», проектными и строительными организациями.

## 2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы<sup>1</sup>:

- [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 (с Изменениями № 1-5).
- [ГОСТ 53313-2009](#). Изделия погонажные электромонтажные. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний.
- [ГОСТ 53652.1-2009](#). Трубы из термопластов. Метод определения свойств при растяжении. Часть 1. Общие требования.
- [ГОСТ 27078-2014](#). Трубы из термопластов. Изменение длины. Метод определения и параметры.
- [ГОСТ 14254-2015](#). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) (с Поправкой)
- [ГОСТ Р МЭК 61386.1-2014](#). Трубные системы для прокладки кабелей. Часть 1. Общие требования.
- [ГОСТ 20.57.406-81](#). Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний (с Изменениями № 1-10).
- [ГОСТ 28198-89](#) (МЭК 68-1-88). Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство (с Изменением № 1).

---

<sup>1</sup> При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку

- [ГОСТ 28199-89](#) (МЭК 68-2-1-74). Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание А: Холод (с Изменением № 1).
- [ГОСТ 24888-81](#) Пластмассы, полимеры и синтетические смолы. Химические наименования, термины и определения.
- [ГОСТ 9550-81](#) Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе.
- [ГОСТ 11262-2017](#) (ISO 527-2:2012). Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
- [ГОСТ 32415-2013](#) Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.
- [ГОСТ Р МЭК 60840-2017](#) 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.
- [ГОСТ Р МЭК 60287-1-1-2009](#) Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки.
- [ГОСТ Р ИСО 3126-2007](#) Трубопроводы из пластмасс. Пластмассовые элементы трубопровода. Определение размеров;
- [ГОСТ 18599-2001](#) Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия (с изменениями № 1, 2).
- [ГОСТ 12423-2013](#) (ISO 291:2008). Межгосударственный стандарт. Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб).

### 3. Термины и определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины и определения.

**Электрический кабель** – кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных жил (проводников), заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня, и пригодное, в частности, для прокладки в земле и под водой.

**Кабельная линия** – линия, предназначенная для передачи электроэнергии, отдельных ее импульсов или оптических сигналов и состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей (проводов, токопроводов) с соединительными, стопорными и конечными муфтами (уплотнениями) и крепежными деталями, проложенная согласно требованиям технической документации в коробах, гибких трубах, на лотках, роликах, тросах, изоляторах, свободным подвешиванием, а также непосредственно по поверхности стен и потолков и в пустотах строительных конструкций. .

**Кольцевая жесткость** – характеристика, которая указывает на способность трубы выдерживать статическое и динамическое воздействие грунта и транспорта.

**Периодические испытания** – контрольные испытания продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные нормативным и/или техническим документом, с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска.

**Полимерная труба** – труба, выполненная из полимерных материалов или полимерных композиций.

**Ресурсные испытания** – воспроизведение в лаборатории внешних циклических воздействий, соответствующих условиям типовой эксплуатации для определения долговечности.

**Труба** – цилиндрическое изделие, изготовленное из полимерного или иного материала, полое внутри.

**Труба термостойкая** – труба полимерная, способная обеспечивать механическую стабильность и сохранять свои физико-механические свойства на протяжении всего своего срока службы при воздействии температуры проложенного в трубе электрического кабеля, достигающей 90 °С и более.

**Труба токопоисковая** – труба полимерная, выполненная по специальной технологии, позволяющей снизить электрическое сопротивление стенки с целью упрощения определения наличия повреждения кабельной линии и его места.

**Трубная система** – система, состоящая из труб и трубной арматуры, предназначенная для прокладки и защиты изолированных проводников и/или кабелей в электрических или коммуникационных установках, обеспечивающая их затяжку внутрь и/или замену, но не предусматривающая их боковой ввод.

#### 4. Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения и сокращения:

- БПИ – бумажно-пропитанная изоляция;
- ГНБ – горизонтально-направленное бурение;
- КЗ – короткое замыкание;
- КЛ – кабельная линия;
- ПГС – песчано-гравийная смесь;
- ПСИ – приемо-сдаточные испытания;
- ОМП – определение места повреждения;
- СПЭ – сшитый полиэтилен;
- СТО – стандарт организации;
- ТУ – технические условия.

#### 5. Основные положения

5.1. Трубы, поступающие на объекты строительства КЛ напряжением свыше 1 кВ, должны удовлетворять всем требованиям настоящего стандарта, и проходить обязательный входной контроль по методике [СТО 34.01-2.3.3-037-2020](#).

5.2. Основными методами размещения труб являются:

- прокладка в грунте в траншее;
- прокладка в грунте методом ГНБ;
- прокладка в грунте методом прокола;
- прокладка по конструкциям.



5.3. Последовательное соединение труб с целью образования протяженного трубопровода должно осуществляться:

- методом стыковой сварки;
- муфтами с закладным нагревательным элементом (электромуфты).

При прокладке труб методом ГНБ или прокола соединение труб допускается только методом стыковой сварки. Высота сварного шва во избежание повреждения наружной оболочки кабеля при его протяжке не должна превышать 5 мм.

5.4. Трубы должны использоваться в следующих случаях:

- обеспечение монтажа КЛ методами ГНБ или прокола грунта, которые позволяют свести к минимуму открытые земляные работы;
- прокладка КЛ в траншеях с целью их механической защиты и защиты от воздействия агрессивной окружающей среды;
- прокладка КЛ в траншеях в условиях поэтапного строительства, когда подготовка трассы линии и протяжка кабелей существенно разнесены во времени;
- прокладки КЛ под автодорогами и автомагистралями, под железными дорогами, площадями, скверами;
- прокладка КЛ по автомобильным и железнодорожным мостам;
- прокладка нескольких КЛ в трубных блоках;
- организация заходов КЛ на территорию станций и подстанций, в здания, в кабельные сооружения и другие помещения;
- организация проходов КЛ через стены и перегородки, а также перекрытия в помещениях и кабельных сооружениях (при невозможности прохода через фактурные отверстия в ж/б конструкциях или через открытые проемы);
- защита КЛ при прокладке по дну рек, каналов и иных водоемов, особенно в местах судоходства и в местах выхода из донной части водоёмов на берег;
- защита КЛ при пересечении въездов для автотранспорта во дворы, гаражи и т.д., а также при пересечении ручьев и канав;
- защита КЛ в местах, где возможны механические повреждения кабеля или доступ неквалифицированного персонала;
- защита КЛ в местах их пересечения с инженерными сетями или с КЛ;
- защита КЛ от последствий КЗ в случае прокладки взаиморезервирующих кабелей в стесненных условиях по одной трассе.

5.5. До начала работ по прокладке труб в грунте всегда следует производить максимально детальную инженерную разведку местности с целью определения точного местоположения и глубины залегания уже существующих инженерных коммуникация и кабельных линий (как пересекаемых, так и близлежащих).

5.6. При прокладке в грунте трубы должны быть размещены на глубине:

- не менее 0.7 м при прокладке кабелей напряжением от 1 до 20 кВ;
- не менее 1.0 м при прокладке кабелей напряжением 35 кВ;
- не менее 1.5 м при прокладке кабелей напряжением от 110 до 500 кВ.

5.7. При прокладке трёхфазных КЛ, выполненных одножильными кабелями, каждый одножильный кабель должен располагаться в отдельной трубе. Для КЛ

напряжением от 1 до 35 кВ допускается размещение трёх одножильных кабелей в одной общей трубе.

Если трёхфазная КЛ напряжением от 1 до 35 кВ выполнена несколькими одножильными кабелями на фазу, то рекомендуется разбить данную КЛ на несколько отдельных КЛ, каждая из которых будет выполнена тремя одножильными кабелями разноименных фаз, и прокладку каждой из таких КЛ осуществлять в отдельной трубе.

5.8. Внутренний диаметр трубы  $Dв$  (мм) должен удовлетворять условию

$$Dв \geq 1.5 \cdot d_{экв}$$

где 1.5 – принятый коэффициент заполнения трубы с проложенными кабелями;  $d_{экв}$  – эквивалентный диаметр пучка размещённых в трубе кабелей, состоящий в общем случае из  $n$  кабелей диаметром  $d$  каждый:

- при  $n = 1$  эквивалентный диаметр  $d_{экв} = d$ ;
- при  $n = 2$  эквивалентный диаметр  $d_{экв} = 2 \cdot d$ ;
- при  $n = 3$  эквивалентный диаметр  $d_{экв} = 2.15 \cdot d$ ;
- при  $n = 4$  эквивалентный диаметр  $d_{экв} = 2.41 \cdot d$ .

При прокладке КЛ напряжением свыше 1 кВ внутренний диаметр трубы  $Dв$  всегда должен составлять:

- не менее 50 мм при длине труб до 5 м;
- не менее 100 мм в остальных случаях.

5.9. Для каждой цепи КЛ, как правило, необходимо предусмотреть не менее одной резервной трубы. Резервные трубы должны быть герметизированы путём установки заглушек. Заглушки устанавливаются методом стыковой сварки или при помощи электромуфт.

5.10. По концам труб следует устанавливать воронки, позволяющие защитить КЛ от механических повреждений в процессе протяжки кабелей и их эксплуатации. Воронки устанавливаются методом стыковой сварки или за счёт электромуфт.

5.11. Трубы с проложенными кабелями должны быть герметизированы путём установки уплотнителей промышленного изготовления, заполняющих зазор между кабелем и трубой. Запрещена герметизация труб монтажной пеной.

5.12. Расчёт параметров труб рекомендуется выполнять согласно методике из Приложения В, где рассмотрены:

- прокладка в грунте в траншее;
- прокладка в грунте методом ГНБ (или прокола);
- прокладка по конструкциям.

5.13. Длительно допустимый ток жилы кабелей на трубных участках трассы следует определять по результатам расчётов с применением специализированных компьютерных программ (или с помощью методики расчетов [ГОСТ Р МЭК 60287](#)). Для предварительных оценок разрешается полагать, что прокладка однофазных или трёхфазных кабелей в полимерных трубах приводит к снижению их допустимого тока до уровня 0.9 от исходной. В случаях, когда каждая фаза КЛ размещена в отдельной трубе, кроме поправки 0.9 на трубы дополнительно следует делать поправку на расстояние между осями трех фаз.

5.14. При одновременной прокладке нескольких КЛ 1-20 кВ в трубных блоках длительно допустимый ток жилы кабелей предварительно разрешается оценивать с

помощью поправочных коэффициентов из Приложения Г, которые получены при условии, что каждая КЛ размещена в отдельной трубе.

5.15. Для установления фактов повреждения наружной оболочки кабелей на трубных участках трассы КЛ, а также для обеспечения возможности установления точных мест этих повреждений рекомендуется использовать токопоисковые трубы.

5.16. Трубы для прокладки кабеля не должны экранировать расположенные в них кабели и должны обеспечивать возможность трассировки кабельной линии.

## 6. Основные параметры и размеры труб

В настоящем стандарте используются следующие параметры и размеры труб.

6.1. Номинальный наружный диаметр трубы  $D$  (мм) – условный размер, принятый для классификации труб, соответствующий минимальному допустимому значению среднего наружного диаметра трубы. Номинальный наружный диаметр трубы принимается из стандартного ряда 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630 мм.

Овальность трубы, определяемая как разность между наибольшим и наименьшим значениями фактического диаметра, измеренными в сечении трубы, перпендикулярном ее оси, не должна превышать указанной в таблице 6.1.

Защитная оболочка трубы должна иметь толщину, указанную в таблице 6.1. Толщина защитной оболочки не учитывается при определении диаметра  $D$  трубы.

6.2. Кольцевая жесткость трубы  $SN$  (кН/м<sup>2</sup>) – величина, принятая для классификации труб, определяющая способность трубы выдерживать нагрузку, направленную перпендикулярно к оси вращения, с деформацией поперечного сечения не более 3% вдоль направления нагрузки. Кольцевая жесткость трубы  $SN$  принимается из стандартного ряда 4, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96, 192 кН/м<sup>2</sup>.

6.3. Номинальная толщина стенки трубы  $e$  (мм) – условный размер, соответствующий минимальной допустимой толщине стенки трубы в любой точке ее поперечного сечения, необходимый для определения возможности протяжки кабелей во внутреннем пространстве трубы. Номинальную толщину стенки можно определить согласно выражению:

$$e = \frac{D}{1 + \sqrt[3]{\frac{1000 \cdot E}{12 \cdot SN}}}$$

где  $E$  – модуль упругости трубы при сжатии (не менее 950 МПа).

6.4. Предельное усилие протяжки трубы  $F_{MAX}$  (кН) – величина, используемая для классификации труб по стойкости к растяжению, отвечающая продольному усилию протяжки трубы, при котором достигается предел текучести:

$$F_{MAX} = \frac{\pi \cdot \{D^2 - (D - 2e)^2\}}{4 \cdot 10^3} \cdot \sigma$$

где  $\sigma$  – предел текучести трубы при растяжении (не менее 21 МПа).

6.5. Трубы изготавливают прямыми отрезками согласованной длины до 13 м с предельным отклонением 1%. Допускается изготовление труб диаметром  $D$  до 110 мм другой длины с возможностью поставки в бухтах.

6.6. При отсутствии данных масса 1 м трубы может быть оценена по формуле:

$$M_T = \frac{\pi \cdot \{D^2 - (D - 2e)^2\}}{4 \cdot 10^6} \cdot \rho_T$$

где  $\rho_T$  – средняя плотность материалов, используемых при изготовлении трубы (для полимерных труб обычно 950÷1050 кг/м<sup>3</sup>).

Таблица 6.1 – Размеры труб и допустимые отклонения.

Номинальный диаметр $D$ , мм	Отклонение диаметра, мм, не более	Овальность, мм, не более	Толщина защитной оболочки, мм, не менее
50	+ 0,5	1,4	—
63	+ 0,6	1,6	0,8
75	+ 0,7	1,6	0,8
90	+ 0,9	1,8	0,9
110	+ 1,0	2,2	0,9
125	+ 1,2	2,5	1,0
140	+ 1,3	2,8	1,1
160	+ 1,5	3,2	1,1
180	+ 1,7	3,6	1,1
200	+ 1,8	4,0	1,2
225	+ 2,1	4,5	1,3
250	+ 2,3	5,0	1,4
280	+ 2,5	9,8	1,4
315	+ 2,8	11,1	1,5
355	+ 3,2	12,5	1,6
400	+ 3,6	14,0	1,8
450	+ 3,8	15,6	1,9
500	+ 4,0	17,5	2,0
560	+ 4,3	19,6	2,2
630	+ 4,6	22,1	2,5

## 7. Технические требования к трубам и методам испытаний

Трубы для прокладки кабелей напряжением свыше 1 кВ, изготовленные по настоящему стандарту, должны удовлетворять следующим требованиям.

7.1. Трубы должны изготавливаться из полимерных материалов методом экструзии, должны иметь гладкие внутреннюю и наружную поверхности. **Внутренняя поверхность труб должна** обладать низким коэффициентом трения для снижения усилий тяжения кабеля при его прокладке, а также **быть стойкой к КЗ** для возможности извлечения кабеля из трубы в случае его повреждения.

Трубы должны классифицироваться:

- по наружному диаметру трубы  $D$  и толщине ее стенки  $e$ ;
- по кольцевой жёсткости  $SN$  и предельному усилию тяжения  $F_{\text{МАКС}}$ ;
- по возможности испытаний кабелей и отыскания места их повреждения (токопоисковые трубы или нет).

7.2. Трубы должны изготавливаться многослойными, с числом слоев 3 и более (трехслойные и более). Трубы наружным диаметром  $D$  до 90 мм допускается

изготавливать с числом слоев менее 3. Толщина наружного и толщина внутреннего слоев должна быть каждая не менее 10% от толщины стенки трубы  $e$ .

7.3. Трубы могут дополнительно покрываться защитной оболочкой, которая повышает стойкость труб к процарапыванию. Наличие или отсутствие защитной оболочки не учитывается при расчете числа слоев трубы, при расчете ее диаметра  $D$  и толщины стенки  $e$ .

7.4. Трубы должны иметь внутренний слой, стойкий к распространению открытого пламени категории FV-0 (ПВ-0) по ГОСТ 53313-2009, позволяющий снизить риск повреждения трубы при КЗ в проложенных кабелях.

Трубы для прокладки кабелей вне грунта (по конструкциям) в дополнение к внутреннему слою FV-0 (ПВ-0) также могут иметь аналогичный наружный слой, стойкий к распространению открытого пламени категории FV-0 (ПВ-0).

7.5. Трубы должны иметь следующую цветность слоев:

- наружный слой красного цвета;
- основной слой бесцветный;
- внутренний слой любого цвета, отличающегося от цвета наружного слоя и от цвета основного слоя.

Защитная оболочка трубы (в случае ее наличия) должна быть красного цвета. Наружный слой труб, если он является стойким к горению категории FV-0 (ПВ-0), допускается окрашивать в цвет, отличный от красного.

7.6. Окраска слоев труб должна быть сплошной и равномерной. Допускается нанесение на наружную поверхность труб отдельных идентификационных полос, цвет которых отличается от красного.

7.7. Трубы должны допускать эксплуатацию в различных климатических зонах, в том числе в зонах ХЛ, УХЛ, У, ТУ по ГОСТ 15150.

7.8. Трубы должны сохранять свою форму при длительном воздействии на них рабочей температуры проложенных кабелей.

7.9. Трубы должны удовлетворять техническим требованиям, приведенным в Приложении А к настоящему стандарту.

7.10. Требования к испытаниям труб указаны в Приложении А к настоящему стандарту.

## 8. Требования к маркировке и упаковке труб

Трубы, изготовленные по настоящему стандарту, должны иметь маркировку и упаковку в соответствии с приведенными ниже требованиями.

8.1. Трубы должны быть промаркированы. Маркировку следует наносить на внешнюю поверхность трубы методом цветной печати, при отливке, прессованием, гравировкой. Не допускается наносить маркировку в виде наклеек (этикеток) или водостойких переводных картинок.

8.2. В состав маркировки трубы должны входить:

- наименование завода-изготовителя и/или товарный знак;
- номинальный наружный диаметр  $D$  (мм);
- номинальная толщина стенки  $e$  (мм);

- кольцевая жесткость  $SN$  (кН/м<sup>2</sup>);
- предельное усилие тяжения  $F_{МАХ}$  (кН);
- нормальная температура эксплуатации (°С);
- наименование (номер) стандарта, по которому изготовлены трубы;
- номер партии и дата изготовления трубы.

8.3. Трубы диаметром 110 мм и менее поставляются бухтами или отрезками. Трубы диаметром 125 мм и более поставляются только отрезками. При упаковке труб используют любые средства по [ГОСТ 21650](#) или другие по качеству не ниже указанных.

8.4. При упаковке труб в бухты и на катушки концы труб должны быть жестко закреплены. Внутренний диаметр бухты должен быть не менее 20 номинальных диаметров трубы  $D$ . Бухты скрепляют не менее чем в четырех местах, а для районов Крайнего Севера и труднодоступных районов – не менее чем в шести местах.

8.5. Трубы диаметром 200 мм и менее, выпускаемые в отрезках, связывают в пакеты массой до 1 т, скрепляя их не менее чем в двух местах таким образом, чтобы расстояние между местами скрепления было от 2 до 2,5 м, а для пакетов труб, предназначенных для районов Крайнего Севера и труднодоступных районов, – от 1 до 1,5 м.

8.6. Допускается по согласованию с потребителем трубы в отрезках не упаковывать. Трубы диаметром 225 мм и более в пакеты не связывают.

## **9. Указания по монтажу труб**

### **9.1. Прокладка труб в грунте в траншее**

9.1.1. Основные этапы прокладки КЛ в трубах в траншее (рис.9.1):

- рытье траншеи необходимой глубины и ширины;
- подготовка дна траншеи;
- подготовка необходимого числа трубопроводов, получаемых путем соединения отдельных труб последовательно друг с другом за счет их стыковой сварки или установки электромуфт;
- установка на концах трубопровода защитных воронок;
- укладка трубопровода (одного или нескольких) в траншею;
- начальная засыпка и трамбовка траншеи;
- окончательная засыпка обратным грунтом;
- прочистка труб изнутри;
- проверка сохранения геометрии труб после их засыпки грунтом путем протяжки внутри каждой трубы контрольного цилиндра;
- затяжка кабелей в трубы;
- установка уплотнителей, герметизирующих торцы труб с кабелями;
- установка заглушек, герметизирующих резервные трубы.



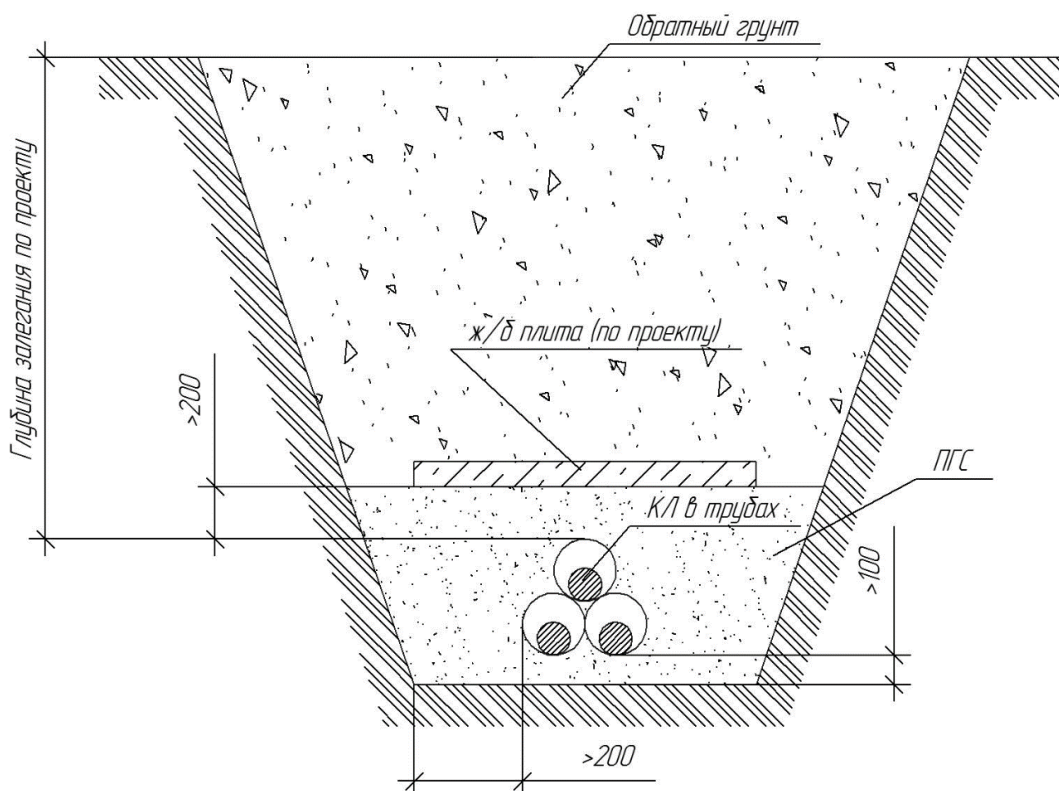


Рисунок 9.1 – Пример поперечного разреза одноцепной КЛ, выполненной однофазными кабелями, проложенными в трубах траншейным методом.

9.1.2. Глубина траншеи должна быть такой, чтобы все кабели, размещенные в трубах, оказались проложены на глубине:

- не менее 0.7 м при прокладке кабелей напряжением от 1 до 20 кВ;
- не менее 1.0 м при прокладке кабелей напряжением 35 кВ;
- не менее 1.5 м при прокладке кабелей напряжением от 110 до 500 кВ.

9.1.3. Ширина дна траншеи должна обеспечить беспрепятственную укладку трубопроводов с учетом числа и диаметра труб, а также их взаимного расположения друг относительно друга. Рекомендуется, чтобы ширина траншеи была не менее чем на 40 см больше ширины трубопровода (группы трубопроводов).

9.1.4. При прокладке трубопровода траншейным методом для обеспечения благоприятных условий охлаждения КЛ рекомендуется использовать или песок, или ПГС песка, или ПГС (с содержанием песка к гравию в соотношении 50/50 и размером фракций графия не более 40 мм):

- в качестве подушки под трубу толщиной не менее 10 см;
- в качестве начальной засыпки трубы сверху толщиной не менее 20 см.

9.1.5. После укладки трубопровода в траншею по мере его засыпки целесообразно проводить механическое уплотнение грунта с целью снизить риски просадки грунта в процессе эксплуатации линии.

9.1.6. В исключительных случаях при наличии проектного обоснования сверху трубопроводов могут дополнительно устанавливаться ж/б плиты (рис.9.1).

9.1.7. Финальная засыпка труб выполняется обратным грунтом.

9.1.8. Трубные участки трассы, имеющие протяженность более 12 (13) м, рекомендуется выполнять с применением токопоисковых труб.

9.1.9. Не рекомендуется совместная прокладка в одной траншее более двух цепей КЛ. При необходимости прокладки числа цепей более двух рекомендуется скрепление отдельных труб в трубные блоки, преимущественно с последующим бетонированием трассы. Вследствие существенного снижения допустимых токов жил кабелей не рекомендуется строительство трубных блоков с числом труб более 20-25 штук.

## **9.2. Прокладка труб в грунте методом ГНБ**

9.2.1. Метод ГНБ – это управляемый бестраншейный метод прокладывания подземных коммуникаций, основанный на использовании специальных буровых комплексов или установок (рис.9.2).

9.2.2. Прокладка труб методом ГНБ эффективно применяется, как правило, в нескальных грунтах (пески, супеси, суглинки, глины), в которых при помощи бурового раствора (бентонита или др.) удастся достичь устойчивости боковых стенок скважины. К геологическим условиям, где применение метода ГНБ затруднено или даже невозможно, относятся: подземные воды с большим напором, глинистые грунты текучей консистенции, пlyingуны, валунные и гравийно-галечниковые грунты, грунты с включениями искусственного происхождения (обломки железобетонных плит, отходы металлургического производства и т.п.), неустойчивые площадки (карст, оползни).

9.2.3. При использовании соответствующего оборудования и бурового инструмента (буровые перфораторы, скважинные моторы, специальные буровые коронки и др.) возможно применение метода ГНБ в скальных грунтах или в грунтах с твердыми включениями.

9.2.4. До начала производства работ методом ГНБ крайне важно провести детальное исследование свойств грунта, а также определить местоположение всех пересекаемых или близлежащих коммуникаций и КЛ.

9.2.5. Основные этапы прокладки КЛ в трубах методом ГНБ:

- рытье стартового и приемного котлованов;
- подготовка необходимого числа трубопроводов путем соединения отдельных труб последовательно друг с другом за счет их стыковой сварки (применение электромуфт при ГНБ не рекомендуется);
- подготовка пилотной скважины, ее расширение и уплотнение стенок;
- затяжка в скважину (в буровой канал) трубопровода или одновременно пучка из нескольких трубопроводов;
- установка на концах трубопроводов воронок для защиты кабеля;
- подготовка песчаной подушки по концам трубопроводов в местах, где из них будут выходить кабели;
- прочистка труб изнутри;
- проверка сохранения геометрии труб после их монтажа путем протяжки внутри каждой трубы контрольного цилиндра;
- затяжка кабелей в трубы;
- установка уплотнителей, герметизирующих торцы труб с кабелями;
- установка заглушек, герметизирующих резервные трубы;



- начальная засыпка стартового и приемного котлована песком или ПГС, а также уплотнение засыпки;
- окончательная засыпка котлованов обратным грунтом.

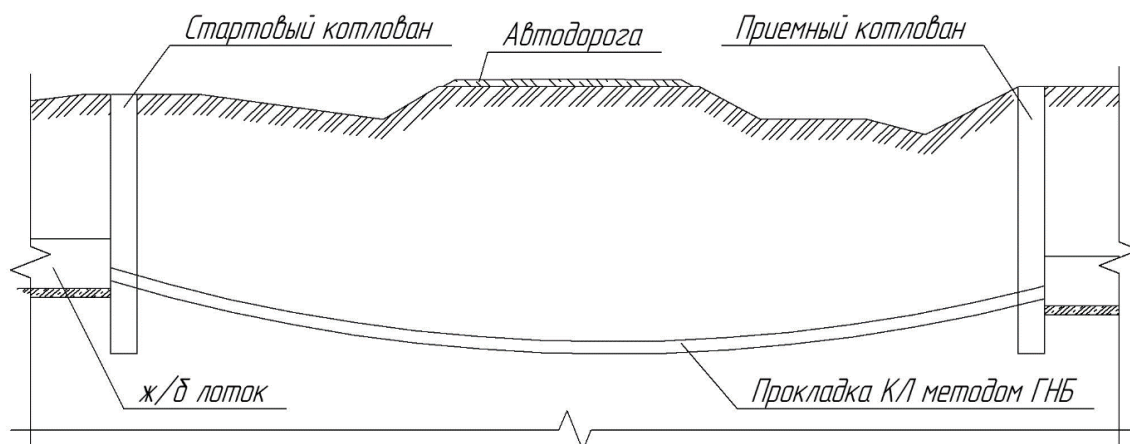


Рисунок 9.2 – Продольный профиль трассы КЛ, проложенной методом ГНБ.

9.2.6. При использовании метода ГНБ диаметр расширителя рекомендуется выбирать в зависимости от длины трубного участка следующим образом:

- при длине менее 49 м принимают  $D_{рш} \geq 1.2 \cdot D_{экв}$ ;
- при длине от 50 до 99 м принимают  $D_{рш} \geq 1.3 \cdot D_{экв}$ ;
- при длине от 100 до 299 м принимают  $D_{рш} \geq 1.4 \cdot D_{экв}$ ;
- при длине более 300 м принимают  $D_{рш} \geq 1.5 \cdot D_{экв}$ ;

где эквивалентный диаметр  $D_{экв}$  пучка из  $N$  протягиваемых трубопроводов можно вычислить через наружный диаметр одной трубы  $D$  следующим образом:

- при  $N = 1$  принимают  $D_{экв} = D$ ;
- при  $N = 2$  принимают  $D_{экв} = 2 \cdot D$ ;
- при  $N = 3$  принимают  $D_{экв} = 2.15 \cdot D$ ;
- при  $N = 4$  принимают  $D_{экв} = 2.41 \cdot D$ ;
- при  $N = 5$  принимают  $D_{экв} = 3 \cdot D$ .

9.2.7. Глубина трассы должна быть такой, чтобы все кабели, размещенные в трубах (в том числе на концах труб), оказались проложены на глубине:

- не менее 0.7 м при прокладке кабелей напряжением от 1 до 20 кВ;
- не менее 1.0 м при прокладке кабелей напряжением 35 кВ;
- не менее 1.5 м при прокладке кабелей напряжением от 110 до 500 кВ.

9.2.8. Радиус изгиба трассы трубопровода не должен быть менее допустимого радиуса изгиба используемых труб, а также прокладываемых в них кабелей.

9.2.9. При прокладке нескольких КЛ или нескольких цепей КЛ расстояние между скважинами (буровыми каналами), выполняемыми методом ГНБ, должно выбираться с учетом технологической возможности оборудования и точности выполнения работ оператором. Данное расстояние рекомендуется принимать не менее 1 м в свету (рис.9.3).

9.2.10. Для прокладки КЛ методом ГНБ следует использовать полимерные трубы с защитным наружным слоем повышенной твердости. Решение об отказе от

защитного слоя принимается на стадии проекта с учетом длины трубного участка и характера грунта вдоль трассы.

9.2.11. Трубные участки трассы, имеющие протяженность более 12 (13) м, рекомендуется выполнять с применением токопоисковых труб.

9.2.12. При пересечении трассой КЛ железной или автомобильной дороги (класса автомагистраль или скоростная автомобильная дорога) по согласованию с соответствующими службами может потребоваться размещение полимерных труб с кабелями в дополнительном защитном стальном футляре, причем зазор между футляром и размещенными в нем трубами с кабелями подлежит бетонированию.

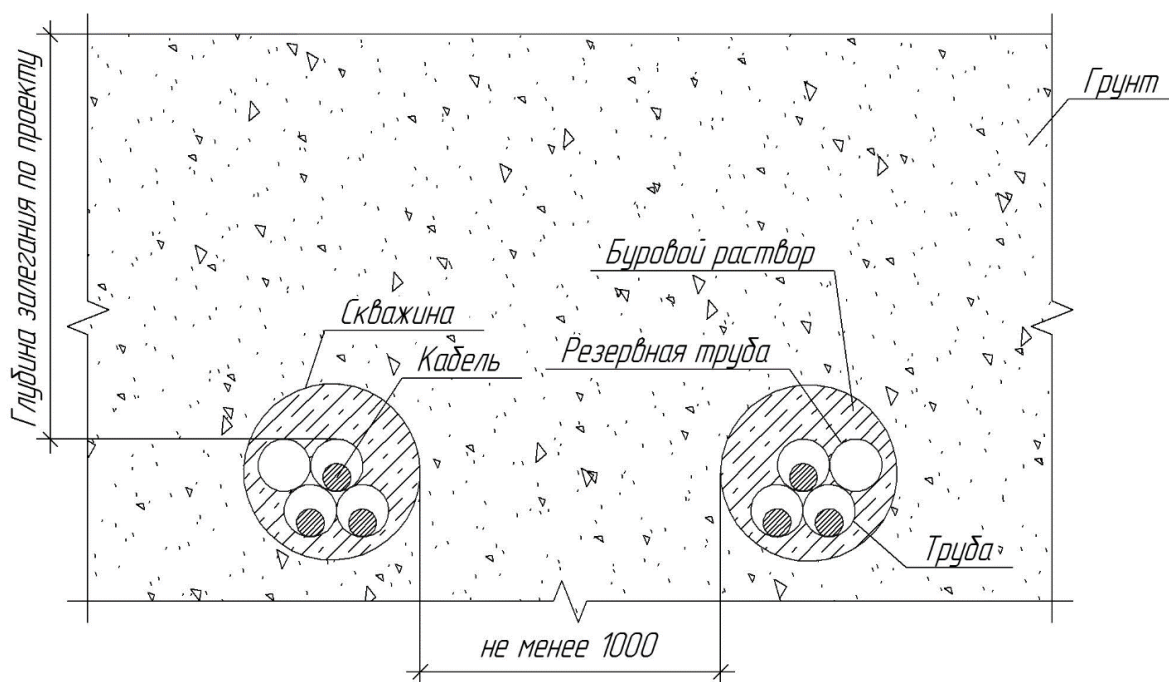


Рисунок 9.3 – Пример поперечного разреза двухцепной КЛ, выполненной однофазными кабелями, проложенными в трубах методом ГНБ.

### 9.3. Прокладка труб в грунте методом прокола

9.3.1. Метод прокола – управляемый бестраншейный метод прокладки подземных коммуникаций, основанный на создании скважины за счет уплотнения массива грунта (рис.9.4). Размещение КЛ в трубах, проложенных методом прокола, менее распространено в сравнении с ГНБ. Создание скважины методом прокола не сопровождается значительным уплотнением грунта в окружающем массиве, что позволяет прокладывать или ремонтировать КЛ в непосредственной близости от соседних КЛ или коммуникаций. К основным ограничениям метода прокола относится невозможность применения для скальных или болотистых грунтов, а также малые диаметры и протяженности скважин. Область применения всех видов прокола ограничивается диаметром 500 мм и длиной до 50 м.

9.3.2. До начала производства работ методом прокола крайне важно провести детальное исследование свойств грунта, а также определить местоположение всех пересекаемых или близлежащих коммуникаций и КЛ.

9.3.3. При выполнении прокола грунта следует предусмотреть стартовый и приемный котлован (рис.9.4). Размеры этих котлованов обуславливаются глубиной залегания трубопровода, размерами оборудования, а также технологическими особенностями метода прокола. Размеры котлованов рекомендуется согласовать с подрядной организацией.

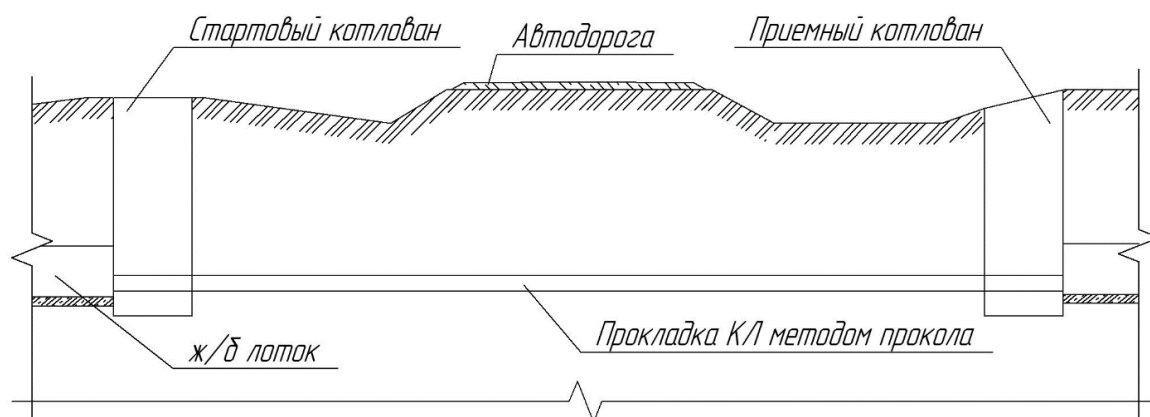


Рисунок 9.4 – Продольный профиль трассы КЛ, проложенной методом прокола.

9.3.4. При прокладке методом прокола нескольких КЛ или нескольких цепей КЛ расстояние между скважинами должно выбираться с учетом технологической возможности оборудования и точности выполнения работ оператором. Данное расстояние рекомендуется принимать не менее 1 м в свету.

9.3.5. Для прокладки КЛ методом прокола следует использовать полимерные трубы с защитным наружным слоем повышенной твердости. Решение об отказе от защитного слоя принимается на стадии проекта с учетом длины трубного участка и характера грунта вдоль трассы.

9.3.6. Трубные участки трассы, имеющие протяженность более 12 (13) м, рекомендуется выполнять с применением токопоисковых труб.

9.3.7. При пересечении трассой КЛ железной или автомобильной дороги (класса автомагистраль или скоростная автомобильная дорога) по согласованию с соответствующими службами может потребоваться размещение полимерных труб с кабелями в дополнительном защитном стальном футляре, причем зазор между футляром и размещенными в нем трубами с кабелями подлежит бетонированию.

## 9.4. Прокладка труб по конструкциям

9.4.1. К случаям прокладки полимерных труб по конструкциям относятся:

- прокладка по конструкциям автомобильных мостов;
- прокладка по конструкциям железнодорожных мостов;
- прокладка по эстакадам;
- другие случаи, когда трубы с кабелем проложены не в грунте.

9.4.2. При прокладке труб по конструкциям особое внимание важно уделять следующим разделам проектной документации:

- расчету теплового расширения труб в широком диапазоне температур, связанных как с различными режимами работы КЛ, так и с воздействием на трубу солнечной радиации;

- обоснованию устройства компенсации теплового расширения труб;
- механическому расчету самих труб и их креплений к конструкциям;
- обоснованию оптимальных расстояний между узлами крепления трубы к конструкциям с учетом кольцевой жесткости  $SN$  и толщины стенки  $e$ .

9.4.3. При проведении механических расчетов труб и выборе их креплений к конструкциям следует рассмотреть:

- прогиб трубы от собственного веса и веса проложенного кабеля;
- динамические усилия, возникающие между кабелями при КЗ.

9.4.4. Для крепления к конструкциям полимерных труб, имеющих внутри один однофазный кабель (пофазная прокладка в трубах), запрещено:

- использовать магнитные материалы;
- допускать образование вокруг трубы замкнутого проводящего контура.

9.4.5. Наружный слой (как и внутренний) труб, используемых для прокладки КЛ по конструкциям, должен быть стойким к воздействию открытого пламени категории FV-0 (ПВ-0) по [ГОСТ 53313-2009](#).

## **10. Указания по эксплуатации труб**

### **10.1. Общие положения по эксплуатации**

10.1.1. Трубы, удовлетворяющие всем основным положениям настоящего стандарта, не требуют какого-либо обслуживания в течение своего нормативного срока службы, составляющего не менее 30 лет.

10.1.2. Необходимость проведения работ с трубами может возникать, главным образом, в следующих случаях, связанных с обслуживанием кабелей, проложенных в этих трубах:

- поиск места повреждения кабеля вдоль трубного участка при условии, что трубы являются обычными, а не токопоисковыми;
- ремонт поврежденного кабеля, если место повреждения находится на глубине не более нескольких метров, позволяя вести открытые земляные работы;
- замена поврежденного кабеля на новый в случае, когда повреждение кабеля находится на большой глубине, затрудняющей проведение его ремонта (характерно для кабелей в трубах, проложенных методом ГНБ).

### **10.2. Поиск места повреждения кабеля в трубе**

10.2.1. При повреждении изоляции или оболочки кабеля поиск точного места повреждения вдоль трубного участка затруднен, если труба является обычной, а не токопоисковой.

10.2.2. Поиск места повреждения кабеля в обычной трубе (в том числе кабеля с полупроводящим слоем по оболочке) производится путем серии последовательных вскрытий трубы и обеспечения контакта проложенного в трубе кабеля с грунтом, окружающим трубу, что дает возможность для выхода тока с поврежденного кабеля в грунт и позволяет понять с применением стандартных лабораторных методов

поиска, находится ли повреждение кабеля слева или справа по трассе относительно вскрытого участка трубы. Указанная процедура вскрытия трубы и поиска места повреждения кабеля не может быть выполнена, если труба проложена в грунте методом ГНБ на глубинах более нескольких метров, поскольку земляные работы при таких глубинах заметно усложнены (невозможны).

10.2.3. Поиск места повреждения кабеля в токопоисковой трубе (в том числе кабеля с полупроводящим слоем по оболочке) производится с применением стандартных лабораторных методов без необходимости вскрытия трубы, вне зависимости от той глубины, на которой расположены в грунте трубы с кабелями.

### **10.3. Ремонт кабеля в трубе или его замена на новый**

10.3.1. Ремонт поврежденного кабеля, если место его повреждения находится в трубе на глубине не более 2-3 м, проводится путем вскрытия трубы в месте повреждения кабеля и последующего монтажа на кабеле:

- термоусаживаемой трубки или манжеты при ремонте оболочки;
- соединительной муфты при ремонте главной изоляции (в некоторых случаях в месте повреждения следует организовать вставку нового отрезка кабеля длиной в 2-3 м и монтаж по его концам сразу двух соединительных муфт).

После завершения ремонта оболочки кабеля следует восстановить трубу. Для этого поверх места, где труба была вскрыта для ремонта кабеля, следует установить разборную трубу (состоит из двух частей), или применить термоусаживаемую трубку необходимого диаметра.

После завершения ремонта изоляции кабеля восстановление трубы выполнять не следует, поскольку диаметр соединительной муфты кабеля превосходит диаметр трубы. Однако оставшимся трубным участкам трассы линии, примыкающим к месту ремонта кабеля, следует придать герметичность, для чего на их концах необходимо смонтировать уплотнители кольцевого пространства (зазор между кабелем и трубой), а также обеспечить защиту соединительной муфты от механических воздействий.

10.3.2. При повреждении кабеля на трубном участке трассы и невозможности выполнения ремонта кабеля в силу большой глубины расположения повреждения (характерно для кабелей в трубах, проложенных методом ГНБ) необходимо сделать замену кабеля на новый, которая состоит из следующих основных этапов:

- подготовка стартового и приемного котлованов по концам трубного участка, на котором возникло повреждение кабеля;
- подготовка по концам трубного участка площадок, необходимых для последующего монтажа соединительных муфт для кабеля;
- демонтаж уплотнителей, герметизирующих трубу с проложенным в ней поврежденным кабелем;
- обрезка поврежденного кабеля на концах трубного участка, извлечение поврежденного кабеля из трубы и протяжка вместо него нового исправного кабеля;

- монтаж на площадках соединительных муфт, которые обеспечивают последовательное соединение замененного участка кабеля с остальной трассой КЛ;
- монтаж уплотнителей, герметизирующих трубу с новым кабелем;
- начальная засыпка стартового и приемного котлована песком или ПГС, а также уплотнение засыпки;
- окончательная засыпка котлованов обратным грунтом.

10.3.3. При повреждении кабеля на трубном участке трассы, невозможности его ремонта в силу большой глубины расположения повреждения и невозможности по какой-то причине извлечь кабель из трубы для его замены на новый необходимо воспользоваться резервной трубой, в которой разместить новый кабель, сделав это в следующей последовательности:

- подготовка стартового и приемного котлованов по концам трубного участка, на котором возникло повреждение кабеля;
- подготовка по концам трубного участка площадок, необходимых для последующего монтажа соединительных муфт для кабеля;
- обрезка поврежденного кабеля на концах трубного участка, из которого не удалось извлечь этот кабель;
- демонтаж заглушек, герметизирующих резервную трубу без кабеля, и протяжка в резервную трубу нового исправного кабеля;
- монтаж уплотнителей, герметизирующих резервную трубу с кабелем;
- монтаж на площадках соединительных муфт, которые обеспечивают последовательное соединение нового кабеля, проложенного в резервной трубе, с остальной трассой КЛ;
- начальная засыпка стартового и приемного котлована песком или ПГС, а также уплотнение засыпки;
- окончательная засыпка котлованов обратным грунтом.

10.3.4. Если для замены кабеля требуется резервная труба, которая не была предусмотрена при строительстве КЛ, то прокладку этой резервной трубы следует организовать на таком расстоянии от имеющихся труб, которое исключает риск их повреждения строительной (буровой) техникой.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Основные нормативные положения**

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
<b>1. Общие требования к условиям эксплуатации</b>			
1.1	Климатическое исполнение	ТУ, У, ХЛ, УХЛ Номинальные значения климатических факторов - по <a href="#">ГОСТ 15150</a> .	<a href="#">ГОСТ 15150-69</a>
1.2	Категория размещения	1-5 Номинальные значения климатических факторов - по <a href="#">ГОСТ 15150</a> .	<a href="#">ГОСТ 15150-69</a>
1.3	Область применения	для прокладки в земле (в траншее, в блоке, при ГНБ) и/или на воздухе	Требование ПАО «Россети»
1.4	Стойкость к воздействию агрессивных сред	В соответствии с ТУ изготовителя, но не менее, чем по <a href="#">СН 550-82</a> Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб. ПРИЛОЖЕНИЕ 1	<a href="#">СН 550-82</a> ПРИЛОЖЕНИЕ 1
1.5	Стойкость к воздействию УФ-излучения для труб	Наружная оболочка труб, предназначенных для прокладки на воздухе, должна быть стойкой к УФ-излучению	Требование ПАО «Россети»
<b>2. Требования к номинальным характеристикам труб</b>			
2.1	Кольцевая жесткость (SN), кН/м <sup>2</sup>	Выбирается из ряда 4, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96, 192	Требование ПАО «Россети»
2.2	Номинальный диаметр, мм	Выбирается из ряда 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630	Требование ПАО «Россети»
2.3	Овальность, не более	3,5%	Требование ПАО «Россети»
2.4	Модуль упругости при сжатии, МПа, не менее	950	Требование ПАО «Россети»



№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
2.5	Модуль упругости при растяжении, МПа, не менее	850	Требование ПАО «Россети»
2.6	Сопротивление изоляции, МОм, для труб: – токопоисковых, не более; – остальных, не менее	0,1 100	Требование ПАО «Россети»
2.7	Стойкость к воздействию к пламени (внутренний слой – для прокладки в земле; внутренний и наружный слой – для прокладки на воздухе)	Для прокладки в земле - ПВ-0 по п.5.1-5.3 <a href="#">ГОСТ 53313</a> Для прокладки в воздухе - по п.5.1-5.4 <a href="#">ГОСТ 53313</a>	Требование ПАО «Россети» <a href="#">ГОСТ 53313</a> п.5.1-5.4
2.8	Теплопроводность, Вт/(м×К), не менее	0,5	Требование ПАО «Россети»
2.9	Относительное удлинение при разрыве, не менее	350%	<a href="#">ГОСТ 53652.1-2009</a>
2.10	Изменение длины труб после прогрева, не более	3%	<a href="#">ГОСТ 27078</a>
2.11	Длительно-допустимые температурные показатели нагрева при эксплуатации, °С, не менее	90	Требование ПАО «Россети»
2.12	Предельно допустимые температурные показатели нагрева при эксплуатации, °С, не менее	120 в течение 8 часов в день и не более 1000 часов за весь срок эксплуатации	Требование ПАО «Россети»
<b>3. Требования к конструкции</b>			
3.1	Требования к внешнему виду	Трубы должны иметь ровные, гладкие и чистые внутреннюю и наружную поверхности без пузырей, трещин, раковин, царапин, посторонних включений и других дефектов поверхности. На торцах труб не должно быть расслоений.	Требование ПАО «Россети»
3.2	Требование к исполнению труб	Гладкие с числом слоев не менее трех (трубы номинального диаметра от 50 до 90 мм допускается изготавливать с числом слоев менее трех)	Требование ПАО «Россети»



№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНиП)		Нормативный документ, №№ пунктов документа
3.3	Минимальная толщина внутреннего и наружного слоёв, мм	Не менее 10% от толщины стенки		Требование ПАО «Россети»
3.4	Номинальная толщина стенки трубы	Должна быть указана в ТУ завода-изготовителя для каждого маркоразмера		Требование ПАО «Россети»
3.5	Минимальный внутренний диаметр	Должен быть указан в ТУ завода-изготовителя для каждого маркоразмера		Требование ПАО «Россети»
3.6	Дополнительный защитный слой для труб с защитным слоем	Защитное покрытие из минералонаполненного полипропилена с жёсткостью по Шор D не менее 69 ед		Требование ПАО «Россети»
3.7	Требование по толщине дополнительного защитного слоя, не менее	Номинальный наружный диаметр основной трубы, мм	Толщина защитного покрытия, мм	Требование ПАО «Россети»
		110	1,0 <sup>+0,8</sup>	
		125	1,1 <sup>+0,8</sup>	
		140	1,1 <sup>+0,8</sup>	
		160	1,2 <sup>+0,8</sup>	
		180	1,2 <sup>+0,8</sup>	
		200	1,3 <sup>+0,9</sup>	
		225	1,4 <sup>+0,9</sup>	
		250	1,5 <sup>+0,9</sup>	
		280	1,5 <sup>+0,9</sup>	
		315	1,5 <sup>+0,9</sup>	
		355	1,5 <sup>+1,0</sup>	
		400	1,7 <sup>+1,0</sup>	
		450	2,0 <sup>+1,0</sup>	
500	2,0 <sup>+1,0</sup>			
560	2,2 <sup>+1,0</sup>			
630	2,5 <sup>+1,0</sup>			
3.8	Метод изготовления полимерных труб	Экструдирование		Требование ПАО «Россети»

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)			Нормативный документ, №№ пунктов документа																						
		Внутренний слой	Основной слой	Наружный слой																							
3.9	Требование к цветовой гамме	любой	бесцветный	красный	Требование ПАО «Россети»																						
3.10	Требование к герметичности соединений	IP68			Требование ПАО «Россети»																						
3.11	Соединение труб	Наличие инструкции от производителя по соединению труб.			Требование ПАО «Россети»																						
<b>4. Требование по прокладке и монтажу</b>																											
4.1	Максимально допустимое усилие протягивания труб методом горизонтально направленного бурения (ГНБ), кН	В соответствии с ТУ производителя.			Требование ПАО «Россети»																						
4.2	Способы соединения труб	Сварка встык, с помощью электросварной муфты. Усилие растяжения сварного шва - в соответствии с ТУ изготовителя.			Требование ПАО «Россети»																						
4.3	Минимальная температура монтажа	В соответствии с ТУ производителя, но не менее минус 15 °С			Требование ПАО «Россети»																						
4.4	Допустимый радиус изгиба при монтаже и укладке в зависимости от температуры окружающего воздуха	<table border="1"> <caption>Данные для графика зависимости радиуса изгиба R/D от температуры T, °C</caption> <thead> <tr> <th>T, °C</th> <th>R/D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-15</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>-10</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>-5</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table>			T, °C	R/D	-15	65	-10	60	-5	55	0	50	5	40	10	30	15	25	20	20	25	18	30	17	Требование ПАО «Россети»
T, °C	R/D																										
-15	65																										
-10	60																										
-5	55																										
0	50																										
5	40																										
10	30																										
15	25																										
20	20																										
25	18																										
30	17																										

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНиП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
		Зависимость отношения радиуса упругого изгиба трубопровода $r$ к наружному диаметру трубы $D$ от температуры окружающего воздуха $T$ при монтаже и укладке трубопровода.	
<b>5. Требования к применяемым материалам</b>			
5.1	Требования к применяемым материалам	Наличие сертификата аккредитованного органа по сертификации на применяемые ПВХ пластикаты и композиции, не содержащие галогенов	Требование ПАО «Россети»
<b>6. Приемо-сдаточные испытания труб</b>			
6.1	Проверка внешнего вида и маркировки	<p>Внешний вид и маркировку труб проверяют визуально без применения увеличительных приборов сравнением с контрольным образцом, утвержденным в установленном порядке.</p> <p>Контрольный образец представляет собой отрезок трубы, длиной не менее 300 мм с нанесённой на поверхность маркировкой, пронумерованный и отобранный от серийной партии труб. Образец должен быть отрезан перпендикулярно к оси трубы.</p> <p>Контрольные образцы оформляют на один типовой представитель любого номинального наружного диаметра каждого типа.</p> <p>Испытания проводят на 5-ти образцах</p>	Требование ПАО «Россети»
6.2	Стойкость маркировки	<p>Соответствие проверяют осмотром после протирки маркировки вручную в течение 15 с сначала тканью, пропитанной водой, а затем - в течение 15 с тканью, пропитанной растворителем.</p> <p>Растворитель должен содержать не более 0,1% ароматических углеводородов, иметь каури-бутаноловый показатель 29, начальную точку кипения</p>	Требование ПАО «Россети»

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
		65°C, точку испарения 69°C и плотность порядка 0,68 г/см <sup>3</sup> . Маркировка, нанесенная при отливке, прессованием или гравировкой, не подвергается данному испытанию. Критерий приемки: после испытания маркировка должна быть четкой	
6.3	Проверка конструкции и конструктивных размеров	Проверка толщины стенок, диаметров, овальности, длины труб, перпендикулярности торцов труб проводят по <a href="#">ГОСТ Р ИСО 3126</a> при температуре (23±2) °С не менее чем на 5-ти образцах. Перед испытанием образцы выдерживают при указанной температуре не менее 2 ч.	Требование ПАО «Россети» <a href="#">ГОСТ Р ИСО 3126</a>
6.4	Измерение относительного удлинения при разрыве	Относительное удлинение при разрыве определяют в соответствии с <a href="#">ГОСТ 53652.1-2009</a> Испытание проводится не менее чем на 3-х образцах	Требование ПАО «Россети»
6.5	Проверка изменения длины труб после прогрева	Изменение длины труб после прогрева определяют в соответствии с <a href="#">ГОСТ 27078</a> в воздушной среде. Испытание проводится не менее чем на 3-х образцах	Требование ПАО «Россети» <a href="#">ГОСТ 27078</a>
6.6	Испытание на кольцевую жесткость	Испытания проводят в соответствии с <a href="#">ГОСТ 18599</a> изм. 2 (приложение В п. В.2.4.2)	Требование ПАО «Россети» <a href="#">ГОСТ 18599</a> изм. 2 (приложение В п. В.2.4.2)
6.7	Проверка сопротивления изоляции	Измерение сопротивления изоляции производится на образце трубы длиной 1 м, отрезанном с любого из концов трубы. Образец трубы с наружной стороны стенки должен быть обмотан по всей поверхности медной лужёной сеткой с перекрытием не менее 30%. Для измерения сопротивления изоляции должны быть использованы нажимные металлические электроды из нержавеющей стали, цветных или благородных металлов.	Требование ПАО «Россети»

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
		<p>Электрод напряжения должен быть приложен ко внутренней поверхности трубы, а измерительный электрод – к предварительно обмотанной на наружной поверхности трубы медной лужёной сетке.</p> <p>Измерения должны проводиться в соответствии с разделом 3 <a href="#">ГОСТ 6433.2</a>. Испытательное напряжение при измерении сопротивления изоляции не нормируется.</p>	
<b>7. Периодические испытания труб – не реже 1 раза в год</b>			
7.1	Проверка внешнего вида и маркировки	В соответствии с <a href="#">п. 6.1</a> таблицы	Требование ПАО «Россети»
7.2	Проверка конструкции и конструктивных размеров	В соответствии с п. 6.3 таблицы	Требование ПАО «Россети»
7.3	Стойкость маркировки	В соответствии с п. 6.2 таблицы	Требование ПАО «Россети»
7.4	Испытание на изгиб 90 градусов при минимальной температуре монтажа	<p>Испытания проводят на трубе диаметром 63 мм с кольцевой жёсткостью 16 кН/м<sup>2</sup></p> <p>Испытаниям подвергается 6 образцов длиной не менее 1200 мм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- три образца при (23±1) °С,</li> <li>- три образца после выдержки в холодильной камере при минимальной температуре монтажа ±1 °С в течение 2 часов.</li> </ul> <p>Температура трубы в момент испытаний контролируется и фиксируется в протоколе.</p> <p>Образец закрепляется в горизонтальной плоскости на ровной поверхности, крепление должно иметь длину не более 200 мм.</p> <p>Свободный конец образца отклоняется от прямолинейного положения с радиусом изгиба в соответствии с п. 4.4 настоящих технических требований на угол 90 градусов от</p>	Требование ПАО «Россети»

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)				Нормативный документ, №№ пунктов документа
		<p>плоскости закрепления до касания с мерным шаблоном и выдерживается в таком положении не менее 5 минут.</p> <p>Соответствие проверяют путем прохода калибровочного шара, имеющего диаметр, равный 95+1% от минимального внутреннего диаметра образца, указанного изготовителем, через образец, пока он согнут на испытательной установке.</p> <p>Справочно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- радиус изгиба шаблона для испытаний при (23±1) °С - 1260 мм</li> <li>- радиус изгиба шаблона для испытаний при минус (15±1)°С - 3900 мм</li> </ul> <p>Критерий приёмки: образцы не должны сплющиваться, не должно быть трещин, позволяющих проникать свету или воде между внутренней и наружной поверхностями образца</p>				
7.5	Испытание на стойкость к удару	<p>Испытания проводят в соответствии с п. 10.3 <a href="#">ГОСТ Р МЭК 61386.1</a> и настоящих требований.</p> <p>Образцы выдерживают в холодильной камере при минимальной температуре монтажа ±1°С в течение не менее 2 ч.</p>				<p>Требование ПАО «Россети» <a href="#">ГОСТ Р МЭК 61386.1</a> П.10.3</p>
		Номинальный диаметр трубы, мм	Масса ударника, кг	Высота падения, мм	Энергия, Дж	<p>Требование ПАО «Россети» п. 10.3 <a href="#">ГОСТ Р МЭК 61386.1</a></p>
		до 60	5	300	15	
		61 – 90	5	400	20	
		91 – 140	5	570	28	
от 140	5	800	40			
<b>8. Типовые испытания труб</b>						
8.1	Проверка внешнего вида и маркировки	В соответствии с <a href="#">п. 6.1</a> таблицы				Требование ПАО «Россети»

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНиП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
8.2	Стойкость маркировки	В соответствии с п. 6.2 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.3	Проверка конструкции и конструктивных размеров	В соответствии с п. 6.3 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.4	Измерение относительного удлинения при разрыве	В соответствии с п. 6.4 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.5	Проверка изменения длины труб после прогрева	В соответствии с п. 6.5 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.6	Испытание на кольцевую жёсткость	В соответствии с п. 6.6 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.7	Испытание на стойкость к удару	В соответствии с п. 7.5 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.8	Электрическая прочность не токопоисковых труб	Испытания проводят по п. 11.3.1 ГОСТ Р <a href="#">МЭК61386.1</a>	Требование ПАО «Россети» п. 11.3.1 ГОСТ Р <a href="#">МЭК61386.1</a>
8.9	Проверка сопротивления изоляции	В соответствии с п. 6.7 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.10	Испытание на изгиб	В соответствии с п. 7.4 таблицы	Требование ПАО «Россети»
8.11	Термостабильность	Испытания проводят в соответствии с п. 8.17 <a href="#">ГОСТ 32415</a> Критерий приёмки: значение времени в минутах, прошедшее от точки $t_1$ до точки $t_3$ , выраженное до трёх значащих цифр, должно быть не менее 180 мин	<a href="#">ГОСТ 32415-2013</a> (п. 8.17) Требование ПАО «Россети»
8.12	Стойкость к УФ	Испытания проводят по <a href="#">ГОСТ 20.57.406</a> (метод 211-1) на трубе, длиной обеспечивающей возможность изгиба трубы на 160 градусов. Труба считается выдержавшим испытание, если при осмотре оболочки трубы без применения увеличительных приборов отсутствуют трещины и иные повреждения	Требование ПАО «Россети» <a href="#">ГОСТ 20.57.406</a> (метод 211-1)

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
8.13	Испытание по подтверждению климатического исполнения	Испытания проводятся в соответствии с - <a href="#">ГОСТ 28198-89</a> (МЭК 68-1-88) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 1. Общие положения и руководство (с Изменением № 1) приложение С. <a href="#">ГОСТ 28199-89</a> (МЭК 68-2-1-74) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание А: Холод (с Изменением № 1)	Требование ПАО «Россети» <a href="#">ГОСТ 28198-89</a> (МЭК 68-1-88) <a href="#">ГОСТ 28199-89</a> (МЭК 68-2-1-74)
8.14	Ресурсные испытания	Испытания проводятся в соответствии с методикой Приложения Б к настоящему стандарту	Требование ПАО «Россети»
<b>9. Требования к маркировке</b>			
9.1	Состав маркировки	Маркировку наносят на поверхность трубы методом цветной печати, при отливке, прессованием, гравировкой. Не допускается наносить маркировку в виде наклеек (этикеток) или водостойких переводных картинок. Наименование завода-изготовителя и/или товарный знак Параметр кольцевой жёсткости SN Предельное усилие тяжения F Диаметр наружный D Толщина стенки e Температура эксплуатации ТУ изготовителя Допускается указания дополнительной информации в соответствии с ТУ изготовителя	Требование ПАО «Россети»
9.2	Расположение маркировки	Цикличность нанесения маркировки не более (1+0,015) м	Требование ПАО «Россети»
<b>10. Требования по пожаробезопасности</b>			



№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
10.1	Испытание на стойкость к воздействию открытого пламени	Материал должен соответствовать категории FV-0 (ПВ-0).	<a href="#">ГОСТ 53313-2009</a> , п.5.3
10.2	Испытание на стойкость к зажиганию нагретой проволокой при температуре (960±15) °С	Образец считают выдержавшим испытание, если отсутствует открытое пламя или горение и свечение образца продолжается не более 30 с после устранения источника зажигания.	<a href="#">ГОСТ 53313-2009</a> , п.5.2
10.3	Наличие сертификата пожарной безопасности	Обязательно на соответствие <a href="#">ГОСТ 53313</a> (в объеме не менее 5.1-5.3)	Требование ПАО «Россети»
<b>11. Требования по надёжности</b>			
11.1	Срок службы, лет, не менее	30	Требование ПАО «Россети»
11.2	Гарантийный срок эксплуатации с даты ввода в эксплуатацию, не менее	5	Требование ПАО «Россети»
11.3	Гарантийный срок хранения, до ввода эксплуатацию, не более	3-х лет - при условии хранения в закрытых помещениях или под навесами с исключением уф-воздействия. На открытых площадках – не более 2-х лет.	Требование ПАО «Россети»
<b>12. Требования безопасности, охраны окружающей среды и утилизации</b>			
12.1	Материалы конструкции трубной системы при установленных допустимых температурах хранения и эксплуатации не выделяют вредных продуктов в концентрациях, опасных для организма человека и загрязняющих среду	Завод-изготовитель должен представить письменное свидетельство, что поставляемые трубы не содержат опасных или токсичных химических материалов.	Требование ПАО «Россети»
12.2	Требования к утилизации	Должны быть указаны в ТУ и руководстве по эксплуатации изготовителя	Требование ПАО «Россети»
<b>13. Требования к упаковке, транспортированию и хранению</b>			

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНИП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
13.1	Группа по условиям хранения	<p>Транспортирование производится любым видом транспорта, при температуре воздуха от минус 60 °С до плюс 70 °С, на любое расстояние, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта. При транспортировании трубы не должны подвергаться воздействию паров кислоты, щелочей и других агрессивных сред.</p> <p>Трубы должны храниться в упакованном виде, как в складских помещениях, так и на открытых площадках. В воздухе должны отсутствовать пары кислот, щелочей и других агрессивных сред. Температура при хранении от минус 60 °С до плюс 70 °С.</p>	<a href="#">ГОСТ 15150-69</a>
<b>14. Требования к составу документации на трубы</b>			
14.1	В состав документации поставляемой с трубами должно входить:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ТУ или техническая спецификация;</li> <li>- Сертификат соответствия требованиям ТУ;</li> <li>- Сертификат пожарной безопасности;</li> <li>- Руководство по эксплуатации, транспортированию, хранению, утилизации;</li> <li>- Паспорт с указанием гарантийных обязательств;</li> <li>- Протоколы ПСИ (при отсутствии паспорта).</li> </ul>	Требование ПАО «Россети»
<b>15. Требования к сервисным центрам</b>			
15.1	Требования к сервисным центрам	<p>Наличие помещения, склада запасных частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта, сервисного обслуживания.</p> <p>Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, сервисного обслуживания</p>	Требование ПАО «Россети»

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНиП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
		<p>Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта, сервисного обслуживания</p> <p>Наличие достаточного для обеспечения своевременного (не более 5 суток) ремонта всего спектра поставляемого оборудования аварийного резерва запчастей</p> <p>Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра.</p> <p>Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов.</p> <p>Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 20 лет с даты окончания Гарантийного срока.</p> <p>Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку не более 6 месяцев.</p>	
<b>16. Требования к заводу-изготовителю</b>			
16.1	Требования к заводу-изготовителю	<p>Наличие системы входного и промежуточного контроля качества.</p> <p>Наличие выходного контроля качества готовой продукции.</p> <p>Система подготовки персонала.</p> <p>Наличие испытательной лаборатории</p> <p>Наличие сертификата соответствия системы менеджмента качества требованиям стандартов</p>	Требование ПАО «Россети»
<b>17. Требования к входному контролю</b>			
17.1	Требования к процедуре проведения входного контроля полимерных труб, поставляемых на	В соответствии с <a href="#">СТО 34.01-2.3.3-037-2020</a>	Требование ПАО «Россети»

№ п/п	Наименование функциональных показателей	Требование в соответствии с нормативной документацией (СТО, ГОСТ, СНиП)	Нормативный документ, №№ пунктов документа
	объекты строительства высоковольтных кабельных линий напряжением выше 1 кВ		<a href="#">СТО 34.01-2.3.3-037-2020</a>

## Приложение Б (обязательное)

### Методика проведения ресурсных испытаний труб для прокладки кабелей напряжением свыше 1 кВ

Целью ресурсных испытаний является подтверждение термостойкости и стабильности физико-механических характеристик, устанавливаемых для труб, на протяжении всего срока их службы.

Причиной для разработки настоящего документа служит отсутствие в государственных стандартах и другой нормативной документации методики ресурсных испытаний труб.

### Методика проведения испытаний и определение значений воздействующих факторов

1. Для проведения испытаний должно быть отобрано не менее 3 образцов трубы одного типоразмера длиной не менее 5,5 м. Для проведения испытаний должна быть выбрана труба с номинальным наружным диаметром 160 мм и кольцевой жёсткостью SN 8. Для распространения результатов испытаний на все выпускаемые модификации труб, образцы должны быть отобраны с наиболее простой модификации трубы (трёхслойная труба без защитного наружного слоя из полипропилена и внутреннего негорючего слоя).

2. На отрезках длиной не менее 2 м, отобранных с каждого из образцов трубы, проводят испытания на соответствие характеристикам, указанным в таблице Б1. Результаты испытаний и измерений каждого из образцов трубы заносятся в журнал испытаний.

Таблица Б1 – Параметры трубы

Показатель	Значение показателя	Метод испытания
1) Внешний вид	Трубы должны иметь гладкую наружную и внутреннюю поверхности. На трубах допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, не выводящие толщину стенки трубы за пределы допускаемых отклонений. Не допускаются на наружной, внутренней и торцевой поверхностях пузыри, трещины, раковины, посторонние включения. Окраска труб должна быть сплошной и равномерной.	
2) Геометрические размеры	В соответствии с ТУ на испытываемые трубы	По <a href="#">ГОСТ Р ИСО 3126-2007</a>
3) Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350	По <a href="#">ГОСТ 11262, 32415</a> п. 8.12

4) Кольцевая жёсткость, кН/м <sup>2</sup> , не менее	8	Проводится по <a href="#">ГОСТ 18599</a> изм. 2 (приложение В п. В.2.4.2) в рамках испытаний на стойкость к расслоению
5) Стойкость к расслоению	Снижение кольцевой жесткости после воздействия 30 %-ной деформации сжатия – не более 20%. Отсутствие трещин, расслоений, вмятин и короблений стенки трубы	По <a href="#">ГОСТ 18599</a> с изм. 2 (приложение В, п. В.2.4.)
6) Модуль упругости при растяжении, МПа, не менее	850	По <a href="#">ГОСТ 9550</a>
7) Модуль упругости при сжатии, МПа, не менее	950	По <a href="#">ГОСТ 9550</a>

3. Отрезки труб длиной 3,5 м, оставшиеся после обрезки образцов труб для проведения испытаний и измерений в соответствии с п. 1, 2, подвергаются испытаниям в соответствии с условиями, описанными в п. 4 – 19.

4. Испытания проводятся в условиях, приближенных к реальным условиям прокладки и эксплуатации термостойких полимерных труб с проложенным в них кабелем.

5. Трубы необходимо поместить в деревянные короба (по согласованию с производителем допускается применение коробов из других материалов), наполненные сухим песком фракцией от 0,3 до 3 мм с насыпной плотностью 1500 кг/м<sup>3</sup>. Короб должен иметь следующие габариты: 3000x800x800 мм. Объем засыпаемого песка должен определяться размерами трубы, при этом расстояние от трубы до боковых стенок короба, а также до основания и поверхности засыпки должны быть не менее 300 мм. Труба должна быть размещена строго по центру поперечного сечения короба. Края трубы должны выходить за пределы короба с обеих сторон на длину не менее 200 мм.

6. На поверхность засыпки из песка по всей длине испытуемого образца трубы должна быть приложена нагрузка, соответствующая кольцевой жёсткости трубы при задаваемой температуре нагрева кабеля. В качестве нагрузки допускается использовать ж/б плиты или блоки.

7. Во внутрь трубы необходимо поместить кабель номинального напряжения 110 кВ с изоляцией из СПЭ с алюминиевой жилой сечением не менее 1000 мм<sup>2</sup>.

8. Внутренний диаметр трубы  $D_v$  должен удовлетворять  $1.5d \leq D_v \leq 2d$ , где  $d$  – это наружный диаметр кабеля.

9. Температура окружающего воздуха помещения, в котором будут размещены испытательные сборки, должна быть не менее  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .

10. С целью снижения охлаждения кабеля, проложенного в трубе, трубы с помещённым в них кабелем должны быть загерметизированы по концам кольцевыми кабельными уплотнителями.

11. Кабель, проложенный в испытательной сборке, нагревают пропуская ток по токопроводящей жиле кабеля, до температуры на оболочке кабеля  $105 \pm 5^\circ\text{C}$ . Изменяющиеся условия окружающей среды могут потребовать регулирования тока в жиле в процессе испытания. При отсутствии возможности достижения требуемой температуры на оболочке кабеля допускается установить по периметру короба теплоизоляционные плиты.

12. Контроль температуры нагрева кабеля должен осуществляться термопарой, установленной на оболочке кабеля.

13. Измерение температуры нагрева трубы должно осуществляться термопарами, установленными на верхней части внутренней и наружной поверхности трубы соответственно.

14. Установка, используемая для нагрева сборки, должна быть выбрана так, чтобы кабель на его оболочке достигал установленной температуры.

15. Нагрев кабеля должен проводиться в течении не менее 8 ч. Температура на оболочке кабеля должна удерживаться в указанных температурных пределах на все время испытаний. Для ускорения процесса нагрева установки допускается подача на жилу кабеля токов, превышающих его длительно-допустимый ток. При этом интенсивный нагрев рекомендуется проводить до достижения на оболочке кабеля температуры не более  $90^\circ\text{C}$ . Затем значение тока должно быть снижено до длительно допустимой величины.

16. Длительность проведения испытаний: 8760 ч. В процессе испытаний допускается кратковременные отключения установки, связанные с перебоями в электроснабжении. Общее количество отключений в процессе испытаний нагревом не должно быть более 10, а длительность каждого отключения не должна превосходить 3 ч. Отключения установки и их длительность должны фиксироваться в журнале испытаний.

17. На протяжении всего процесса испытаний нагревом ежедневно должен вестись контроль температуры на оболочке кабеля, а также внутренней и наружной стенке трубы. Снимаемые показатели температуры должны заноситься в журнал испытаний.

18. После завершения испытаний на образцах труб, производится измерение механических параметров в соответствии с таблицей Б2. При этом образцы перед измерением механических параметров кондиционируют в стандартной атмосфере 23 по [ГОСТ 12423](#) в течении  $\geq 6$  ч.

19. Трубы считаются прошедшими испытания успешно в случае, если параметры трубы не превышают допустимые отклонения от результатов, полученных по п. 7.2.

Таблица Б2 – Контролируемые параметры трубы после нагрева

Показатель	Допустимые отклонения от результатов, полученных по п. 7.2.	Метод испытания
1) Внешний вид	Трубы должны иметь гладкую наружную и внутреннюю поверхности. На трубах допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, не выводящие толщину стенки трубы за пределы допускаемых отклонений. Не допускаются на наружной, внутренней и торцевой поверхностях пузыри, трещины, раковины, посторонние включения. Окраска труб должна быть сплошной и равномерной.	
2) Геометрические размеры	Снижение показателя не более 10 %	По <a href="#">ГОСТ Р ИСО 3126-2007</a>
3) Относительное удлинение при разрыве, %	Снижение показателя не более 10 %	По <a href="#">ГОСТ 11262</a> , <a href="#">ГОСТ 32415</a> п. 8.12
4) Кольцевая жёсткость, кН/м <sup>2</sup>	Снижение показателя не более 10 %	Проводится по <a href="#">ГОСТ 18599</a> изм. 2 (приложение В п. В.2.4.2) в рамках испытаний на стойкость к расслоению
5) Стойкость к расслоению	Снижение кольцевой жёсткости после воздействия 30 %-ной деформации сжатия – не более 20%. Отсутствие трещин, расслоений, вмятин и короблений стенки трубы	По <a href="#">ГОСТ 18599</a> с изм. 2 (приложение В, п. В.2.4.)
6) Модуль упругости при растяжении, МПа	Снижение показателя не более 10 %	По <a href="#">ГОСТ 9550</a>
7) Модуль упругости при сжатии, МПа	Снижение показателя не более 10 %	По <a href="#">ГОСТ 9550</a>



## Приложение В (справочное)

### Методы расчёта труб для прокладки кабелей

#### 1. Расчёт труб, проложенных открытым способом в траншее

1.1. Суммарное давление на трубу грунта и транспорта  $q_{\text{СУМ}}$  (кН/м<sup>2</sup>)

$$q_{\text{СУМ}} = q_{\text{Г}} + q_{\text{АТ}} + q_{\text{ЖТ}}$$

где  $q_{\text{Г}}$  – давление грунта, кН/м<sup>2</sup>;

$q_{\text{АТ}}$  – давление автотранспорта, кН/м<sup>2</sup> (при отсутствии  $q_{\text{АТ}} = 0$ );

$q_{\text{ЖТ}}$  – давление ж/д транспорта, кН/м<sup>2</sup> (при отсутствии  $q_{\text{ЖТ}} = 0$ );

$$q_{\text{Г}} = \rho_{\text{Г}} \cdot g \cdot H$$

$$q_{\text{АТ}} = \frac{20 \cdot g}{2.7 + H}$$

$$q_{\text{ЖТ}} = \frac{28 \cdot g}{2.7 + H}$$

где  $H$  – глубина расположения трубы под землей, м;

$\rho_{\text{Г}}$  – удельный вес грунта, т/м<sup>3</sup> (при отсутствии данных принимают 2 т/м<sup>3</sup>);

$g = 9.81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения.

1.2. Кольцевая жёсткость трубы (кН/м<sup>2</sup>)

$$SN \geq 0.458 \cdot q_{\text{СУМ}} - 7.5 \cdot Es$$

где  $Es$  – секущий модуль грунта, зависящий от глубины  $H$  заложения труб в грунте и характера уплотнения грунта:

- если грунт не уплотнён, то принимают  $Es = 0.1 \cdot H + 0.3$ ;
- если грунт уплотнён вручную, то принимают  $Es = 0.2 \cdot H + 0.9$ ;
- если грунт уплотнён механически, то принимают  $Es = 0.3 \cdot H + 1.2$ .

Найденное значение  $SN$  должно быть округлено до ближайшего большего стандартного значения из ряда 4, 8, 12, 14, 16, 24, 32, 48, 56, 64, 96, 192 кН/м<sup>2</sup>.

1.3. Наружный диаметр трубы  $D$  (мм) и толщина ее стенки  $e$  (мм)

При выбранном значении  $SN$  по каталогу производителя труб подобрать такое значение наружного диаметра трубы  $D$ , при котором толщина стенки трубы  $e$  обеспечит внутренний диаметр трубы  $D_{\text{В}}$  не менее, чем это требуется согласно п.7 Приложения Б настоящего стандарта:

$$e = \frac{D}{\sqrt[3]{\frac{E \cdot 1000}{12 \cdot SN} + 1}}$$

$$D_{\text{В}} = D - 2 \cdot e$$

где  $E$  – модуль упругости трубы на сжатии, МПА;

1000 – перевод  $E$  из размерности МПА в размерность кПА.

1.4. *Предельное усилие тяжения трубы  $F_{МАКС}$  (кН)*

$$F_{МАКС} = \frac{\pi \cdot \{D^2 - (D - 2 \cdot e)^2\}}{4} \cdot \frac{\sigma}{1000}$$

где  $\sigma$  – предел текучести трубы при растяжении, МПа (обычно  $\sigma = 21$  МПа);  
 $D$ ,  $e$  – итоговые наружный диаметр и толщина стенки трубы, мм;  
 1000 – перевод  $F_{МАКС}$  из размерности Н в размерность кН.

## 2. Расчёт труб, проложенных методом ГНБ

2.1. *Предварительное значение наружного диаметра трубы  $D$  (мм)*

Определить минимальное значение внутреннего диаметра трубы  $D_{в}$ , которое удовлетворяет требованиям п.7 Приложения Б настоящего стандарта.

На основе  $D_{в}$  следует предварительно выбрать наружный диаметр трубы из ряда стандартных значений 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630 мм, понимая, что

$$D = D_{в} + 2 \cdot e$$

где  $e$  – толщина стенки, которая при ГНБ обычно составляет не менее 4 мм.

2.2. *Эквивалентный диаметр пучка труб  $D_{ЭКВ}$  (мм)*

Диаметр  $D_{ЭКВ}$  находится в зависимости от числа  $N$  труб в протягиваемом пучке и от диаметра  $D$  каждой трубы:

- при  $N = 1$  эквивалентный диаметр составляет  $D_{ЭКВ} = D$ ;
- при  $N = 2$  эквивалентный диаметр составляет  $D_{ЭКВ} = 2 \cdot D$ ;
- при  $N = 3$  эквивалентный диаметр составляет  $D_{ЭКВ} = 2.15 \cdot D$ ;
- при  $N = 4$  эквивалентный диаметр составляет  $D_{ЭКВ} = 2.41 \cdot D$ ;
- при  $N = 5$  эквивалентный диаметр составляет  $D_{ЭКВ} = 3 \cdot D$ .

2.3. *Диаметр расширителя  $D_{рш}$  (мм)*

Диаметр  $D_{рш}$  вычисляется в зависимости от длины  $L_{ГНБ}$  бурового канала:

- при длине  $L_{ГНБ}$  менее 49 м принимают  $D_{рш} = 1.2 \cdot D_{ЭКВ}$ ;
- при длине  $L_{ГНБ}$  от 50 до 99 м принимают  $D_{рш} = 1.3 \cdot D_{ЭКВ}$ ;
- при длине  $L_{ГНБ}$  от 100 до 299 м принимают  $D_{рш} = 1.4 \cdot D_{ЭКВ}$ ;
- при длине  $L_{ГНБ}$  более 300 м принимают  $D_{рш} = 1.5 \cdot D_{ЭКВ}$ .

Найденный диаметр  $D_{рш}$  необходимо округлить до ближайшего большего стандартного значения из ряда 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 мм.

2.4. *Свод обрушения грунта (м)*

$$H_{г} = \frac{D_{рш}/1000}{2 \cdot f}$$

где 1000 – перевод  $D_{рш}$  из размерности мм в размерность м;

$f$  – секущий модуль грунта, который зависит от типа грунта:

- для сильного плывуна  $f = 0.1$ ;
- для болотистого грунта  $f = 0.3$ ;
- для земли или песка  $f = 0.5$ ;
- для лёгкого суглинка  $f = 0.6$ ;

- для песчанистой глины  $f = 0.8$ ;
- для плотной глины  $f = 1.0$ ;
- для отвердевшей глины  $f = 1.5$ .

2.5. Фактическое усилие тяжения каждой трубы в канале (кН)

$$F = \mu \cdot \frac{(q_{\Gamma} \cdot D_{\text{ЭКВ}}) \cdot L_{\text{ГНБ}}}{1000 \cdot N}$$

где  $\mu$  – коэффициент трения, о.е. (обычно принимается равным 0.2 о.е.);

1000 – переводит  $F$  из размерности Н в размерность кН;

$q_{\Gamma} = \rho_{\Gamma} \cdot g \cdot H_{\Gamma}$  – вес грунта от свода обрушения, кН/м<sup>2</sup>;

$H_{\Gamma}$  – свод обрушения, м;  $g = 9.81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения;

$\rho_{\Gamma}$  – удельный вес грунта, т/м<sup>3</sup> (при отсутствии данных принимают 2 т/м<sup>3</sup>).

2.6. Предельное усилие тяжения каждой трубы (кН)

$$F_{\text{МАКС}} = \frac{F}{(F/F_{\text{МАКС}})}$$

где  $F$  – фактическое усилие тяжения каждой трубы, кН;

$F/F_{\text{МАКС}}$  – коэффициент запаса, о.е. (обычно принимается 0.5 о.е.).

2.7. Расчёт минимальной кольцевой жёсткости, отвечающей  $F_{\text{МАКС}}$

$$SN = \frac{E \cdot 1000}{12} \cdot \left( \frac{1}{D/e - 1} \right)^3$$

где  $E$  – модуль упругости трубы при сжатии, МПА (не менее 950 МПА);

$D/e$  – отношение наружного диаметра трубы и толщины ее стенки:

$$D/e = \frac{2}{1 - \sqrt{1 - \frac{1000 \cdot F_{\text{МАКС}}}{\pi \cdot (D/2)^2 \cdot \sigma}}}$$

где  $\sigma$  – предел текучести трубы при растяжении, МПА (обычно  $\sigma = 21$  МПА);

$D$  – наружный диаметр трубы, мм;

1000 – перевод  $F_{\text{МАКС}}$  из размерности кН в размерность Н.

Найденную здесь кольцевую жесткость  $SN$  обозначают как  $SN1$ .

2.8. Кольцевая жёсткость по краям ГНБ на глубине  $H_{\text{МИН}}$

$$SN = 0.458 \cdot q_{\text{СУМ}}$$

где  $q_{\text{СУМ}}$  – суммарное давление на трубу грунта и транспорта, вычисляемое как

$$q_{\text{СУМ}} = q_{\Gamma} + q_{\text{АТ}} + q_{\text{ЖТ}}$$

где  $q_{\Gamma} = \rho_{\Gamma} \cdot g \cdot H_{\text{МИН}}$  – давление грунта, кН/м<sup>2</sup>;

$H_{\text{МИН}}$  – глубина расположения трубы под землей на краях ГНБ-участка, м;

$q_{\text{АТ}}$  – давление автотранспорта, кН/м<sup>2</sup> (при отсутствии  $q_{\text{АТ}} = 0$ );

$q_{\text{ЖТ}}$  – давление ж/д транспорта, кН/м<sup>2</sup> (при отсутствии  $q_{\text{ЖТ}} = 0$ ).

$$q_{\text{АТ}} = \frac{20 \cdot g}{2.7 + H_{\text{МИН}}}$$

$$q_{\text{ЖТ}} = \frac{28 \cdot g}{2.7 + H_{\text{МИН}}}$$

Найденную здесь кольцевую жёсткость обозначают как  $SN2$ .

2.9. Кольцевая жёсткость в средней части ГНБ на глубине  $H_{МАКС}$ 

$$SN = 0.458 \cdot q_{Г} + \frac{P}{24 \cdot P/P_{МАКС}}$$

где  $q_{Г} = \rho_{Г} \cdot g \cdot H_{Г}$  – давление грунта, кН/м<sup>2</sup>;

$H_{Г}$  – свод обрушения грунта, м;

$P = P_{И} + \rho_{Б} \cdot g \cdot H_{МАКС}$  – давление бентонита, кН/м<sup>2</sup> или кПа;

$P_{И}$  – избыточное давление бентонита, кПа (может быть принято 200 кПа);

$\rho_{Б}$  – удельный вес бентонита, т/м<sup>3</sup> (может быть принят 1.5 т/м<sup>3</sup>);

$H_{МАКС}$  – максимальная глубина ГНБ, м;

$P/P_{МАКС}$  – коэффициент запаса, о.е. (обычно принимается 0.5 о.е.);

Найденную здесь кольцевую жёсткость обозначают как  $SN3$ .

2.10. Итоговое значение кольцевой жёсткости  $SN$  (кН/м<sup>2</sup>)

$$SN = \max(SN1, SN2, SN3),$$

где  $SN1$  – по условиям протяжки в ГНБ;

где  $SN2$  – по условиям давления на трубу на глубине  $H_{МИН}$ ;

где  $SN3$  – по условиям давления на трубу на глубине  $H_{МАКС}$ .

Найденное значение  $SN$  должно быть округлено до ближайшего большего стандартного значения из ряда 4, 8, 12, 14, 16, 24, 32, 48, 56, 64, 96, 192 кН/м<sup>2</sup>.

2.11. Наружный диаметр трубы  $D$  (мм) и толщина её стенки  $e$  (мм)

При выбранном значении  $SN$  по каталогу производителя труб подобрать такое значение наружного диаметра трубы  $D$ , при котором толщина стенки трубы  $e$  обеспечит внутренний диаметр трубы  $D_{В}$  не менее, чем это требуется согласно п.7 Приложения Б настоящего стандарта:

$$e = \frac{D}{\sqrt[3]{\frac{E \cdot 1000}{12 \cdot SN} + 1}}$$

$$D_{В} = D - 2 \cdot e$$

где  $E$  – модуль упругости трубы на сжатии, МПа (не менее 950 МПа);

1000 – перевод  $E$  из размерности МПа в размерность кПа.

Если найденный таким образом наружный диаметр трубы  $D$  оказался больше, чем было предварительно выбрано в п.1 методики, то следует повторить расчеты п.2-п.10 с новым диаметром  $D$  и уточнить кольцевую жесткость  $SN$  и стенку  $e$ .

## 2.12. Предельное усилие тяжения трубы (кН)

$$F_{МАКС} = \frac{\pi \cdot \{D^2 - (D - 2 \cdot e)^2\}}{4} \cdot \frac{\sigma}{1000}$$

где  $\sigma$  – предел текучести трубы при растяжении, МПа (обычно  $\sigma = 21$  МПа);

$D, e$  – итоговые наружный диаметр и толщина стенки трубы, мм;

1000 – перевод  $F_{МАКС}$  из размерности Н в размерность кН.

### 3. Расчёт труб, проложенных по конструкциям

#### 3.1. Предварительное значение кольцевой жёсткости и наружного диаметра

Задать минимальное значение кольцевой жёсткости  $SN$ . Подобрать такое минимальное значение наружного диаметра трубы  $D$ , при котором толщина стенки трубы  $e$  обеспечит внутренний диаметр трубы  $D_{в}$  не менее, чем это требуется согласно п.7 Приложения Б настоящего стандарта:

$$e = \frac{D}{\sqrt[3]{\frac{E \cdot 1000}{12 \cdot SN} + 1}}$$

$$D_{в} = D - 2 \cdot e$$

где  $E$  – модуль упругости трубы на сжатии, МПА;

1000 – перевод  $E$  из размерности МПА в размерность кПА.

#### 3.2. Прогиб трубы $dY$ между двумя узлами ее крепления (м)

$$dY = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot X^4}{E_I \cdot I_Z}$$

где  $q = (m_T + m_K)g$  – распределенная нагрузка (Н/м) от веса трубы и кабеля;

$m_T, m_K$  – погонный вес трубы и кабеля/кабелей в трубе, кг/м (по каталогу);

$g = 9.81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения;

$X$  – расстояние между соседними узлами крепления трубы, м;

$E_I$  – модуль упругости трубы при изгибе, МПА (допустимо принять 650 МПА);

$I_Z$  – момент инерции трубы диаметра  $D$  и стенки  $e$ :

$$I_Z = \pi \cdot \frac{(D^4 - (D - 2 \cdot e)^4)}{64}$$

#### 3.3. Окончательный выбор трубы

При креплении трубы к конструкциям необходимо обеспечить, чтобы при выбранных наружном диаметре трубы  $D$  и толщине стенки  $e$  прогиб трубы  $dY$  в средней части, расположенной между двумя соседними узлами ее крепления, не превосходит предельного значения, принимаемого равным 0.01 м.

В случае, когда рассчитанный в п.2 прогиб получился  $dY > 0.01$ , следует выполнить следующие мероприятия:

- увеличить число узлов крепления трубы и тем самым снизить  $X$ ;
- повысить кольцевую жёсткость трубы  $SN$  до следующего значения из типового ряда 4, 8, 12, 14, 16, 24, 32, 48, 56, 64, 96, 192 кН/м<sup>2</sup>.

Если для выполнения условия  $dY \leq 0.01$  повышено значение  $SN$ , то тогда по каталогу производителя следует заново подобрать наружный диаметр  $D$ , при котором толщина стенки трубы  $e$  обеспечит внутренний диаметр трубы  $D_{в}$  не менее, чем это требуется согласно п.7 Приложения Б настоящего стандарта.

Следует повторять расчёты п.2 для обновлённых значений  $D, e, m_T$  до тех пор, пока не выполнится условие  $dY \leq 0.01$ .

#### 4. Расчёт теплового удлинения труб, проложенных по конструкциям

##### 4.1. Относительное удлинение трубы при нагреве (о.е.)

Относительное удлинение трубы, проложенной по конструкциям, при ее нагреве от проложенного кабеля и солнечной радиации составляет:

$$\Delta = \alpha_T \cdot (T - T_0)$$

где  $\alpha_T$  – коэффициент линейного теплового расширения, 1/К (для полимерной трубы можно принять равным  $1.8 \cdot 10^{-4}$  1/К);

$T_0$  – начальная температура трубы, °С (температура при прокладке трубы);

$T$  – конечная температура трубы, °С (температура при эксплуатации).

##### 4.2. Абсолютное удлинение трубы при нагреве (м)

$$\Delta L_T = \Delta \cdot L_T$$

где  $L_T$  – длина участка трубы, м.

##### 4.3. Компенсация теплового удлинения труб

При прокладке полимерных труб по конструкциям важно предусматривать следующие мероприятия, связанные с удлинением труб при нагреве:

- отказаться от жесткого закрепления труб и оставлять возможность их теплового перемещения в продольном направлении;
- не реже, чем через каждые 50-100 м трассы линии, предусматривать компенсацию теплового удлинения труб.

Компенсация теплового удлинения труб может осуществляться, например, путём организации периодических разрывов трубной трассы (рис.В1), которые закрываются надвигающимися на них отрезками труб повышенного диаметра.

При прокладке труб в грунте компенсация теплового удлинения труб не требуется.

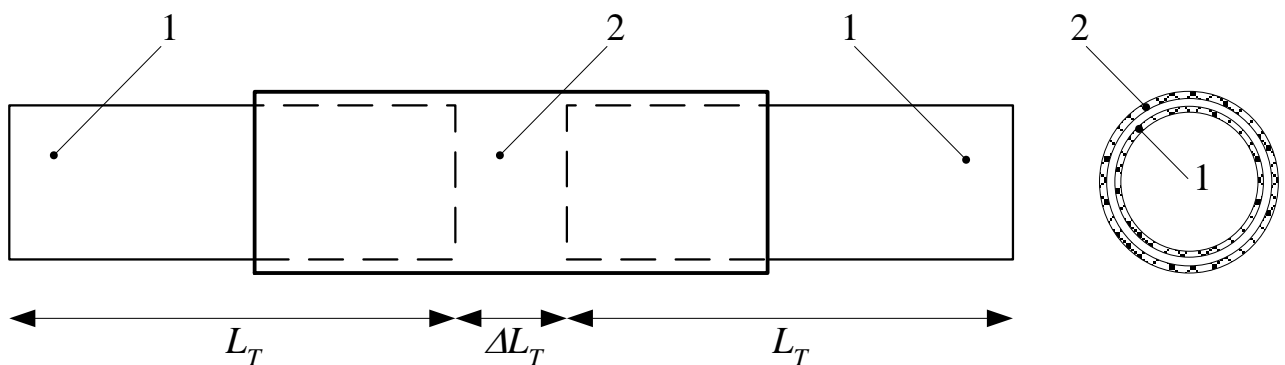


Рисунок В1 – Пример обустройства узла компенсации теплового удлинения труб при их прокладке по конструкциям (не в грунте):

1 - основная труба, 2 - подвижная труба повышенного диаметра.

**Приложение Г**  
(справочное)

**Поправочные коэффициенты  $K_{ТБ}$   
в зависимости от расположения кабелей в трубных блоках**

1. При прокладке кабелей в трубном блоке допустимый ток жилы  $I_{Доп.ТБ}$  каждого кабеля оказывается меньше в сравнении со случаем одиночной прокладки в открытом грунте без труб, где допустимый ток жилы составляет  $I_{Доп}$ . Указанные токи связаны поправочным коэффициентом  $K_{ТБ} < 1$ :

$$I_{Доп.ТБ} = K_{ТБ} \cdot I_{Доп}$$

2. Поправочный коэффициент  $K_{ТБ}$  на трубный блок зависит от типа кабелей и класса их напряжения, от диаметра труб и их числа в блоке, от расстояния между осями труб и наличия среди них незаполненных, выполняющих роль резервных. Для получения  $K_{ТБ}$  необходимо использовать специализированные компьютерные программы, учитывающие все особенности обустройства проектируемого блока.

3. Для выполнения предварительных оценок допустимо использовать  $K_{ТБ}$ , указанные в таблицах Г1-Г5 для распространённых вариантов исполнения трубных блоков, где число труб составляет от 9 (блок 3x3) до 24-25 (блоки 4x6 и 5x5). Для резервных труб значение коэффициента  $K_{ТБ}$  не приводится, поскольку они не имеют проложенных кабелей.

Значения коэффициентов  $K_{ТБ}$  получены для трубных блоков, выполненных из полимерных труб, удовлетворяющих всем требованиям настоящего стандарта, при условии размещения в трубах кабелей классов номинального напряжения от 1 до 20 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена, имеющих равные токи в жилах. Все значения  $K_{БК}$  справедливы как для случая размещения в трубах кабелей трехфазной конструкции, так и для случая размещения в трубах трехфазных групп одножильных кабелей при условии расположения трёх фаз КЛ сомкнутым треугольником в одной общей трубе, а не в трёх различных.

Таблица Г1 – Коэффициенты  $K_{ТБ}$  для трубных блоков вида 4x4, 3x4

0,56	0,44	0,44	0,56
0,40	0,24	0,24	0,40
0,36	0,19	0,19	0,36
0,41	0,32	0,33	0,41

0,61	0,51	0,51	0,61
0,39			0,39
0,38			0,38
0,43	0,32	0,32	0,43

0,62	0,53	0,62
0,40		0,39
0,39		0,38
0,45	0,35	0,45

Таблица Г2 – Коэффициенты  $K_{ТБ}$  для трубных блоков вида 4x5, 3x3, 5x5

0,56	0,44	0,44	0,56
0,40	0,24	0,24	0,40
0,35			0,35
0,34	0,19	0,19	0,34
0,39	0,31	0,31	0,39

0,63	0,53	0,63
0,42		0,42
0,48	0,37	0,48

0,60	0,50	0,48	0,50	0,60
0,38				0,38
0,35				0,35
0,35				0,35
0,40	0,29	0,28	0,29	0,40

Таблица Г3 – Коэффициенты  $K_{ТБ}$  для трубных блоков вида 4x5, 3x5

0,54	0,45	0,45	0,55
0,37	0,26	0,26	0,37
0,31	0,18	0,18	0,31
0,32	0,20	0,20	0,32
0,38	0,33	0,33	0,38

0,61	0,50	0,50	0,61
0,38			0,38
0,36			0,35
0,35			0,35
0,41	0,31	0,31	0,41

0,57	0,49	0,57
0,39	0,24	0,39
0,33	0,19	0,33
0,35	0,21	0,35
0,42	0,34	0,42

Таблица Г4 – Коэффициенты  $K_{ТБ}$  для трубных блоков вида 4x6

0,60	0,50	0,50	0,60
0,38			0,38
0,34			0,34
0,33			0,33
0,33			0,33
0,40	0,30	0,30	0,40

0,55	0,43	0,43	0,55
0,40	0,24	0,24	0,40
0,35			0,35
0,33			0,32
0,32	0,19	0,19	0,32
0,36	0,30	0,31	0,37

0,53	0,45	0,45	0,54
0,36	0,26	0,26	0,36
0,29	0,18	0,18	0,29
0,28	0,18	0,18	0,28
0,30	0,21	0,21	0,30
0,35	0,31	0,32	0,36

Таблица Г5 – Коэффициенты  $K_{ТБ}$  для трубных блоков вида 5x5

0,54	0,43	0,40	0,43	0,54
0,37	0,27	0,22	0,26	0,37
0,31	0,18		0,18	0,31
0,31	0,21	0,15	0,21	0,32
0,36	0,29	0,27	0,30	0,35

0,55	0,44	0,41	0,44	0,55
0,38	0,26		0,26	0,38
0,32	0,19		0,19	0,32
0,32	0,20		0,20	0,32
0,37	0,31	0,28	0,31	0,37



### Библиография

1. Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе ПАО «Россети». Утверждено Советом директоров ПАО «Россети» (протокол заседания от 02.04.2021 № 450).

2. Стандарт организации ПАО «Россети» [СТО 34.01-21.1-001-2017](#) Распределительные электрические сети напряжением 0,4-110 кВ. Требования к технологическому проектированию.

3. Технические требования ПАО «Россети Ленэнерго» к трубам для прокладки силовых кабелей 6-110 кВ методом горизонтально-направленного бурения, приложение к протоколу НТС от 03.08.2015 № ЛЭ/02-011/1585.

4. Стандарт организации ПАО «Россети» [СТО 34.01-2.3.3-037-2020](#) – Трубы для прокладки кабельных линий напряжением выше 1 кВ. Методика входного контроля на объектах электросетевого строительства.

5. Распоряжение ПАО «Россети» от 14.11.2019 № 468р «Об утверждении Типового положения по организации и осуществлению входного контроля продукции для строительства и реконструкции объектов электросетевого комплекса ДЗО ПАО «Россети».

6. [СН 550-82](#). Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб. Утверждена постановлением Госстроя СССР от 22.04.1982 № 102