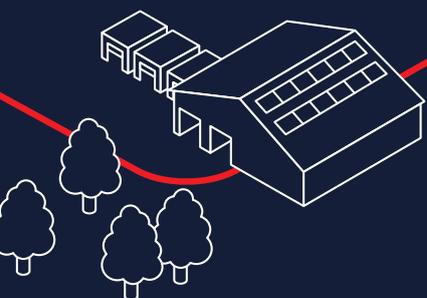
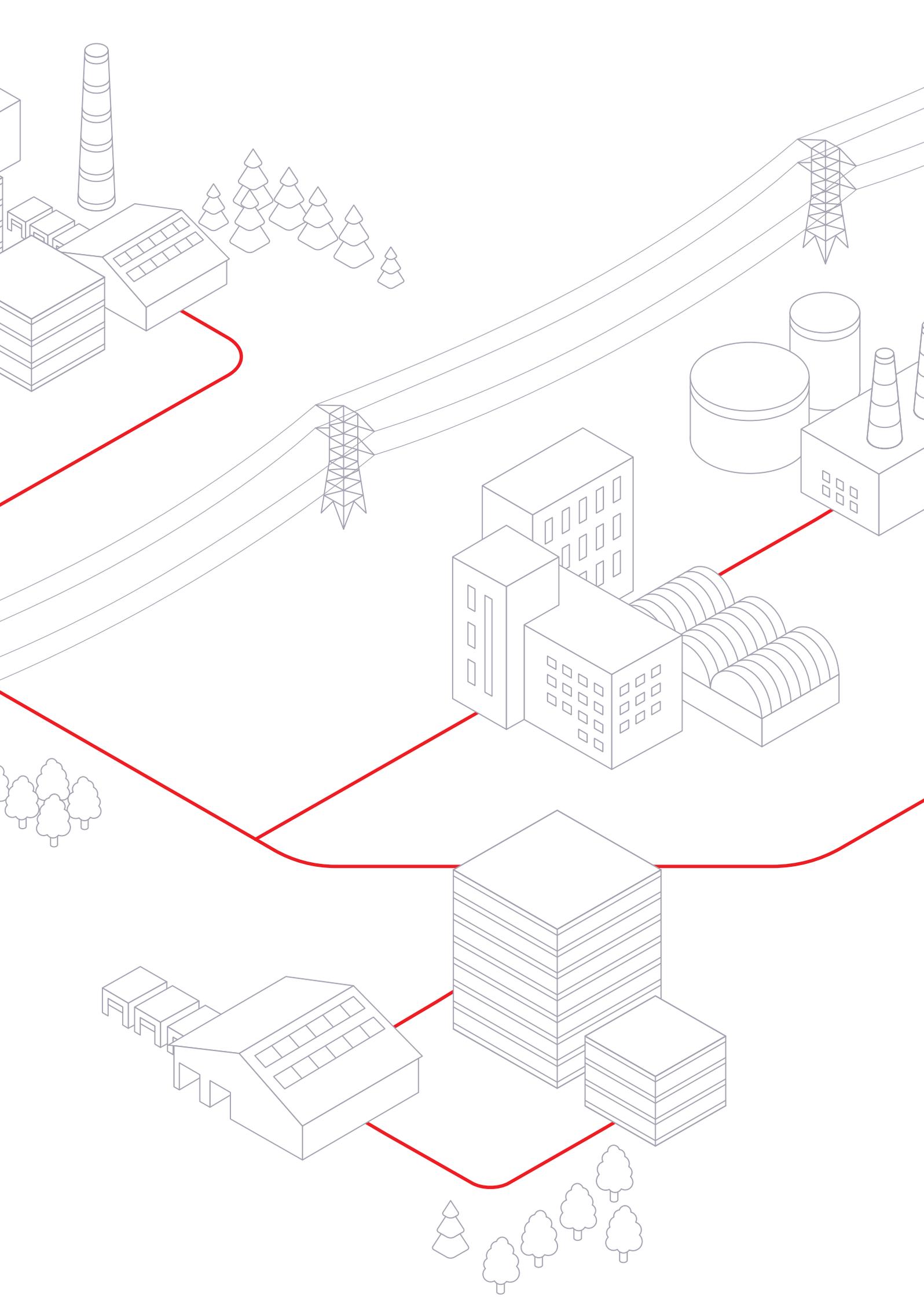




## Системы защиты высоковольтных кабельных линий





# Содержание

О компании .....	4
<b>Защитные термостойкие трубы</b> .....	<b>5</b>
Общие сведения .....	6
Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ОМП .....	12
Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО .....	14
Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК .....	16
Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ .....	18
Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® НГ .....	20
Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК .....	22
<b>Комплектующие</b> .....	<b>24</b>
Уплотнители ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК для высоковольтного кабеля .....	25
Воронки ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК для защиты кабеля .....	26
Заглушки защитные ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП .....	28
<b>Узлы транспозиции экранов</b> .....	<b>29</b>
Коробки транспозиции однофазные ЭНЕРГОТЭК КТП-О .....	30
Коробки транспозиции трехфазные ЭНЕРГОТЭК КТП-Т .....	32
Колодцы транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500 .....	34
<b>Крепления кабельные</b> .....	<b>37</b>
Крюки ЭНЕРГОТЭК ККН .....	38
<b>Информация для проектирования кабельных линий в трубах</b> .....	<b>39</b>
Технические характеристики труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® .....	40
Способы соединения труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® .....	40
Типоразмеры труб .....	41
Рекомендации по выбору труб для прокладки кабельных линий .....	41
Примеры заполнения спецификаций .....	47
<b>Референс-лист</b> .....	<b>48</b>

## О компании

ЭнерготЭК — эксперт в области технологий защиты кабельных линий. На базе собственных технологических разработок и инноваций ЭнерготЭК внедряет и развивает современные решения для повышения надежности линий электропередачи.

## Системы защиты кабельных линий электропередачи ЭНЕРГОТЭК

- Защитные термостойкие негорючие трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® для прокладки кабеля
- Защитные воронки и уплотнители для герметизации кабеля в трубе
- Герметичные полимерные колодцы для размещения коробок транспозиции
- Герметичные полимерные коробки транспозиции
- Полимерные лотки для прокладки кабельных линий и линий связи
- Полимерные крепления кабельные

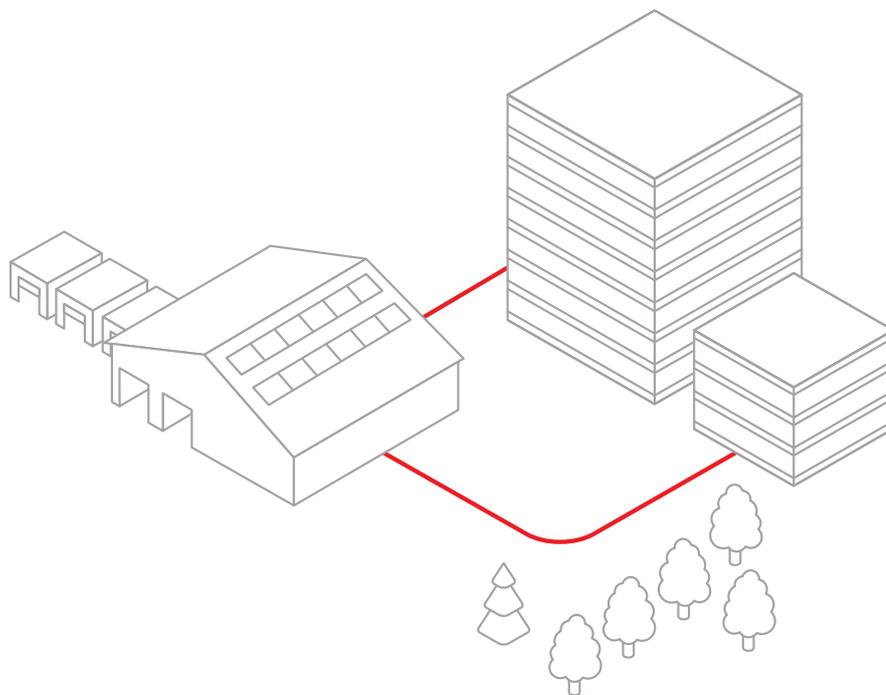
Тысячи километров силовых кабелей проложены с применением кабелезащитных систем ЭнерготЭК. Среди клиентов — более 300 коммерческих и государственных организаций: предприятия топливно-энергетического и электросетевого комплексов, дорожного, промышленного и гражданского строительства. Продукция компании используется для электроснабжения автомобильного Керченского моста, метрополитенов Москвы и Санкт-Петербурга, энергоцентра Лукойл, дата-центров Яндекс, множества подстанций, транспортных эстакад и жилых кварталов.

## О производстве

При изготовлении продукции применяются современные технологии работы с полимерными материалами. Реализована концепция автоматизированного производства с применением технологии многослойной экструзии.

- Система гравиметрического дозирования обеспечивает точную подачу сырья на линию
- Металлоискатели исключают попадание металлических включений и пыли в готовую продукцию
- Линии укомплектованы ультразвуковыми толщиномерами, позволяющими контролировать и отслеживать процесс производства и качество продукции
- Современная аттестованная лаборатория контроля качества сырья и готовой продукции гарантирует одинаково высокое качество каждой партии выпускаемой продукции
- Система менеджмента качества соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015)





# Защитные термостойкие трубы

## Общие сведения

описание, область применения, преимущества

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ОМП

токопоисковые негорючие термостойкие, до 500 кВ

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО

негорючие термостойкие с защитной оболочкой, до 500 кВ

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК

негорючие термостойкие, до 110 кВ

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ

термостойкие, до 110 кВ

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® НГ

УФ-стойкие негорючие термостойкие, до 110 кВ

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК

гибкие УФ-стойкие негорючие термостойкие, до 500 кВ

## Общие сведения

### Описание и область применения

Термостойкие защитные трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® разработаны для прокладки высоковольтных кабельных линий 6–500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена и производятся из специальной полимерной композиции повышенной термостойкости с увеличенной теплопроводностью.

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® предназначены для механической защиты высоковольтных кабельных линий при их прокладке любым из известных способов:

- бестраншейная прокладка (горизонтально-направленное бурение, прокол и пр.)
- открытая траншейная прокладка, в том числе прокладка без песчаной засыпки в гравийно-галечных, щебенистых и других неподготовленных грунтах
- устройство блочной канализации
- прокладка по мостам, путепроводам, эстакадам, в тоннелях и на других сложных объектах

### Преимущества

- повышенная термостойкость до +110 °С на всем протяжении срока службы кабельной линии
- повышенная теплопроводность стенки
- сочетание термостойкости и возможности применения контактной сварки
- негорючесть
- надежная защита от механических повреждений
- возможность обнаружения места повреждения оболочки кабеля
- возможность контроля качества монтажных работ
- возможность извлечения, модернизации, ремонта или замены кабеля
- экономичность, удобство и безопасность монтажных работ
- надежная и безаварийная работа кабельных линий
- сохранение всех геометрических и прочностных характеристик в случае перегрузки кабельных линий
- предотвращение повреждения кабельных линий в случае просадки грунта или дорожного покрытия
- пожарная безопасность

### Повышенная термостойкость

При нормальной нагрузке высоковольтной кабельной линии температура жилы кабеля достигает +90 °С и выше.

Термостойкость труб для защиты кабеля — один из важнейших параметров, отражающий свойство материала трубы к длительной механической стабильности (конструкционной прочности) под действием высокой температуры с обязательным сохранением всех физико-механических свойств (то есть с отсутствием термической деструкции) на протяжении всего срока службы кабелепровода.

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® сохраняют термостойкость и механическую прочность:

- при температурах до +110 °С длительно на протяжении всего срока эксплуатации — более 50 лет
- при температурах до +180 °С, связанных с перегревом кабеля токами короткого замыкания, перегрузками и т.д.

## Допустимо ли применять для защиты кабеля 6–500 кВ трубы ПНД?

## Трубы ПНД

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС®



## Термостойкость



Согласно ГОСТ 18599-2001 трубы из полиэтилена рассчитаны на эксплуатацию при рабочей температуре не более +40 °С. Этой температурой ограничена длительная прочность полиэтилена и только при этой температуре полиэтилен сохраняет все свои физико-механические свойства.

**при рабочей температуре высоковольтной кабельной линии от +90 до +110 °С**

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® сохраняют прочность при температуре до +110 °С, не деформируются из-за нерасчетных температурных режимов или при коротком замыкании.



## Отсутствие термодеструкции



Согласно нормативной документации прочность труб ПНД уже при температуре +80 °С сохраняется на протяжении не более 11 месяцев. Затем наступает термическая деструкция материала, снижение механической прочности и кольцевой жесткости.

**в течение всего расчетного срока службы кабелевода — не менее 50 лет**

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® остаются термостойкими и сохраняют механическую прочность при температуре +110 °С на протяжении более 50 лет с сохранением всех физико-механических свойств.



## Сохранение механической прочности



Под действием температуры труба теряет механическую прочность, вследствие чего кабель может быть поврежден из-за смещения грунта или механического воздействия, например, ковшом экскаватора.

**в течение всего расчетного срока службы кабелевода — не менее 50 лет**

Прокладка кабеля в термостойких трубах ПРОТЕКТОРФЛЕКС® позволяет наиболее эффективно загружать кабельные линии и существенно снижает риск выхода кабеля из строя при его перегрузке.

Труба ПНД не может обеспечить надежную защиту высоковольтной кабельной линии, так как она не является термостойкой и не способна сохранять механическую прочность в отличие от термостойких труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС®.

## Повышенная теплопроводность

Одной из причин перегрузки кабельных линий является ухудшение условий теплообмена с грунтом при укладке кабеля в трубах. Особенно это заметно, когда труба заполнена воздухом, который обладает крайне низким коэффициентом теплопроводности.

На отвод тепла от кабеля существенное влияние оказывают такие факторы, как размер воздушной области внутри кабеля и теплопроводность стенки кабелепровода.

Высокая теплопроводность стенки трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® позволяет эффективно

отводить тепло от нагретого кабеля в грунт и обеспечивать охлаждение кабеля, что важно на длинных участках кабельных линий, проложенных методом ГНБ.

При выполнении теплового расчета кабельной линии и определении ее пропускной способности по току следует учитывать тепловое сопротивление стенки трубы: у обычных полиэтиленовых труб оно соответствует 3,5 К·м/Вт, а у труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® заметно меньше — всего 2 К·м/Вт.

## Уникальное сочетание термостойкости и возможности применения контактной сварки

Уникальность труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® заключается в сочетании таких свойств, как термостойкость и возможность применения контактной сварки.

Сложность создания труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® для кабельной отрасли заключалась в том, что необходимо было найти такой состав полимеров, который обеспечил бы сочетание в одном изделии свойств, присущих сшитому полиэтилену и ПНД.

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® обладают необходимой кратковременной стойкостью к перегреву (как сшитый полиэтилен), термической стабильностью при +110 °С с сохранением всех физико-механических свойств (как сшитый полиэтилен), но в то же время могут подвергаться стыковой сварке с применением полностью аналогичного оборудования, как и в случае сварки труб ПНД.



Сварка труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® встык



Сварка труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® с применением электромурфт



Процесс стыковой сварки труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК

## Негорючесть кабелевода

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® производятся со специальным внутренним негорючим слоем для предотвращения горения кабеля и кабелевода, припайки кабеля при коротком замыкании. Негорючие трубы позволяют существенно снизить риск распространения пламени и минимизировать пожары на кабельных линиях.

Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС®, предназначенные для прокладки по мостам и путепроводам, имеют дополнительный негорючий внешний слой, что позволяет предохранить кабель и снизить риск повреждения при внешнем возгорании.

Категория стойкости к горению негорючих труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® — ПВ-0.

Известны случаи, когда пожар распространялся вдоль трубы ПНД, и она полностью выгорала на участке длиной в несколько десятков метров. Дорогостоящая кабельная линия мгновенно приходила в негодность.

Таким образом, при проектировании и строительстве блочных кабельных канализаций важно применять негорючие термостойкие трубы. Это позволяет не только защитить дорогостоящую кабельную систему, но и свести к минимуму последствия пожара на кабельных линиях.

## Надежная защита от механических повреждений

Точечная или распределенная нагрузка, создаваемая камнями, осколками и другими предметами, присутствующими в грунте, в сочетании с эксплуатационным давлением (нагрузки дорожного движения и грунта) воздействуют на трубу, что в результате становится причиной возникновения трещин, проколов, повреждений. Присутствующие в грунте инородные предметы и техногенный мусор могут повредить кабель и вывести из строя всю кабельную линию.

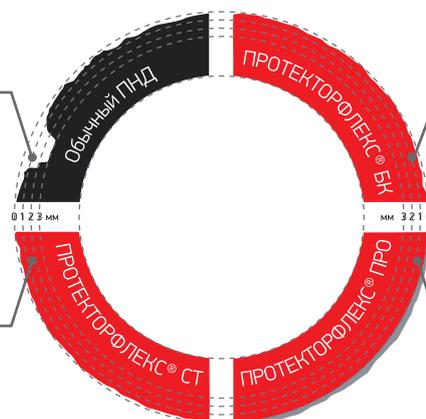
Все трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® имеют усиленную защиту от любых механических повреждений и повышенную стойкость к истиранию поверхности при прокладке труб методом ГНБ. В то время как мягкая поверхность обычной трубы ПНД может быть повреждена, трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® сохраняют свою прочность.

Для особо тяжелых грунтов и длинных проколов на поверхность трубы дополнительно наносится защитная оболочка повышенной прочности из полипропиленового композита, оберегающая трубу от механических повреждений, обеспечивая повышенную устойчивость к процарапыванию и распределению точечных нагрузок от камней, острых предметов. Такая «бронированная» труба получила название ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО.

ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО рекомендуется использовать для организации длинных проколов методом ГНБ, где особенно важно обеспечить полную сохранность трубы и надежную защиту кабеля. Также применять эти трубы рекомендуется при прокладке в тяжелых условиях (скальные грунты, грунты с включениями искусственного происхождения).

Мягкая поверхность может быть легко повреждена

Выполнены с повышенной стойкостью поверхности к истиранию и процарапыванию острыми предметами



Выполнены из материала повышенной стойкости к истиранию

Покрываются защитной оболочкой повышенной прочности, обеспечивающей надежную защиту от процарапывания и истирания при прокладке методом ГНБ

## Визуальный контроль качества монтажных работ

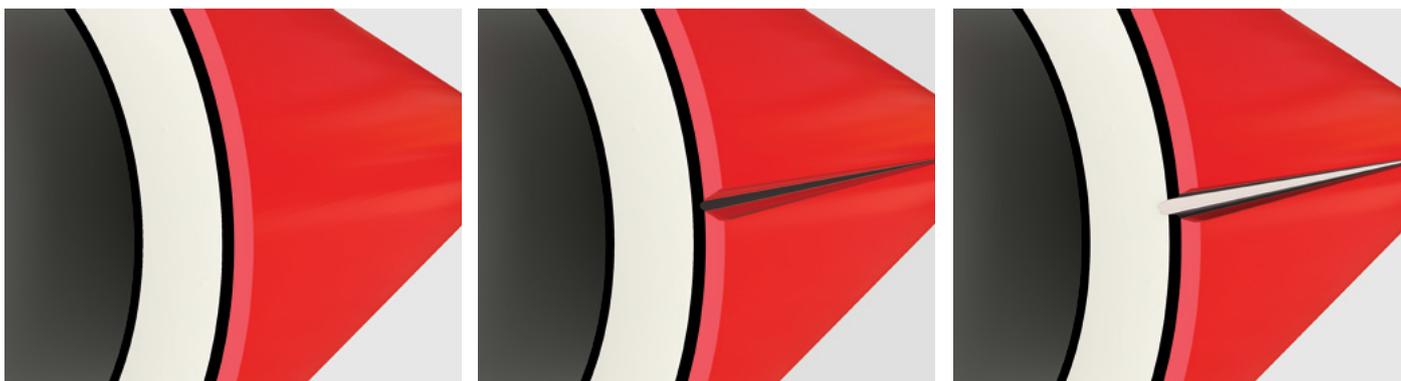
Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® выполнены с наружным маркерным слоем, который позволяет контролировать проведение монтажных работ и давать оценку качеству выполненных работ по прокладке трубы. Маркерный слой имеет толщину до 10% от толщины стенки несущей трубы и отличается по цвету. Сквозное повреждение маркерного слоя позволяет существенно облегчить визуальный контроль и провести оценку целостности кабелепровода.

Маркерный слой труб ПРОТЕКТОРОФЛЕКС® ПРО размещен под защитной оболочкой и позволяет визуально контролировать истирание поверхности трубы при ее прокладке методом ГНБ. Если при монтаже трубы нет сквозного повреждения маркерного слоя, значит кабелевод смонтирован в соответствии с

технологией прокладки и без снижения рабочих характеристик. Если маркерный слой имеет сквозное повреждение — необходимо оценить степень допустимости такого повреждения для конкретных условий прокладки и эксплуатации кабелевода.

Причины повреждения маркерного слоя могут быть следующие:

- допущена ошибка при проектировании: неверно учтено усилие тяжения трубы при ГНБ
- допущена ошибка при проведении монтажных работ: например, неверно выбран расширитель
- форс-мажорная ситуация (острый металлический предмет, арматура и т.п.)



Труба не повреждена, эксплуатация допустима

Труба имеет незначительное повреждение, эксплуатация возможна

Труба повреждена, эксплуатация ограничена

## Возможности при прокладке кабельных линий в трубах ПРОТЕКТОРОФЛЕКС®

- Прокладка кабельных линий 6–500 кВ, в том числе по мостам, путепроводам, в тоннелях
- Надежная защита кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена на весь срок эксплуатации (более 50 лет)
- Создание однородных, равномерных и упорядоченных до длины и по сечениям кабельных каналов с возможностью механизированной протяжки (замены) кабелей в этих каналах
- Прокладка кабеля без вскрытия дорожного полотна
- Прокладка кабеля методом горизонтально-направленного бурения и прокола
- Сохранение защитных свойств при повышенном нагреве кабеля
- Отсутствие вихревых токов, которые приводят к повышению температуры в конструкции
- Увеличение срока службы кабеля
- Обеспечение защиты от проникновения влаги и грязи внутрь кабельных каналов
- Дополнительная защита кабеля от механических повреждений
- Улучшенная ремонтпригодность как самого кабельного канала, так и проложенных в нем кабелей

## Справочная информация

Таблица 1.1. Сравнение труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® с традиционными системами

Параметры	ПРОТЕКТОРФЛЕКС®	ПНД	Сталь	Бетон
Монтаж методом ГНБ	<b>Да</b>	Да	Нет	Нет
Поиск места повреждения оболочки кабеля, проложенного в трубе	<b>Да</b>	Нет	Да	Нет
Электромеханическая защита	<b>Не требуется</b>	Не требуется	Требуется	Не требуется
Прокладка кабеля 6–500 кВ	<b>Да</b>	Нет	Да	Да
Термостойкость	<b>Да</b>	Нет	Да	Да
Стойкость к горению	<b>Да</b>	Нет	Да	Да
Скорость монтажа	<b>Высокая</b>	Высокая	Средняя	Низкая
Компенсация вихревых токов	<b>Не требуется</b>	Не требуется	Требуется	Не требуется
Коррозионная стойкость	<b>Высокая</b>	Высокая	Отсутствует	Высокая
Длительный срок эксплуатации (не менее 50 лет)	<b>Да</b>	Нет	Нет	Нет

Таблица 1.2. Сравнение труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® с трубами из других полимеров

Параметры	ПРОТЕКТОРФЛЕКС®	ПНД	ПП	ПВХ
Длительно допустимая рабочая температура, °С	<b>+110</b>	+40	+60	+40
Прокладка методом горизонтально-направленного бурения	<b>Да</b>	Да	Нет	Нет
Поиск места повреждения оболочки кабеля, проложенного в трубе	<b>Да</b>	Нет	Нет	Нет
Сварка встык или с применением электродуфта	<b>Да</b>	Да	Да	Нет
Прочность	<b>Высокая</b>	Низкая	Средняя	Высокая
Износостойкость	<b>Высокая</b>	Низкая	Средняя	Высокая
Гибкость	<b>Высокая</b>	Высокая	Низкая	Отсутствует
Стойкость к горению	<b>Да</b>	Нет	Нет	Нет



## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ОМП

токопоисковые негорючие  
термостойкие, до 500 кВ

### Область применения

Токопоисковые трубы — модификация линейки термостойких труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС®. Трубы предназначены для механической защиты высоковольтных кабельных линий классов номинального напряжения до 500 кВ. Запатентованная технология производства токопоисковых труб позволяет выявить факт и определить место повреждения оболочки кабеля.

### Производятся в трех исполнениях:

- ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ-ОМП (токопоисковые термостойкие, до 110 кВ)
- ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК-ОМП (токопоисковые негорючие термостойкие, до 110 кВ)
- ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО-ОМП (токопоисковые негорючие термостойкие с защитной оболочкой, до 500 кВ)



### Особенности

- Позволяют выявить факт повреждения оболочки кабеля в рамках приемо-сдаточных испытаний кабельной линии
- Позволяют выявить факт повреждения оболочки кабеля в рамках периодических испытаний кабельной линии в процессе ее эксплуатации
- Позволяют точно определить место повреждения оболочки кабеля
- Термостойкие на протяжении всего срока эксплуатации
- Сохраняют механическую прочность на протяжении всего срока эксплуатации
- Свариваются встык
- Гибкие, позволяют создавать повороты без применения фасонных изделий и колодцев



### Одобрены Министерством строительства РФ

Внесены Министерством строительства РФ в Государственные сметные нормативы, Федеральные сметные цены на материалы, применяемые в строительстве. Приказ № 899/пр от 11 декабря 2015 года.



### Рабочая температура

- Длительно на весь срок службы трубы от -70 °С до +110 °С
- Кратковременно до +180 °С



### Строительная длина

Трубы поставляются прямыми отрезками длиной 13 м (12 м).



### Срок службы

Более 50 лет.



### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ-ОМП 160/11,0 SN32 F110 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК-ОМП 160/11,0 SN32 F110 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО-ОМП 160/11,0 SN32 F110 T110°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Таблица 1.3. Номенклатура всех исполнений труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ОМП

Внешний диаметр трубы $D$ , мм	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
	12	16	24	32	48	64	96
	Толщина стенки трубы $e$ , мм						
110	-	6,1	6,9	7,6	8,6	9,4	10,6
125	-	6,9	7,9	8,6	9,8	10,7	12
140	-	7,8	8,8	9,6	10,9	11,9	13,5
160	8,1	8,9	10,1	11	12,5	13,6	15,4
180	9,1	10	11,3	12,4	14	15,3	17,3
200	10,1	11,1	12,6	13,8	15,6	17	19,3
225	11,4	12,5	14,2	15,5	17,6	19,2	21,7
250	12,7	13,9	15,7	17,2	19,5	21,3	24,1
280	14,2	15,5	17,6	19,3	21,8	23,9	27
315	-	17,5	19,8	21,7	24,6	26,8	30,4
355	18	19,7	22,3	24,4	27,7	-	-
400	20,2	22,2	25,2	27,5	31,2	34,1	38,5
450	22,8	24,9	28,3	31	35,1	38,3	43,4
500	25,3	27,7	31,5	34,4	39	42,6	48,2
560	28,3	31	35,3	38,6	43,7	47,7	54
630	31,9	34,9	39,7	43,4	49,2	53,7	-



## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО

негорючие термостойкие  
с защитной оболочкой, до 500 кВ

### Область применения

Предназначены для механической защиты высоковольтных кабельных линий до 500 кВ при подземной прокладке методом горизонтально-направленного бурения в случае устройства канала повышенной протяженности, а также при прокладке траншейным методом. Рекомендуются к применению при прокладке в тяжелых условиях (скальные грунты, грунты с включениями искусственного происхождения).



#### Особенности

- Негорючие
- Термостойкие на протяжении всего срока эксплуатации
- Сохраняют механическую прочность на протяжении всего срока эксплуатации
- Свариваются встык
- Гибкие, позволяют создавать повороты без применения фасонных изделий и колодцев



#### Модификация

Возможно производство трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО в токопоисковой модификации ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО-ОМП



#### Одобрены Министерством строительства РФ

Внесены Министерством строительства РФ в Государственные сметные нормативы, Федеральные сметные цены на материалы, применяемые в строительстве. Приказ № 899/пр от 11 декабря 2015 года.



#### Рабочая температура

- Длительно на весь срок службы трубы от -70 °С до +110 °С
- Кратковременно до +180 °С



#### Строительная длина

Трубы поставляются прямыми отрезками длиной 13 м (12 м).



#### Конструкция трубы

ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО — многослойные термостойкие трубы из полимерного компаунда со специальным внутренним негорючим слоем и дополнительным слоем повышенной прочности для дополнительной защиты трубы от процарапывания и истирания при протяжке методом горизонтально-направленного бурения.

Под внешним защитным слоем расположен маркерный слой черного цвета для визуального контроля повреждения трубы при проведении монтажных работ.

**Внутренний слой:** негорючий

**Средний слой:** несущий

**Дополнительный слой:** маркерный

**Внешний слой:** повышенной прочности, сигнальный



#### Срок службы

Более 50 лет.



#### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО 160/15,4 SN96 F145 T110°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО-ОМП 160/11,0 SN32 F110 T110°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Таблица 1.4. Номенклатура труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО

Внешний диаметр трубы $D$ , мм	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>							Толщина защитного слоя, мм	
	12	16	24	32	48	64	96	Минимум	Максимум
	Толщина стенки трубы $e$ , мм								
110	-	6,1	6,9	7,6	8,6	9,4	10,6	0,9	1,5
125	-	6,9	7,9	8,6	9,8	10,7	12	1,0	1,6
140	-	7,8	8,8	9,6	10,9	11,9	13,5	1,1	1,7
160	8,1	8,9	10,1	11	12,5	13,6	15,4	1,1	1,7
180	9,1	10	11,3	12,4	14	15,3	17,3	1,2	1,8
200	10,1	11,1	12,6	13,8	15,6	17	19,3	1,2	1,8
225	11,4	12,5	14,2	15,5	17,6	19,2	21,7	1,3	1,9
250	12,7	13,9	15,7	17,2	19,5	21,3	24,1	1,4	2,0
280	14,2	15,5	17,6	19,3	21,8	23,9	27	1,5	2,1
315	-	17,5	19,8	21,7	24,6	26,8	30,4	1,5	2,3
355	18	19,7	22,3	24,4	27,7	-	-	1,6	2,4
400	20,2	22,2	25,2	27,5	31,2	34,1	38,5	1,8	2,6
450	22,8	24,9	28,3	31	35,1	38,3	43,4	1,9	2,8
500	25,3	27,7	31,5	34,4	39	42,6	48,2	2,0	3,0
560	28,3	31	35,3	38,6	43,7	47,7	54	2,2	3,2
630	31,9	34,9	39,7	43,4	49,2	53,7	-	2,5	3,5

**Примечание.** Внешний диаметр труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО указан без учета толщины защитного слоя.



## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК

негорючие термостойкие, до 110 кВ

### Область применения

Предназначены для механической защиты высоковольтных кабельных линий классов номинального напряжения до 110 кВ при их прокладке в грунте любым из известных способов (горизонтально-направленное бурение, прокол, открытая прокладка и др.), а также для устройства блочной кабельной канализации.



### Особенности

- Негорючие
- Термостойкие на протяжении всего срока эксплуатации
- Сохраняют механическую прочность на протяжении всего срока эксплуатации
- Свариваются встык
- Гибкие, позволяют создавать повороты без применения фасонных изделий и колодцев



### Модификация

Возможно производство трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК в токопоисковой модификации ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК-ОМП



### Одобрены Министерством строительства РФ

Внесены Министерством строительства РФ в Государственные сметные нормативы, Федеральные сметные цены на материалы, применяемые в строительстве. Приказ № 899/пр от 11 декабря 2015 года.



### Рабочая температура

- Длительно на весь срок службы трубы от -70 °С до +95 °С
- Кратковременно до +180 °С



### Строительная длина

Трубы поставляются прямыми отрезками длиной 13 м (12 м) или в бухтах согласованной длины для диаметров труб до 110 мм.



### Конструкция трубы

ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК — трехслойные негорючие термостойкие трубы из полимерного компаунда со специальным внутренним негорючим слоем. Для уменьшения трения при тяжении кабеля в состав внутреннего слоя вводятся скользящие добавки. Внешний слой — сигнальный для обозначения кабельной линии.

**Внутренний слой:** негорючий

**Средний слой:** несущий

**Внешний слой:** сигнальный



### Срок службы

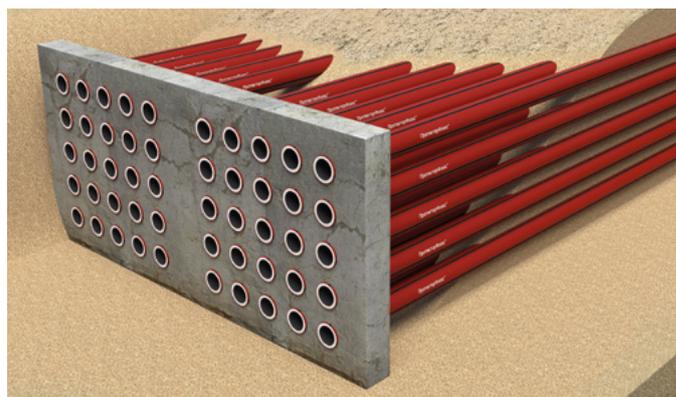
Более 50 лет.



### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК 160/8,1 SN12 F80 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС БК-ОМП 160/11,0 SN32 F110 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015



Вариант применения труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК для устройства блочной канализации

Таблица 1.5. Номенклатура труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК

Внешний диаметр трубы $D$ , мм	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
	12	16	24	32	48	64	96
	Толщина стенки трубы $e$ , мм						
32*	-	-	2	2,2	2,5	2,7	3,1
40*	-	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9
50*	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9	4,3	4,8
63*	3,2	3,5	4	4,3	4,9	5,4	6,1
75*	3,8	4,2	4,7	5,2	5,9	6,4	7,2
90*	4,6	5	5,7	6,2	7	7,7	8,7
110	5,6*	6,1	6,9	7,6	8,6	9,4	10,6
125	6,3*	6,9	7,9	8,6	9,8	10,7	12
140	7,1*	7,8	8,8	9,6	10,9	11,9	13,5
160	8,1	8,9	10,1	11	12,5	13,6	15,4
180	9,1	10	11,3	12,4	14	15,3	17,3
200	10,1	11,1	12,6	13,8	15,6	17	19,3
225	11,4	12,5	14,2	15,5	17,6	19,2	21,7
250	12,7	13,9	15,7	17,2	19,5	21,3	24,1
280	14,2	15,5	17,6	19,3	21,8	23,9	27
315	15,9*	17,5	19,8	21,7	24,6	26,8	30,4
355	18	19,7	22,3	24,4	27,7	30,3*	34,2*
400	20,2	22,2	25,2	27,5	31,2	34,1	38,5
450	22,8	24,9	28,3	31	35,1	38,3	43,4
500	25,3	27,7	31,5	34,4	39	42,6	48,2
560	28,3	31	35,3	38,6	43,7	47,7	54
630	31,9	34,9	39,7	43,4	49,2	53,7	-

\* Производятся в однослойном исполнении.



## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ

термостойкие, до 110 кВ

### Область применения

Предназначены для механической защиты высоковольтных кабельных линий классов номинального напряжения до 110 кВ при их прокладке в грунте любым из известных способов (горизонтально-направленное бурение, прокол, открытая прокладка и др.).



#### Особенности

- Термостойкие на протяжении всего срока эксплуатации
- Сохраняют механическую прочность на протяжении всего срока эксплуатации
- Свариваются встык
- Гибкие, позволяют создавать повороты без применения фасонных изделий и колодцев



#### Модификация

Возможно производство трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ в токопоисковой модификации ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ-ОМП



#### Одобрены Министерством строительства РФ

Внесены Министерством строительства РФ в Государственные сметные нормативы, Федеральные сметные цены на материалы, применяемые в строительстве. Приказ № 899/пр от 11 декабря 2015 года.



#### Рабочая температура

- Долительно на весь срок службы трубы от -70°C до +95°C
- Кратковременно до +180°C



#### Строительная длина

Трубы поставляются прямыми отрезками длиной 13 м (12 м) или в бухтах согласованной длины для диаметров труб до 110 мм.



#### Конструкция трубы

ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ — трехслойные термостойкие трубы из полимерного компаунда. Для уменьшения трения при тяжении кабеля в состав внутреннего слоя вводятся скользящие добавки. Внешний слой — сигнальный для обозначения кабельной линии.

Внутренний слой: гладкий

Средний слой: несущий

Внешний слой: сигнальный



#### Срок службы

Более 50 лет.



#### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ 160/10,1 SN24 F100 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015

ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ-ОМП 160/11,0 SN32 F110 T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Таблица 1.6. Номенклатура труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ

Внешний диаметр трубы $D$ , мм	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
	12	16	24	32	48	64	96
	Толщина стенки трубы $e$ , мм						
32*	-	-	2	2,2	2,5	2,7	3,1
40*	-	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9
50*	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9	4,3	4,8
63*	3,2	3,5	4	4,3	4,9	5,4	6,1
75*	3,8	4,2	4,7	5,2	5,9	6,4	7,2
90*	4,6	5	5,7	6,2	7	7,7	8,7
110	5,6*	6,1	6,9	7,6	8,6	9,4	10,6
125	6,3*	6,9	7,9	8,6	9,8	10,7	12
140	7,1*	7,8	8,8	9,6	10,9	11,9	13,5
160	8,1	8,9	10,1	11	12,5	13,6	15,4
180	9,1	10	11,3	12,4	14	15,3	17,3
200	10,1	11,1	12,6	13,8	15,6	17	19,3
225	11,4	12,5	14,2	15,5	17,6	19,2	21,7
250	12,7	13,9	15,7	17,2	19,5	21,3	24,1
280	14,2	15,5	17,6	19,3	21,8	23,9	27
315	15,9*	17,5	19,8	21,7	24,6	26,8	30,4
355	18	19,7	22,3	24,4	27,7	30,3*	34,2*
400	20,2	22,2	25,2	27,5	31,2	34,1	38,5
450	22,8	24,9	28,3	31	35,1	38,3	43,4
500	25,3	27,7	31,5	34,4	39	42,6	48,2
560	28,3	31	35,3	38,6	43,7	47,7	54
630	31,9	34,9	39,7	43,4	49,2	53,7	-

\* Производятся в однослойном исполнении.



## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® НГ

УФ-стойкие негорючие  
термостойкие, до 110 кВ

### Область применения

Предназначены для механической защиты высоковольтных кабельных линий классов номинального напряжения до 110 кВ при их прокладке по мостам, виадукам, путепроводам и в тоннелях. В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) прокладка кабелей напряжением 1 кВ и выше по мостам, путепроводам и в тоннелях допускается только с применением негорючих материалов.



#### Особенности

- Негорючие
- Отличаются повышенной стойкостью к УФ-излучению
- Соответствуют требованиям ПУЭ
- Термостойкие на протяжении всего срока эксплуатации
- Сохраняют механическую прочность на протяжении всего срока эксплуатации
- Свариваются встык
- Гибкие, позволяют создавать повороты без применения фасонных изделий



#### Одобрены Министерством строительства РФ

Внесены Министерством строительства РФ в Государственные сметные нормативы, Федеральные сметные цены на материалы, применяемые в строительстве. Приказ № 899/пр от 11 декабря 2015 года.



#### Рабочая температура

- Длительно на весь срок службы трубы от -70 °C до +95 °C
- Кратковременно до +180 °C



#### Строительная длина

Трубы поставляются прямыми отрезками длиной 13 м (12 м) или в бухтах согласованной длины для диаметров труб до 110 мм.



#### Конструкция трубы

ПРОТЕКТОРФЛЕКС® НГ — трехслойные термостойкие трубы из полимерного компаунда с внутренним и внешним негорючими слоями. Внешний слой обладает повышенной стойкостью к ультрафиолету.

**Внутренний слой:** негорючий

**Средний слой:** несущий

**Внешний слой:** негорючий, повышенной УФ-стойкости



#### Срок службы

Более 50 лет.



#### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® НГ 160/8,1 SN12 F80  
T95°C ТУ 2248-003-34311042-2015

Таблица 1.7. Номенклатура труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® НГ

Внешний диаметр трубы $D$ , мм	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
	12	16	24	32	48	64	96
	Толщина стенки трубы $e$ , мм						
32*	-	-	2	2,2	2,5	2,7	3,1
40*	-	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9
50*	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9	4,3	4,8
63*	3,2	3,5	4	4,3	4,9	5,4	6,1
75*	3,8	4,2	4,7	5,2	5,9	6,4	7,2
90*	4,6	5	5,7	6,2	7	7,7	8,7
110	5,6*	6,1	6,9	7,6	8,6	9,4	10,6
125	6,3*	6,9	7,9	8,6	9,8	10,7	12
140	7,1*	7,8	8,8	9,6	10,9	11,9	13,5
160	8,1	8,9	10,1	11	12,5	13,6	15,4
180	9,1	10	11,3	12,4	14	15,3	17,3
200	10,1	11,1	12,6	13,8	15,6	17	19,3
225	11,4	12,5	14,2	15,5	17,6	19,2	21,7
250	12,7	13,9	15,7	17,2	19,5	21,3	24,1
280	14,2	15,5	17,6	19,3	21,8	23,9	27
315	15,9*	17,5	19,8	21,7	24,6	26,8	30,4
355	18	19,7	22,3	24,4	27,7	30,3*	34,2*
400	20,2	22,2	25,2	27,5	31,2	34,1	38,5
450	22,8	24,9	28,3	31	35,1	38,3	43,4
500	25,3	27,7	31,5	34,4	39	42,6	48,2
560	28,3	31	35,3	38,6	43,7	47,7	54
630	31,9	34,9	39,7	43,4	49,2	53,7	-

\* Производятся в однослойном исполнении.

## Трубы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК

гибкие УФ-стойкие негорючие термостойкие, до 500 кВ



### Область применения

Трубы предназначены для механической защиты высоковольтных кабельных линий до 500 кВ при их прокладке в условиях, где к трубам предъявляются требования повышенной гибкости, стойкости к УФ-излучению и негорючести.



#### Особенности

- Негорючие
- Термостойкие на протяжении всего срока эксплуатации
- Отличаются повышенной стойкостью к УФ-излучению
- Соответствуют требованиям ПУЭ
- Сохраняют механическую прочность на протяжении всего срока эксплуатации
- Соединяются с помощью стыковых или термоусаживаемых муфт
- Гибкие, позволяют создавать повороты кабельной линии на участках, где радиуса изгиба гладких труб недостаточно



#### Рабочая температура

- Длительно на весь срок службы трубы от -70 °С до +110 °С
- Кратковременно до +180 °С



#### Срок службы

Более 50 лет.



#### Строительная длина

Трубы поставляются прямыми отрезками длиной 6 м и 12 м или в бухтах согласованной длины до 100 м для диаметров труб до 200 мм. Трубы диаметром более 200 мм поставляются прямыми отрезками длиной 6 м.



#### Конструкция трубы

ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК — двухслойные негорючие термостойкие трубы повышенной гибкости из полимерного компаунда со специальным внутренним негорючим слоем и внешним негорючим слоем, обладающим повышенной стойкостью к воздействию ультрафиолета.

**Внутренний слой:** гладкий, негорючий

**Внешний слой:** гофрированный, негорючий, повышенной УФ-стойкости



#### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК 63 SN4 T110°C  
ТУ 2248-001-34311042-2015



Узел перехода воздушной линии электропередачи в кабельную с применением труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК

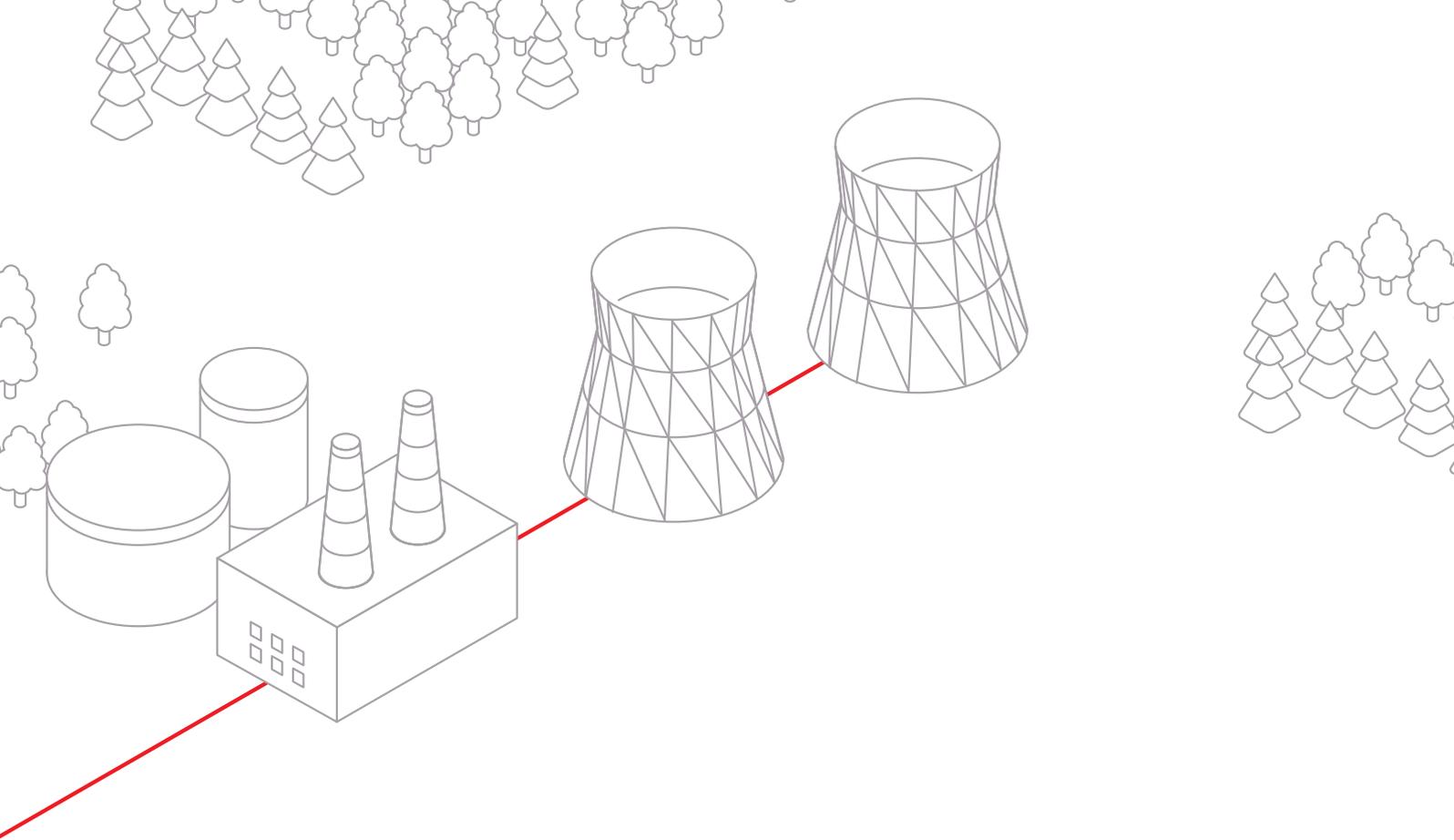
Таблица 1.8. Номенклатура труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК

Внешний диаметр трубы $D$ , мм	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
	2*	4	6	8	10	12	16
Внутренний диаметр трубы $D$ , мм							
16*		10,7		-	-	-	-
20*		14,1		-	-	-	-
25*		18,3		-	-	-	-
32*		24,3		-	-	-	-
40*		32,5		-	-	-	-
50*		39,6		-	-	-	-
63	50,6	52			52*	-	-
110	94	96					
160	142	139					
200	181	178					-
250	-	218					-
315	-	276				-	-
400	-	348			-	-	-
500	-	435			-	-	-
630	-	548			-	-	-

\* Производятся в однослойном исполнении.

Таблица 1.9. Классификация труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК

	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
	2	4	6	8	10	12	16
Сопротивление сжатию, Н	250	450		750		1250	
Сопротивление удару	Легкие (Код L)			Нормальные (Код N)		Тяжелые (Код S)	
Сопротивление изгибу	Гибкие			Жесткие			



## Комплектующие

Уплотнители ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК  
для высоковольтного кабеля  
полимерные герметичные термостойкие

Воронки ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК  
для защиты кабеля  
полимерные негорючие термостойкие

Заглушки защитные ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП  
полимерные герметичные

## Уплотнители ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК для высоковольтного кабеля

полимерные герметичные термостойкие



### Область применения

Предназначены для герметизации пространства между кабелем и трубой. Применение уплотнителя позволяет исключить заполнение труб грунтовыми водами и их заиливание, а также обеспечить возможность беспрепятственного извлечения кабеля с целью его ремонта или замены.



#### Особенности

- Обеспечивают герметичность трубы с проложенным в ней кабелем (степень защиты IP68 по ГОСТ 14254)
- Имеют разборную конструкцию, предполагающую многократное использование
- Позволяют центрировать кабель в трубе, защищая его оболочку от механических повреждений
- Длительно допустимая рабочая температура от -45 °С до +110 °С
- Не подвержены коррозии
- Не образуют замкнутого металлического контура
- Монтаж осуществляется по месту без предварительной установки
- Упругие элементы выполнены из термостойкого эластомера
- Металлические элементы выполнены из нержавеющей стали



#### Принцип действия

Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК состоит из однотипных элементов и имеет звеньевую структуру. Конструкция является разборной, что позволяет произвести монтаж уплотнителей по месту без предварительной установки.

Монтаж представляет собой поочередное и равномерное затягивание болтовых соединений каждого из звеньев, что приводит к расширению уплотнителя и заполнению пространства между кабелем и трубой.



#### Срок службы

Более 50 лет.



#### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 225  
ТУ 2531-001-34311042-2015

Таблица 2.1. Номенклатура уплотнителей кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК

Наименование уплотнителя	D, мм
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 75	75
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 90	90
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 110	110
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 125	125
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 140	140
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 160	160
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 180	180
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 200	200
Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 225	225

# Воронки ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК для защиты кабеля

полимерные негорючие термостойкие



## Область применения

Предназначены для предотвращения повреждения оболочки кабеля при его затяжке в трубу и снижения механического воздействия кромки трубы на оболочку кабеля при эксплуатации кабельной линии.



### Особенности

- Обеспечивают надежную защиту кабеля от повреждения во время монтажа и эксплуатации
- Удобны в установке
- Не подвержены коррозии
- Не образуют замкнутого металлического контура
- Имеют внутренний негорючий слой (кроме ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК-СТ)
- Термостойкие на протяжении всего срока эксплуатации
- Сохраняют механическую прочность на протяжении всего срока эксплуатации



### Принцип действия

При затяжке кабеля в трубу концы трубных участков активно воздействуют на оболочку кабеля и способны образовать значительные ее деформации. Острая кромка трубы при затяжке в нее кабеля оставляет на оболочке кабеля продольные порезы.

Кромка трубы воздействует на оболочку не только при протяжке, но и после завершения прокладки кабельной линии. Кабель под своим весом и весом расположенного сверху грунта и техники опирается на кромку трубы, и она продавливает оболочку, что вызывает поперечную деформацию.

Отмечены случаи, когда при затяжке кабеля в трубу была повреждена оболочка кабеля, что впоследствии привело к выходу всей кабельной линии из строя.

Воронки для защиты кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК минимизируют повреждения оболочки кабеля, возникающие при протяжке и в процессе дальнейшей эксплуатации кабельной линии.



### Монтаж

Монтаж воронок осуществляется простыми традиционными способами — сварка встык или при помощи электромуфт.

Применяются при монтаже труб:

- ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ (СТ-ОМП)
- ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК (БК-ОМП)
- ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО (ПРО-ОМП)



### Срок службы

Более 50 лет.

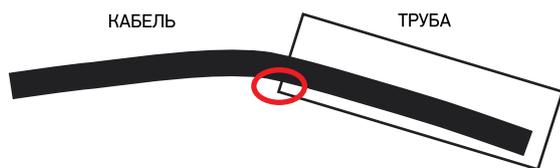


### Пример формулировки для спецификации или технического задания

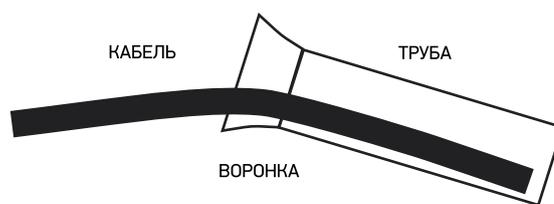
Воронка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК-СТ 160 SN 32  
ТУ 2248-004-34311042-2015

Воронка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК-БК 160 SN 32  
ТУ 2248-004-34311042-2015

Воронка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК-ПРО 160 SN 32  
ТУ 2248-004-34311042-2015



Труба без воронки



Труба с воронкой ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК



Сварка встык



Сварка с применением электромуфт

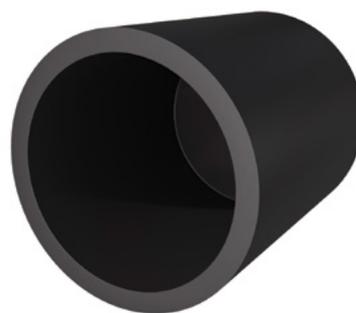
Таблица 2.2. Номенклатура воронок ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК

Внешний диаметр $D$ , мм	Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
	12	16	24	32	48	64	96
	Толщина стенки $e$ , мм						
63*	3,2	3,5	4	4,3	4,9	5,4	6,1
75*	3,8	4,2	4,7	5,2	5,9	6,4	7,2
90*	4,6	5	5,7	6,2	7	7,7	8,7
110	5,6*	<b>6,1</b>	<b>6,9</b>	<b>7,6</b>	<b>8,6</b>	<b>9,4</b>	<b>10,6</b>
125	6,3*	<b>6,9</b>	<b>7,9</b>	<b>8,6</b>	<b>9,8</b>	<b>10,7</b>	<b>12</b>
140	7,1*	<b>7,8</b>	<b>8,8</b>	<b>9,6</b>	<b>10,9</b>	<b>11,9</b>	<b>13,5</b>
160	<b>8,1</b>	<b>8,9</b>	<b>10,1</b>	<b>11</b>	<b>12,5</b>	<b>13,6</b>	<b>15,4</b>
180	<b>9,1</b>	<b>10</b>	<b>11,3</b>	<b>12,4</b>	<b>14</b>	<b>15,3</b>	<b>17,3</b>
200	<b>10,1</b>	<b>11,1</b>	<b>12,6</b>	<b>13,8</b>	<b>15,6</b>	<b>17</b>	<b>19,3</b>
225	<b>11,4</b>	<b>12,5</b>	<b>14,2</b>	<b>15,5</b>	<b>17,6</b>	<b>19,2</b>	<b>21,7</b>
250	<b>12,7</b>	<b>13,9</b>	<b>15,7</b>	<b>17,2</b>	<b>19,5</b>	<b>21,3</b>	<b>24,1</b>

\* Производится в однослойном исполнении.

# Заглушки защитные ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП

полимерные герметичные



## Область применения

Предназначены для герметизации торцов резервных и рабочих защитных труб без проложенного в них кабеля.



### Особенности

- Обеспечивают надежную герметизацию
- Не подвержены коррозии
- Свариваются встык или при помощи электромуфт



### Срок службы

Более 50 лет.



### Пример формулировки для спецификации или технического задания

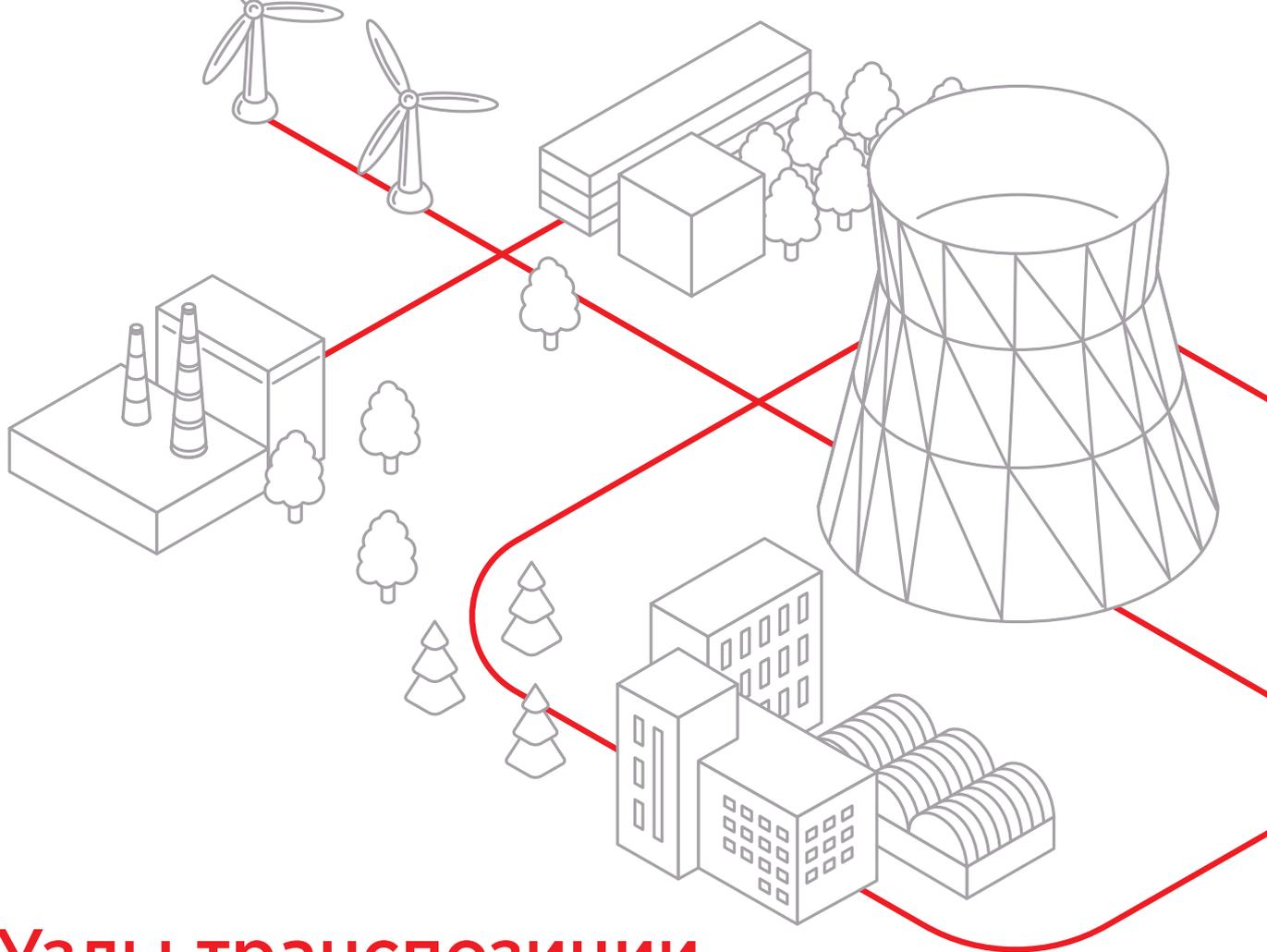
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 225 ТУ 2248-005-34311042-2015



Герметизация резервной трубы с помощью заглушки ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП

Таблица 2.3. Номенклатура заглушек ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП

Наименование заглушки	D, мм
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 63	63
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 75	75
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 90	90
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 110	110
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 125	125
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 140	140
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 160	160
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 180	180
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 200	200
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 225	225
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 250	250
Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 280	280



## Узлы транспозиции экранов

Коробки транспозиции однофазные ЭНЕРГОТЭК КТП-О  
полимерные герметичные, до 500 кВ

Коробки транспозиции трехфазные ЭНЕРГОТЭК КТП-Т  
полимерные герметичные, до 500 кВ

Колодцы транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500  
полимерные герметичные, до 500 кВ

## Коробки транспозиции однофазные ЭНЕРГОТЭК КТП-О

полимерные герметичные, до 500 кВ



### Область применения

Предназначены для транспозиции экранов кабелей классов напряжения от 6 до 500 кВ и для защиты внешних оболочек этих кабелей ограничителями перенапряжений (ОПН). Комплект из трех однофазных коробок транспозиции — надежная альтернатива применению традиционных трехфазных коробок.



### Особенности

- Низкая стоимость ремонта по причине отделения трех фаз друг от друга
- Компактное техническое решение
- Малый вес
- Электробезопасный корпус, не требующий заземления
- Стойкость к коррозии
- Огнестойкость
- Герметичность, достаточная для работы под водой
- Монтаж без вскрытия коробок
- Испытания кабелей постоянным напряжением 10 кВ без отключения ОПН



### Принцип действия

За счет отделения трех фаз ОПН друг от друга применение однофазных коробок снижает стоимость, объемы и сроки ремонта и минимизирует время простоя в случае аварии.



### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Коробка ЭНЕРГОТЭК КТП-О/ОПН-8,2-550 ТУ 3599-027-56227313-2017

Коробка ЭНЕРГОТЭК КТП-О/ЗМЛ ТУ 3599-027-56227313-2017



### Монтаж

Однофазные полимерные коробки транспозиции ЭНЕРГОТЭК КТП-О устанавливаются:

- в специальных полимерных колодцах транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ
- в бетонных колодцах типа ККС
- в муфтовых колодцах
- в кабельных тоннелях
- на конструкциях эстакад
- другими согласованными способами

Возможна поставка на объекты полностью собранных узлов транспозиции, включающих колодец транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ и комплект из трех однофазных коробок, установленных в колодце.

Для быстрой установки коробок транспозиции в бетонных колодцах ККС и их надежной фиксации без необходимости сверления тела колодца рекомендуется приобретать монтажную раму РМ-О, которая выполнена из стойких к коррозии материалов.



## Схема транспозиции экранов кабелей

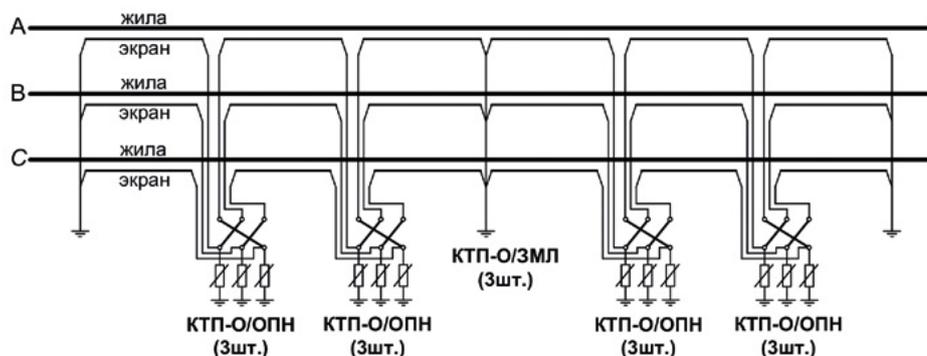


Таблица 3.1. Основные технические характеристики однофазных коробок транспозиции ЭНЕРГОТЭК КТП-О

Характеристики	Значение
Габаритные размеры ВхШхГ, мм	110х300х210
Масса, кг	не более 6
Степень защиты от пыли и влаги	IP68 по ГОСТ 14254-2015
Климатическое исполнение коробок	УХЛ, категория 1
Срок эксплуатации, лет	не менее 50
Комплектация	поставляются комплектом из трех штук

Таблица 3.2. Номенклатура коробок транспозиции ЭНЕРГОТЭК КТП-О

Коробки ЭНЕРГОТЭК КТП-О/ОПН-8,2-550	Коробки ЭНЕРГОТЭК КТП-О/ЗМЛ
Коробка транспозиции полимерная однофазная с ОПН рабочим напряжением 8,2 кВ и током пропускной способности 550 А	Коробка транспозиции полимерная однофазная без ОПН для заземления экранов в местах сопряжения соседних циклов

## Коробки транспозиции трехфазные ЭНЕРГОТЭК КТП-Т

полимерные герметичные, до 500 кВ



### Область применения

Предназначены для транспозиции экранов кабелей классов напряжения от 6 до 500 кВ и для защиты внешних оболочек этих кабелей ограничителями перенапряжений (ОПН). Полимерный корпус коробок стойкий к воздействию коррозии, диэлектричный и не требует заземления, гарантирует электробезопасность персонала даже в условиях низкого качества контуров заземления.



### Особенности

- Компактное техническое решение
- Малый вес
- Электробезопасный корпус, не требующий заземления
- Стойкость к коррозии
- Огнестойкость
- Герметичность, достаточная для работы под водой
- Монтаж без вскрытия коробок
- Испытания кабелей постоянным напряжением 10 кВ без отключения ОПН



### Монтаж

Трехфазные полимерные коробки транспозиции ЭНЕРГОТЭК КТП-Т устанавливаются:

- в специальных полимерных колодцах транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ
- в бетонных колодцах типа ККС
- в муфтовых колодцах
- в кабельных тоннелях
- на конструкциях эстакад
- другими согласованными способами

Возможна поставка на объекты полностью собранных узлов транспозиции, включающих колодец транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ и трехфазную коробку, установленную в колодце.

Для быстрой установки коробок транспозиции в бетонных колодцах ККС и их надежной фиксации без необходимости сверления тела колодца рекомендуется приобретать монтажную раму РМ-Т, которая выполнена из стойких к коррозии материалов.



### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Коробка ЭНЕРГОТЭК КТП-Т/ОПН-8,2-550  
ТУ 3599-027-56227313-2017

Коробка ЭНЕРГОТЭК КТП-Т/ЗМЛ ТУ 3599-027-56227313-2017

## Схема транспозиции экранов кабелей

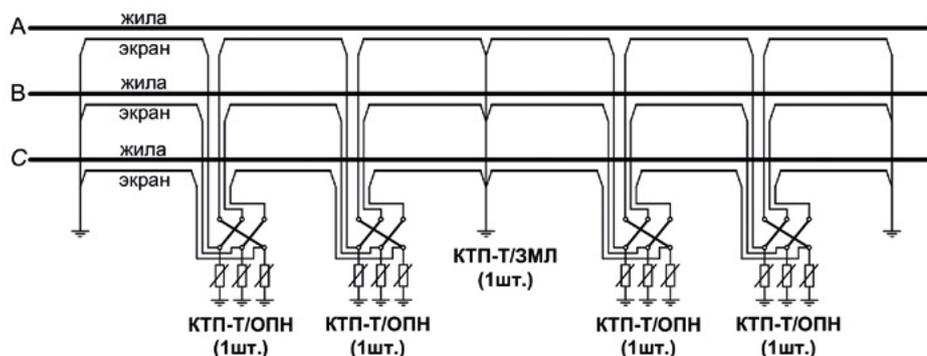


Таблица 3.3. Основные технические характеристики трехфазных коробок транспозиции ЭНЕРГОТЭК КТП-О

Характеристики	Значение
Габаритные размеры ВхШхГ, мм	190x420x300
Масса, кг	не более 17
Степень защиты от пыли и влаги	IP68 по ГОСТ 14254-2015
Климатическое исполнение коробок	УХЛ, категория 1
Срок эксплуатации, лет	не менее 50

Таблица 3.4. Номенклатура коробок транспозиции ЭНЕРГОТЭК КТП-Т

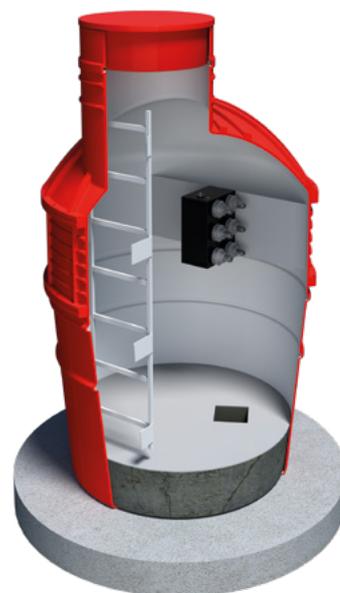
Коробки ЭНЕРГОТЭК КТП-Т/ОПН-8,2-550	Коробки ЭНЕРГОТЭК КТП-Т/ЗМЛ
Коробка транспозиции полимерная трехфазная с ОПН рабочим напряжением 8,2 кВ и током пропускной способности 550 А	Коробка транспозиции полимерная трехфазная без ОПН для заземления экранов в местах сопряжения соседних циклов

## Колодцы транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500

полимерные герметичные, до 500 кВ

### Область применения

Колодцы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500 — это герметичные полимерные колодцы, предназначенные для размещения коробок транспозиции высоковольтных кабельных линий от 6 до 500 кВ.



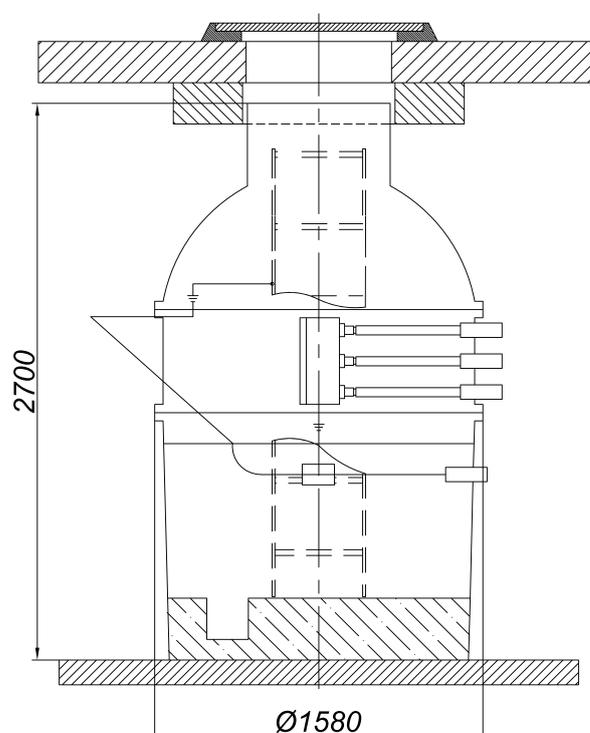
### Особенности

- **Герметичность.** Позволяет исключить затопление расположенной внутри коробки транспозиции и вызванное этим проникновение воды в ее корпус, нарушение в работе транспозиции экранов, распространение воды из коробки в муфту силового кабеля и в сам кабель с последующим его повреждением
- **Повышенная прочность** за счет применения новой технологии производства методом ротационного формования. Такая технология позволяет изготовить сферическую верхнюю часть тела колодца, равномерно распределить нагрузку от грунта или дорожного полотна и обеспечить герметичность всей системы на протяжении всего срока службы
- **Стойкость к агрессивной среде** и герметичность повышает срок службы коробок транспозиции, приближая его к сроку службы кабеля, составляющему не менее 30-40 лет. Особую важность подобная стойкость имеет в случае расположения колодцев под проезжей частью дорог, которые в зимнее время обрабатываются реагентами, а также в случае прохождения кабельной линии в заболоченной местности и при воздействии прочих факторов агрессивной среды
- **Быстрота и легкость монтажа.** При производстве работ колодцы транспозиции ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500 позволяют избежать необходимости применения тяжелой строительной техники.
- **Негорючий водостойкий** внутренний слой повышенной стойкости к истиранию



### Одобрены Министерством строительства РФ

Внесены Министерством строительства РФ в Государственные сметные нормативы, Федеральные сметные цены на материалы, применяемые в строительстве. Приказ № 899/пр от 11 декабря 2015 года.



Габаритные размеры колодца  
ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500



### Принцип действия

При строительстве кабельных линий используют однофазные кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Кабели имеют в своей конструкции медные экраны, требующие транспозиции, которая выполняется в электромонтажных коробках, размещаемых в специальных колодцах. Для обеспечения надежной работы транспозиции колодцы должны обладать рядом важных технических характеристик, таких как герметичность и стойкость к воздействию агрессивных сред.

Для организации транспозиции кабельная линия делится на кратное трем число участков примерно равной длины. В местах сопряжения участков устанавливаются специальные соединительные муфты с выводами экранов наружу, называемые транспозиционными муфтами (МТ). Экраны кабеля выводятся из МТ при помощи провода полиэтиленового соединительного (ППС) и заходят в коробки транспозиции ЭНЕРГОТЭК КТП-Т, в которых установлены ограничители перенапряжений (ОПН) для защиты оболочки кабеля от импульсных перенапряжений. По концам кабельной линии экраны выводятся из концевых муфт (МК) и заземляются.

Транспозиция экранов однофазных кабелей является проверенным средством снижения потерь в кабельной линии и повышения ее пропускной способности. Обустройство транспозиции экранов в зависимости от особенностей проекта может уменьшить стоимость потерь в кабельной линии на десятки и сотни тысяч рублей ежегодно, а также увеличить ее пропускную способность, иногда до двух раз.

Колодцы ПРОТЕКТОРФЛЕКС® предназначены для установки коробок транспозиции различных конструктивных исполнений и материалов корпуса. С точки зрения электробезопасности наилучшим техническим решением является применение в колодцах ПКЭТ специальных полимерных коробок транспозиции ЭНЕРГОТЭК.

Использование специальных коробок полностью исключает появление напряжения прикосновения и шагового напряжения как внутри колодца, так и за его пределами, а значит, позволяет отказаться от обустройства дорогостоящего контура заземления с сопротивлением 0,5–4,0 Ом, необходимым по условиям электробезопасности, и ограничиться контуром с сопротивлением всего 10–20 Ом.



### Конструкция колодца

- Конусная конструкция верхней части колодца позволят равномерно распределять нагрузку
- Герметичная крышка
- Система многоразовых герметичных кабельных вводов
- Прямоук в нижней части позволят откачать скопившийся конденсат
- Заводское, серийно выпускаемое изделие
- Контроль качества каждого колодца на уникальном испытательном стенде
- Соответствует стандартам промышленной безопасности
- Конструкция и требования к нагрузкам соответствуют ГОСТ 32972-2014
- Оснащен лестницей
- Стойкий к горению внутренний слой категории ПВ-0



### Комплект поставки

- Тело колодца
- Лестница (высота 2700 мм)
- Система герметичных кабельных вводов
- Герметичная крышка колодца
- Пластина для крепления коробки транспозиции
- Пластина для подключения заземления



### Срок службы

Более 50 лет.



### Пример формулировки для спецификации или технического задания

Колодец ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500 ТУ 2291-001-34311042-2015

Таблица 3.5. Сравнение железобетонных колодцев и полимерных герметичных колодцев ПРОТЕКТОРФЛЕКС®

Характеристики	Железобетонный колодец	Колодец ПРОТЕКТОРФЛЕКС®
Герметичность колодца	✗	✓
Герметичность кабельных вводов	✗	✓
Стойкость к коррозии	✗	✓
Защита коробки транспозиции	✗	✓
Высокая скорость монтажа	✗	✓
Установка под автодорогами	✓	✓
Устойчивость к всплытию	✓	✓
Длительный срок эксплуатации (более 50 лет)	✗	✓

### Результат эксплуатации

Железобетонный колодец



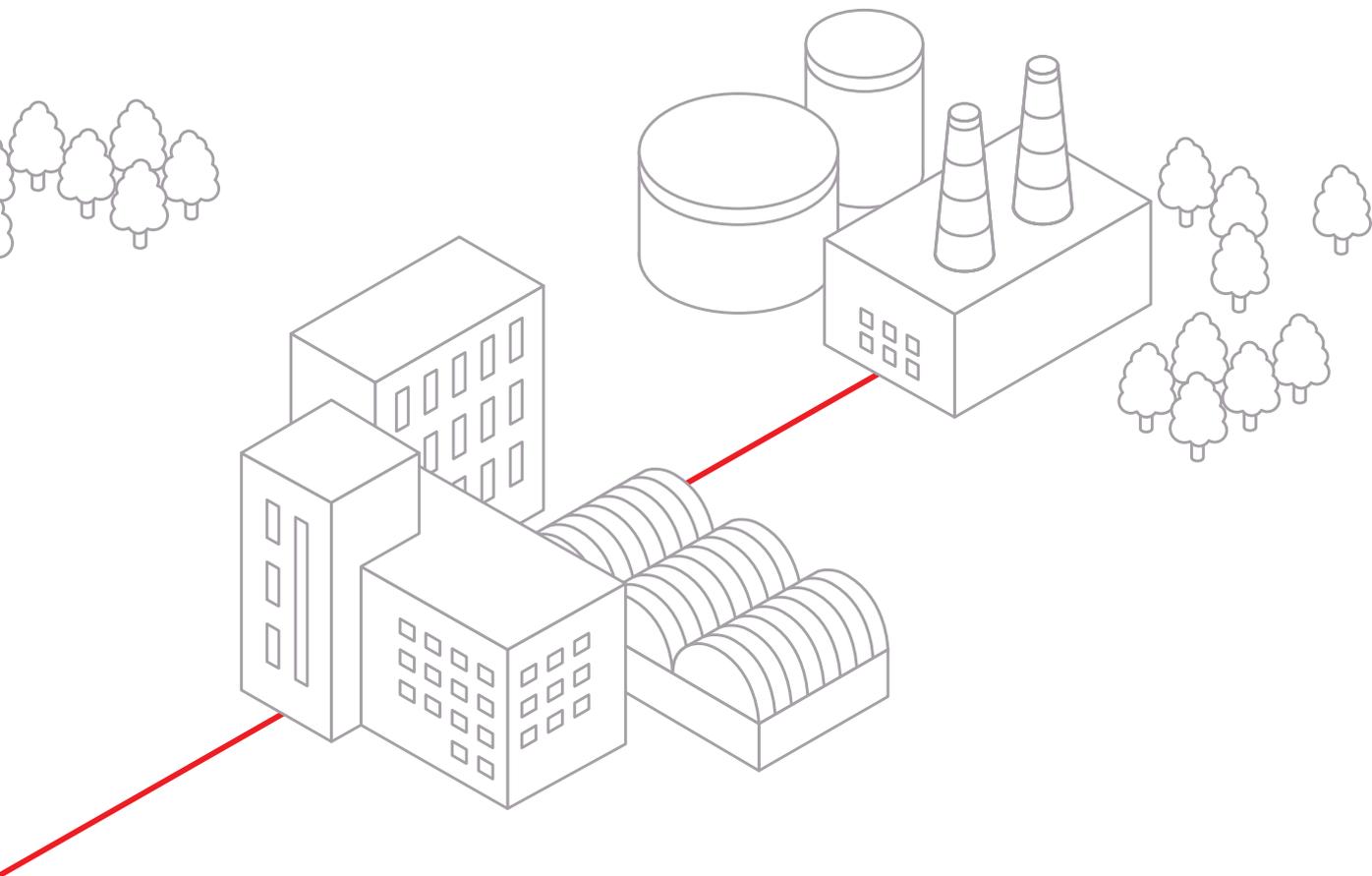
Требует капитального ремонта или замены

Колодец ПРОТЕКТОРФЛЕКС®



Эксплуатация продолжается

10 лет



# Крепления кабельные

Крюки ЭНЕРГОТЭК ККН  
полимерные, до 500 кВ

## Крюки ЭНЕРГОТЭК ККН

полимерные, до 500 кВ



### Область применения

Предназначены для прокладки кабельных линий классов номинального напряжения до 500 кВ по мостам, виадукам, путепроводам, в шахтах, подземных и наземных тоннелях.



### Особенности

- Негорючие
- Не требуют заземления
- Стойкие к УФ-излучению
- Стойкие к коррозии
- Обладают малым весом
- Удобство монтажа



### Конструкция

Конструкция крюков ЭНЕРГОТЭК ККН состоит из крюков ККН Р1 и фиксатора ККН Р2.

Благодаря своей конструкции крюки надежно соединяются между собой, исключая возможность произвольного проворачивания в процессе эксплуатации. При необходимости можно добавить или демонтировать крюк в систему. Фиксатор ККН Р2 обеспечивает надежное крепление секции, состоящей из одного или нескольких крюков, к несущей конструкции.



### Пример формулировки для спецификации или технического задания

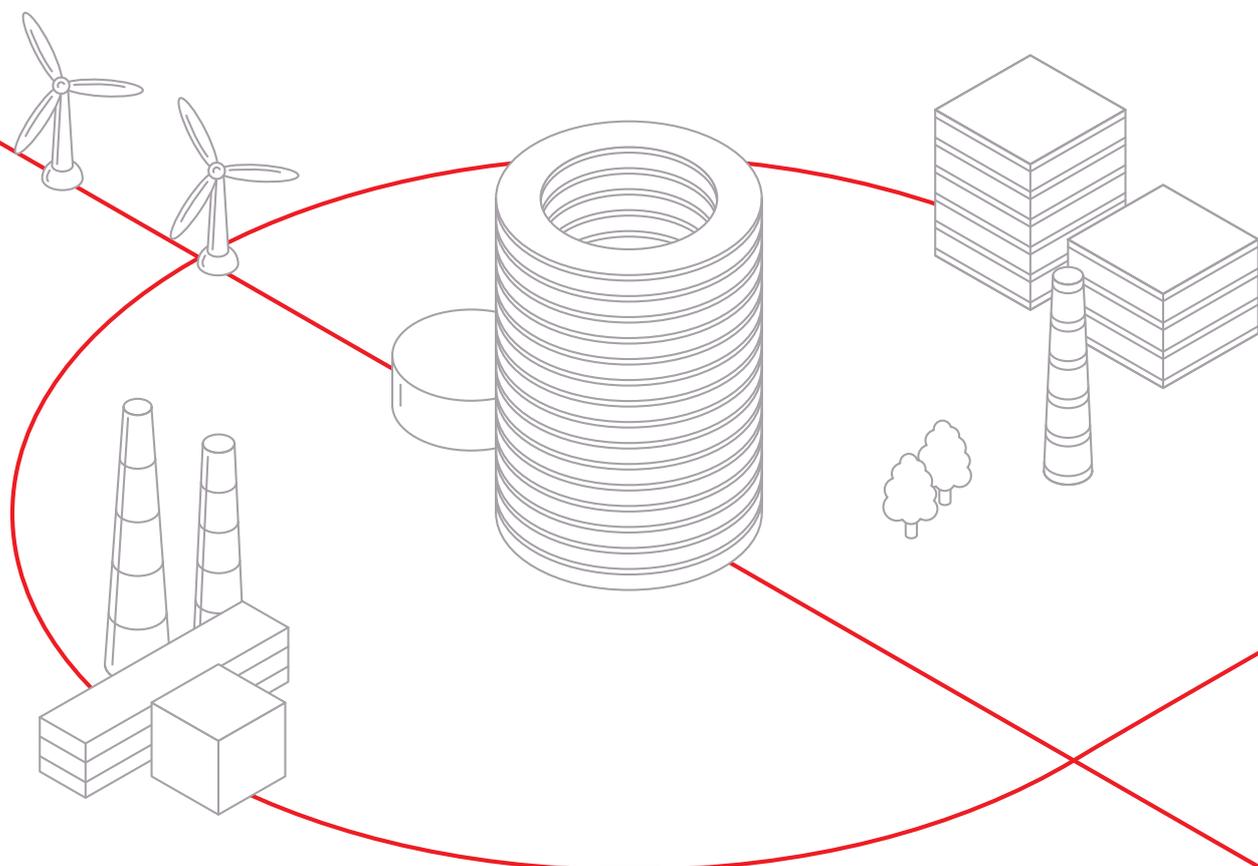
Крюк ЭНЕРГОТЭК ККН Р1-80 ТУ 27.33.14-001-34311042-2017  
 Фиксатор ЭНЕРГОТЭК ККН Р2 ТУ 27.33.14-001-34311042-2017

Таблица 4.1. Номенклатура крюков ЭНЕРГОТЭК ККН

Наименование	Максимальный диаметр кабеля, мм	Максимальная нагрузка, кг
ККН Р1-9	9	180
ККН Р1-18	18	180
ККН Р1-28	28	80
ККН Р1-38	38	140
ККН Р1-50	50	210
ККН Р1-68	68	310
ККН Р1-80	80	380
ККН Р1-100	100	380



Схема сборки крюков ЭНЕРГОТЭК ККН



# Информация для проектирования кабельных линий в трубах

Технические характеристики труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС®

Способы соединения труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС®

Типоразмеры труб

Рекомендации по выбору труб для прокладки кабельных линий

Примеры заполнения спецификаций

## Технические характеристики труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС®

Наименование показателя	Значение для труб			
	СТ (СТ-ОМП)	БК (БК-ОМП)	НГ	ПРО (ПРО-ОМП)
Средний коэффициент линейного теплового расширения 20–70 °С, К <sup>-1</sup>	1,8 x 10 <sup>-4</sup>			
Температура размягчения по Вика, °С, не менее	125			
Теплопроводность, Вт/(мК)	0,50			
Модуль упругости при изгибе, МПа	1150			
Предел текучести при растяжении, МПа	21		21,7	
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	37			
Модуль упругости при растяжении, МПа	850			
Модуль упругости при сжатии, МПа	950			
Относительное удлинение при разрыве*, %	250			
Твердость поверхности труб по Шору D, не менее	65		69	
Коэффициент эквивалентной равномерно-зернистой шероховатости, мм	0,004			
Термостабильность при 200 °С, мин, не менее	250		400	
Стойкость к маслам, бензину, грунтовым водам	Стойки			
Категория стойкости к горению	ПВ-2	ПВ-0	ПВ-0	ПВ-0
Изменение длины трубы после прогрева, %, не более	3			
Пожароопасность (испытание нагретой проволокой), выдерживает, °С	850	960		

\* сварного шва

## Способы соединения труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС®

Соединение труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® производится традиционными способами — сварка встык, сварка с применением электромуфт.



Сварка труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® встык



Сварка труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® с применением электромуфт

## Типоразмеры труб

Классификация безнапорных труб традиционно производится по классу кольцевой жесткости ( $SN$ ), а не по величине стандартного размерного отношения ( $SDR$ ). Принципиальное отличие  $SDR$  и  $SN$  в том, что  $SDR$  — это всего лишь геометрическая характеристика трубы (отношение внешнего диаметра трубы к толщине ее стенки), тогда как  $SN$  — это механическая характеристика.

Кольцевая жесткость  $SN$  позволяет судить о свойствах трубы сопротивляться давлению грунта и определяется как нагрузка на трубу ( $\text{кН/м}^2$ ), при которой труба сдавливается на 3% от своего диаметра. Величина  $SN$  зависит не только от диаметра трубы, толщины ее стенки, а еще и от модуля упругости  $E$  материала при сжатии.

Маркировка трубы для прокладки кабельной линии должна включать в себя диаметр трубы  $D$ , толщину стенки  $e$ , кольцевую жесткость  $SN$ , предельное усилие тяжения  $F_{\text{MAX}}$ , длительно допустимую температуру  $T$ , при которой кольцевая жесткость сохраняется на протяжении всего срока службы кабеля.

Параметры  $D$ ,  $e$ ,  $SN$  и  $T$  должны контролироваться при поставках труб на строящиеся объекты. Значение  $F_{\text{MAX}}$  может потребоваться позже — на стадии выполнения работ по затяжке труб в буровой канал, когда оператор ГНБ установки будет контролировать фактическое усилие тяжения  $F$  и прерывать процесс затяжки пучка из  $N$  труб в случае  $F > 0,5 \cdot N \cdot F_{\text{MAX}}$  с целью не допустить обрыва трубы.

## Рекомендации по выбору труб для прокладки кабельных линий

### Выбор диаметра трубы и толщины стенки

На рисунке ниже показана труба внешнего диаметра  $D$  и толщины стенки  $e$ , внутри которой проложен кабель внешним диаметром  $d$ . Согласно нормативным документам, при выборе внешнего диаметра труб следует придерживаться следующего правила:

$$D > 1,5 \cdot d + 2 \cdot e$$

$D$  — внешний диаметр трубы, мм

$e$  — толщина стенки трубы, мм

$d$  — внешний диаметр кабеля, мм

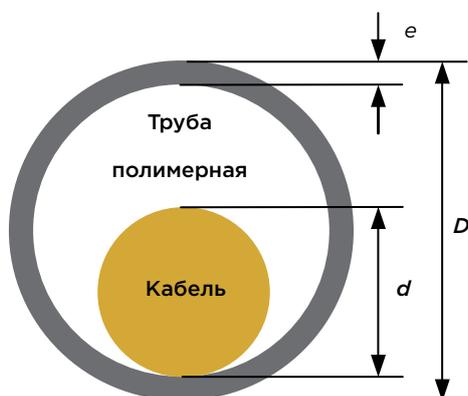
Толщина стенки трубы  $e$  определяется в ходе механических расчетов на основании информации об условиях прокладки трубы и опирается на понятие кольцевой жесткости  $SN$ .

Связь толщины стенки и кольцевой жесткости устанавливается выражением:

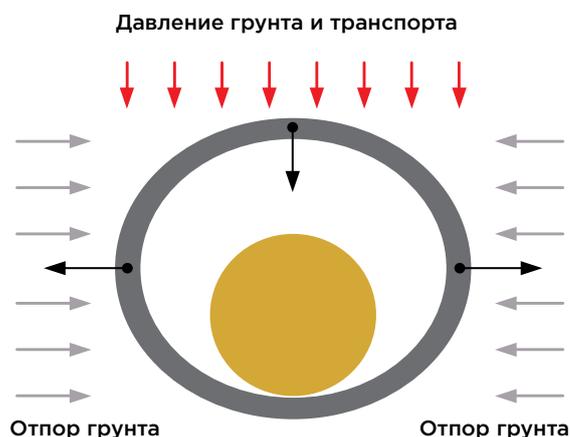
$$SN = \frac{E}{12} \cdot \left( \frac{e}{D - e} \right)^3$$

$SN$  — кольцевая жесткость,  $\text{кН/м}^2$

$E$  — модуль упругости материала трубы при сжатии, МПа



Полимерная труба с кабелем без давления грунта



Полимерная труба с кабелем с давлением грунта

Таблица 6.1. Толщина стенки трубы  $e$  (мм) в зависимости от диаметра трубы  $D$  (мм) и кольцевой жесткости  $SN$  (кН/м<sup>2</sup>)

Внешний диаметр трубы $D$ , мм		Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>						
		12	16	24	32	48	64	96
		Толщина стенки трубы $e$ , мм						
32*	ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ, БК, НГ  ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО, ОМП	-	-	2	2,2	2,5	2,7	3,1
40*		-	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9
50*		2,5	2,8	3,1	3,4	3,9	4,3	4,8
63*		3,2	3,5	4	4,3	4,9	5,4	6,1
75*		3,8	4,2	4,7	5,2	5,9	6,4	7,2
90*		4,6	5	5,7	6,2	7	7,7	8,7
110		5,6*	<b>6,1</b>	<b>6,9</b>	<b>7,6</b>	<b>8,6</b>	<b>9,4</b>	<b>10,6</b>
125		6,3*	<b>6,9</b>	<b>7,9</b>	<b>8,6</b>	<b>9,8</b>	<b>10,7</b>	<b>12</b>
140		7,1*	<b>7,8</b>	<b>8,8</b>	<b>9,6</b>	<b>10,9</b>	<b>11,9</b>	<b>13,5</b>
160		<b>8,1</b>	<b>8,9</b>	<b>10,1</b>	<b>11</b>	<b>12,5</b>	<b>13,6</b>	<b>15,4</b>
180		<b>9,1</b>	<b>10</b>	<b>11,3</b>	<b>12,4</b>	<b>14</b>	<b>15,3</b>	<b>17,3</b>
200		<b>10,1</b>	<b>11,1</b>	<b>12,6</b>	<b>13,8</b>	<b>15,6</b>	<b>17</b>	<b>19,3</b>
225		<b>11,4</b>	<b>12,5</b>	<b>14,2</b>	<b>15,5</b>	<b>17,6</b>	<b>19,2</b>	<b>21,7</b>
250		<b>12,7</b>	<b>13,9</b>	<b>15,7</b>	<b>17,2</b>	<b>19,5</b>	<b>21,3</b>	<b>24,1</b>
280		<b>14,2</b>	<b>15,5</b>	<b>17,6</b>	<b>19,3</b>	<b>21,8</b>	<b>23,9</b>	<b>27</b>
315		15,9*	<b>17,5</b>	<b>19,8</b>	<b>21,7</b>	<b>24,6</b>	<b>26,8</b>	<b>30,4</b>
355		<b>18</b>	<b>19,7</b>	<b>22,3</b>	<b>24,4</b>	<b>27,7</b>	30,3*	34,2*
400		<b>20,2</b>	<b>22,2</b>	<b>25,2</b>	<b>27,5</b>	<b>31,2</b>	<b>34,1</b>	<b>38,5</b>
450		<b>22,8</b>	<b>24,9</b>	<b>28,3</b>	<b>31</b>	<b>35,1</b>	<b>38,3</b>	<b>43,4</b>
500		<b>25,3</b>	<b>27,7</b>	<b>31,5</b>	<b>34,4</b>	<b>39</b>	<b>42,6</b>	<b>48,2</b>
560	<b>28,3</b>	<b>31</b>	<b>35,3</b>	<b>38,6</b>	<b>43,7</b>	<b>47,7</b>	<b>54</b>	
630	<b>31,9</b>	<b>34,9</b>	<b>39,7</b>	<b>43,4</b>	<b>49,2</b>	<b>53,7</b>	-	

\* Производятся в однослойном исполнении.

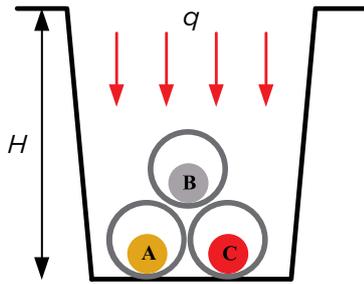
**Примечание:** Внешний диаметр труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО указан без учета толщины защитного покрытия.

## Способы прокладки труб в грунте

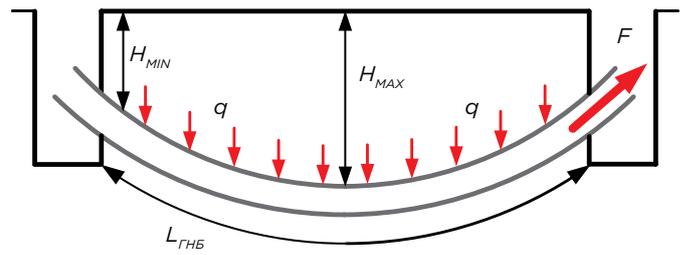
Существует два основных способа размещения труб в грунте:

- укладка в предварительно подготовленную траншею
- затяжка труб в подготовленный буровой канал, при прокладке методом горизонтально-направленного бурения

В обоих случаях расчет трубы построен на понятии кольцевой жесткости  $SN$ , на основе которой можно определить не только толщину стенки трубы, но и предельное усилие тяжения трубы при ее затяжке в буровой канал.



Траншейный способ прокладки трубы



Прокладка трубы методом ГНБ

## Выбор кольцевой жесткости

Вертикальное давление грунта (и транспорта) на трубу является силой, приложенной к трубе и стремящейся вызвать ее овальность, однако возникающий «отпор грунта», расположенного по бокам трубы, стремится вернуть форму поперечного сечения трубы к исходному круглому.

Плотный грунт по бокам трубы — это фактор, повышающий ее механическую прочность.

$$SN = 0,458 \cdot q - 7,5 \cdot E'_s$$

$E'_s$  — секущий модуль грунта, МПа  
 $q$  — давление грунта на трубу, кН/м<sup>2</sup>

Секущий модуль грунта  $E'_s$  зависит от типа грунта, которым засыпается труба, и степени его уплотнения. Как правило, для этих целей используется песок, и тогда рекомендуется использовать данные, приведенные в таблице 6.2. В остальных случаях  $E'_s = 0$ .

Таблица 6.2. Рекомендации по выбору секущего модуля для песка, которым засыпана труба

Глубина засыпки $H$ , м	Состояние песка, которым засыпана труба		
	Неуплотненный	Уплотненный вручную	Уплотненный механически
Секущий модуль грунта $E'_s$ , МПа			
1	0,5	1,2	1,5
2	0,5	1,3	1,8
3	0,6	1,5	2,1
4	0,7	1,7	2,4
5	0,8	1,9	2,7
6	1,0	2,1	3,0

Вертикальная нагрузка на трубу (кН/м<sup>2</sup>) складывается из трех составляющих:

$$q = q_r + q_{AT} + q_{ЖТ}$$

$q_r$  — нагрузка от веса грунта, кН/м<sup>2</sup>  
 $q_{AT}$  — нагрузка от автотранспорта, кН/м<sup>2</sup>  
 $q_{ЖТ}$  — нагрузка от ж/д транспорта, кН/м<sup>2</sup>

Когда на трубу давит весь столб грунта высотой  $H$ , нагрузка на трубу определяется выражением:

$$q_r = \rho_r \cdot g \cdot H$$

$\rho_r$  — удельный вес грунта (не более 2 т/м<sup>3</sup>)  
 $g$  — ускорение свободного падения ( $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>)  
 $H$  — глубина расположения трубы под землей, м

Нагрузка на трубу от транспорта может быть определена как:

$$q_{AT} = \frac{186}{2,7 + H} \quad q_{ЖТ} = \frac{275}{2,7 + H}$$

Результаты расчета предельной глубины заложения труб  $H$  даны в таблице 6.3. Видно, что при прокладке труб в траншеях не рекомендуется применять трубы с кольцевой жесткостью ( $SN$ ) менее 12 и нет необходимости применять трубы с  $SN$  более 64.

Таблица 6.3. Предельная глубина  $H$  (м) при прокладке открытым способом под газонами, скверами или под автодорогами

$SN$ , кН/м <sup>2</sup>	Секущий модуль грунта $E'_g$ , МПа (по данным таблицы 6.2)						
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
	Предельная глубина прокладки $H$ , м						
12	1,3 / -	1,7 / -	2,1 / -	2,5 / -	2,9 / -	3,4 / -	3,8 / -
16	1,7 / -	2,2 / -	2,6 / -	3,0 / -	3,4 / -	3,8 / 1,7	4,2 / 2,4
24	2,6 / -	3,0 / -	3,4 / 0,7	3,8 / 1,8	4,3 / 2,5	4,7 / 3,0	5,1 / 3,6
32	3,5 / 0,9	3,9 / 1,9	4,3 / 2,5	4,7 / 3,1	5,1 / 3,7	5,5 / 4,2	5,9 / 4,7
48	5,2 / 3,8	5,6 / 4,3	6,1 / 4,8	6,5 / 5,3	6,9 / 5,8	7,3 / 6,2	7,7 / 6,7
64	7,0 / 5,9	7,4 / 6,4	7,8 / 6,8	8,2 / 7,3	8,6 / 7,7	9,0 / 8,2	9,4 / 8,6

## Выбор предельных усилий тяжения

При прокладке методом ГНБ трубы подвергаются двум видам воздействий:

- продольным силам тяжения  $F$ , которые возникают при протяжке трубы в буровой канал
- вертикальному давлению грунта и транспорта уже в процессе эксплуатации трубы

Выбор кольцевой жесткости и толщины стенки определяется главным образом усилиями тяжения.

Усилие тяжения трубы  $F$  создает силы трения, возникающие из-за утяжеления трубы под действием навалившегося на трубу грунта вследствие плохого закрепления стенок бурового канала буровым раствором (бентонит) или даже полной невозможности закрепления (плывуны, тяжелый сценарий):

$$F \leq \mu \cdot (q_r \cdot D_{ЭКВ}) \cdot L_{ГНБ}$$

$q_r$  — вес грунта, кН/м<sup>2</sup>

$D_{ЭКВ}$  — эквивалентный диаметр протаскиваемой плети труб

$\mu$  — коэффициент трения полимерной трубы о грунт (обычно равен 0,2).

$L_{ГНБ}$  — длина трубы, протягиваемой в буровой канал, м

Проверка допустимости усилий тяжения  $F$ , возникающих при затягивании трубы (плети труб) в буровой канал, выполняется следующим образом:

$$F \leq 0,5 \cdot N \cdot F_{1MAX}$$

$0,5$  — коэффициент запаса

$N$  — число труб в плети (одна или четыре)

$F_{1MAX}$  — предельное усилие тяжения каждой трубы, кН

Предельное усилие тяжения каждой трубы может быть найдено как:

$$F_{1MAX} = \frac{\pi \cdot \{D^2 - (D - 2 \cdot e)^2\}}{4} \cdot \frac{\sigma}{1000}$$

$D$  — внешний диаметр, мм

$e$  — толщина стенки трубы, мм

$\sigma$  — предел текучести материала трубы, МПа

Предельные усилия тяжения  $F_{1MAX}$  приведены в таблице 6.4 на следующей странице.

Таблица 6.4. Предельное усилие тяжения трубы  $F_{1MAX}$  (кН) в зависимости от диаметра трубы  $D$  (мм) и кольцевой жесткости  $SN$  (кН/м<sup>2</sup>)

Внешний диаметр трубы $D$ , мм		Кольцевая жесткость $SN$ , кН/м <sup>2</sup>							
		12	16	24	32	48	64	96	
		Предельное усилие тяжения $F_{1MAX}$ , кН							
32	ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ, БК, НГ	ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО, ОМП	3,2	3,5	4,0	4,3	4,9	5,3	5,9
40			5,1	5,5	6,2	6,8	7,6	8,2	9,2
50			7,9	8,6	9,7	11	12	13	14
63			13	14	15	17	19	20	23
75			18	19	22	24	27	29	32
90			26	28	32	34	38	42	47
110			38	<b>42</b>	<b>47</b>	<b>51</b>	<b>57</b>	<b>62</b>	<b>70</b>
125			50	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>90</b>
140			62	<b>68</b>	<b>75</b>	<b>83</b>	<b>93</b>	<b>100</b>	<b>115</b>
160			<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>145</b>
180			<b>105</b>	<b>115</b>	<b>125</b>	<b>135</b>	<b>155</b>	<b>170</b>	<b>185</b>
200			<b>125</b>	<b>140</b>	<b>155</b>	<b>170</b>	<b>190</b>	<b>205</b>	<b>230</b>
225			<b>160</b>	<b>175</b>	<b>195</b>	<b>215</b>	<b>240</b>	<b>260</b>	<b>290</b>
250			<b>200</b>	<b>215</b>	<b>245</b>	<b>265</b>	<b>300</b>	<b>320</b>	<b>360</b>
280			<b>250</b>	<b>270</b>	<b>305</b>	<b>330</b>	<b>370</b>	<b>400</b>	<b>450</b>
315			315	<b>345</b>	<b>385</b>	<b>420</b>	<b>470</b>	<b>510</b>	<b>570</b>
355			<b>400</b>	<b>435</b>	<b>490</b>	<b>535</b>	<b>600</b>	650	725
400			<b>510</b>	<b>550</b>	<b>625</b>	<b>675</b>	<b>760</b>	<b>820</b>	<b>920</b>
450			<b>640</b>	<b>700</b>	<b>790</b>	<b>855</b>	<b>960</b>	<b>1040</b>	<b>1160</b>
500			<b>790</b>	<b>865</b>	<b>975</b>	<b>1060</b>	<b>1190</b>	<b>1290</b>	<b>1440</b>
560	<b>990</b>	<b>1080</b>	<b>1220</b>	<b>1330</b>	<b>1490</b>	<b>1610</b>	<b>1800</b>		
630	<b>1260</b>	<b>1370</b>	<b>1550</b>	<b>1680</b>	<b>1880</b>	<b>2040</b>	2280		

**Примечание.** При затяжке полимерной трубы в грунт усилия тяжения рекомендуется ограничивать безопасным уровнем  $0,5 F_{1MAX}$

Формула для расчета предельной длины трубы, которую можно затянуть в буровой канал без риска ее недопустимого растяжения или даже обрыва:

$$L_{ГНБ} \leq 0,165 \cdot \frac{F_{1MAX}}{D^2} \cdot f' \quad \text{для } N = 1$$

$$L_{ГНБ} \leq 0,115 \cdot \frac{F_{1MAX}}{D^2} \cdot f' \quad \text{для } N = 4$$

Рекомендации по выбору коэффициента крепости грунта  $f'$  в зависимости от сценария бурения

Сценарий	Характеристика сценария	$f'$
Тяжелый	Бентонит не может сформировать стенки канала	0,1
Средний	Стенки канала более или менее сформированы	0,5
Легкий	Стенки канала хорошо сформированы	0,8

Оценки предельной длины бурового канала  $L_{ГНБ}$  (м) в зависимости от числа труб и сценария бурения

$SN, \text{кН/м}^2$	$N = 1$			$N = 4$		
	Сценарий, по которому проходит бурение канала					
	Тяжелый	Средний	Легкий	Тяжелый	Средний	Легкий
Предельная длина бурового канала $L_{ГНБ}$ , м						
12	53	264	423	36	182	291
16	58	289	462	40	199	318
24	65	324	518	45	223	357
32	70	352	564	49	243	388
48	79	396	633	55	273	436
64	86	428	685	59	295	472
96	96	479	766	66	330	528

## Электрическая прочность

Определение электрической прочности материала труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС® согласно ГОСТ Р МЭК 61386.1-2014, п. 11.3.1 при различных видах воздействия.

Вид воздействия	Удельная прочность материала, кВ/мм
Пробивное переменное напряжение частоты 50 Гц	37
Выдерживаемое в течение 4 часов переменное напряжение частоты 50 Гц	6
Выдерживаемое импульсное напряжение	11

## Минимальный радиус изгиба

Согласно СП 40-102-2000, минимальный радиус изгиба трубы  $r_{MIN}$  можно оценить по формуле:

$$r_{MIN} = \frac{E \cdot D}{2 \cdot \sigma}$$

$E$  — модуль упругости материала трубы при растяжении, МПа  
 $\sigma$  — предел текучести материала трубы при растяжении, МПа  
 $D$  — наружный диаметр трубы, мм

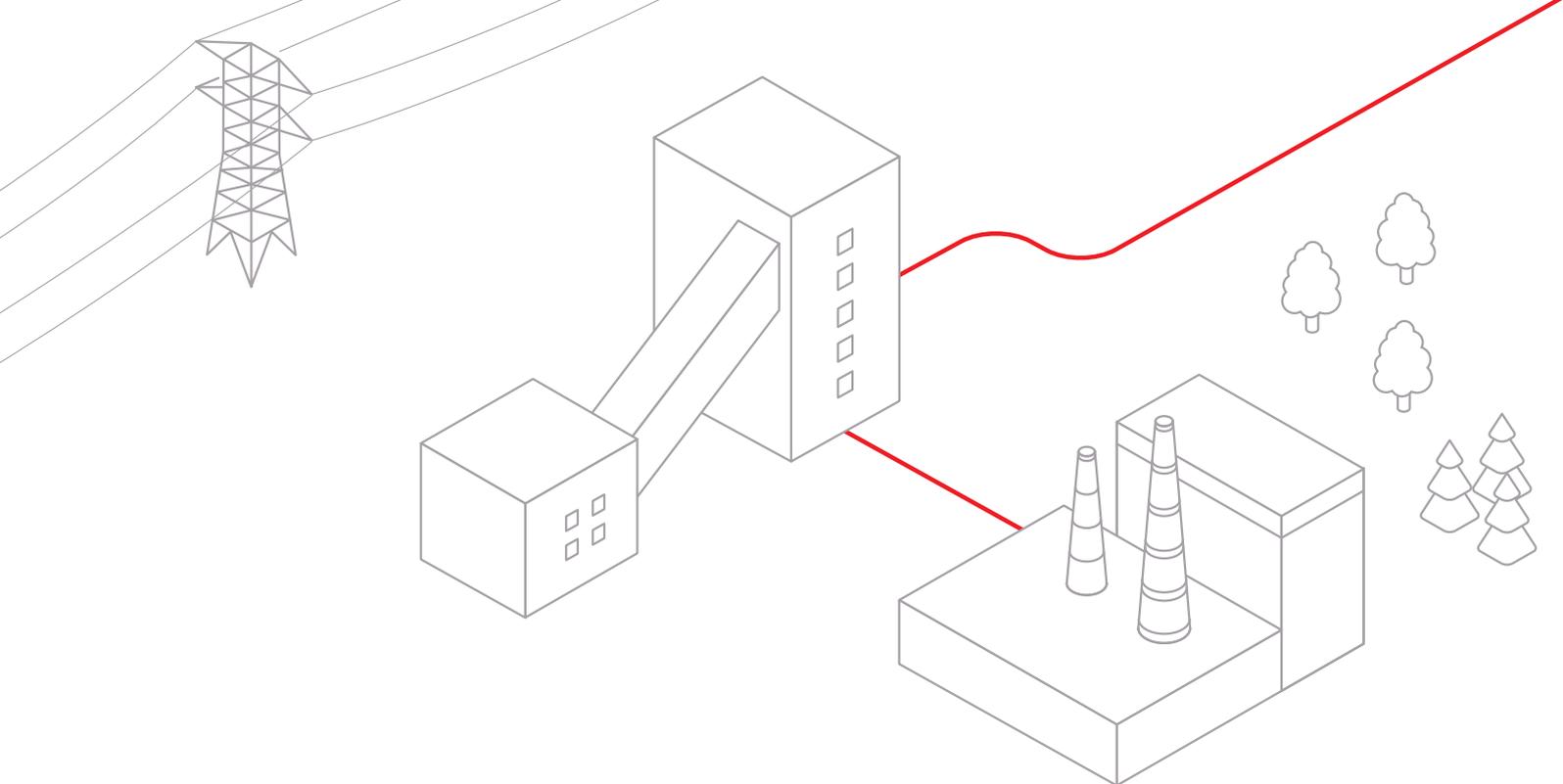
Например, при  $E = 850$  МПа и  $\sigma = 21$  МПа минимальный радиус изгиба будет составлять величину  $r_{MIN} = 20 \cdot D$ .

Согласно опыту прокладки, минимальный радиус изгиба трубы зависит в том числе и от температуры среды на момент прокладки, а также от класса кольцевой жесткости трубы SN.

## Примеры заполнения спецификаций

Таблица 6.9. Таблица продукции с формулировками для заполнения спецификаций и технических заданий

№ п/п	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа	Завод-изготовитель, поставщик	Масса единицы, кг
1	Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО-ОМП 160/11,0 SN32 F110 T110°C	ТУ 2248-003-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-003-34311042-2015
2	Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПРО 160/15,4 SN96 F145 T110°C	ТУ 2248-003-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-003-34311042-2015
3	Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® БК 160/8,1 SN12 F80 T95°C	ТУ 2248-003-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-003-34311042-2015
4	Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® СТ 160/10,1 SN24 F100 T95°C	ТУ 2248-003-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-003-34311042-2015
5	Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® НГ 160/8,1 SN12 F80 T95°C	ТУ 2248-003-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-003-34311042-2015
6	Труба ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПК 63 SN4 T110 °C	ТУ 2248-001-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-001-34311042-2015
7	Уплотнитель кабеля ПРОТЕКТОРФЛЕКС® УВК 225	ТУ 2531-001-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2531-001-34311042-2015
8	Воронка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ВЗК-БК 160 SN 32	ТУ 2248-004-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-004-34311042-2015
9	Заглушка ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ЗУП 225	ТУ 2248-005-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2248-005-34311042-2015
10	Коробка ЭНЕРГОТЭК КТП-О/ОПН-8,2-550	ТУ 3599-027-56227313-2017	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 3599-027-56227313-2017
11	Коробка ЭНЕРГОТЭК КТП-Т/ЗМЛ	ТУ 3599-027-56227313-2017	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 3599-027-56227313-2017
12	Колодец ПРОТЕКТОРФЛЕКС® ПКЭТ-1500	ТУ 2291-001-34311042-2015	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 2291-001-34311042-2015
13	Крюк ЭНЕРГОТЭК ККН Р1-80	ТУ 27.33.14-001-34311042-2017	ООО «ЭнергоТэк»	Согласно ТУ 27.33.14-001-34311042-2017



## Референс-лист

Тысячи километров силовых кабелей электросетевого комплекса России проложены с применением продукции Энерготэк.

## Краснодарский край

Строительство кабельной линии для электроснабжения ЖК «Резиденция Анаполис»

КЛ 10 кВ



## Златоуст

Строительство блочной канализации для промышленного комплекса по производству продуктов питания

КЛ 10 кВ



## Санкт-Петербург

Строительство кабельной линии центрального участка ЗСД

КЛ 10 кВ



## Норильск

Реконструкция аэропортового комплекса

КЛ 35 кВ



## Санкт-Петербург

Строительство КВЛ 330 кВ «Ленинградская АЭС-2 — Пулковская — Южная»

Колодцы транспозиции экранов



## Санкт-Петербург

Строительство коммуникационной эстакады ЗСД

КЛ 10 кВ



## Усинск

Строительство энергоцентра  
для собственных нужд  
ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»

КЛ 35 кВ



## Московская область

Строительство КЛ  
на пересечении трассы М11 —  
18 км

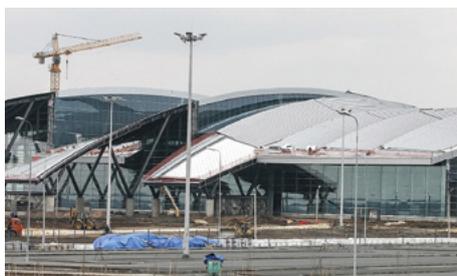
КЛ 10 кВ



## Ростовская область

Электроснабжение  
аэропортового комплекса  
«Южный» и Грушевского  
сельского поселения Аксайского  
района Ростовской области

КЛ 10 кВ



## Нижегородская область

Обустройство новой кабельной  
линии для Выксунского  
металлургического завода

КЛ 35 кВ



## Самара

Строительство стадиона  
«Самара Арена»

КЛ 10 кВ



## Саранск

Строительство двух КЛ 10 кВ для  
электроснабжения футбольного  
стадиона «Мордовия Арена»

КЛ 10 кВ



## Краснодар

Строительство стадиона  
ФК «Краснодар»

КЛ 110 кВ



## Санкт-Петербург

Реконструкция УПЭЭ 6 кВ  
электродепо «Автово» ГУП  
«Петербургский метрополитен»

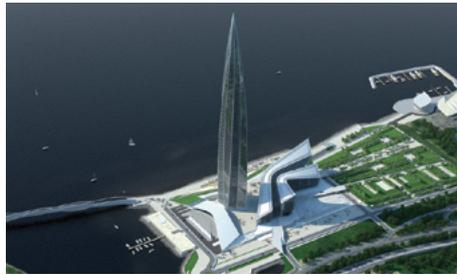
КЛ 6 кВ



## Санкт-Петербург

Строительство ПС 110/20 кВ  
«Невская Губа» для  
электропитания «Лахта  
центра» и станции метро «Улица  
Савушкина»

КЛ 110 кВ



## Новокузнецк

Вынос ВЛ 110 кВ Заискимитимская —  
Оросительная

КЛ 110 кВ



## Казань

Казанский авиационный завод  
им. С.П. Горбунова — филиал  
ПАО «ТУПОЛЕВ»

КЛ 10 кВ



## Алматы, респ. Казахстан

Перевод нагрузки подстанции  
№131А «Горный Гигант» на  
подстанцию «Ерменсай»

КЛ 110 кВ



## Краснодарский край

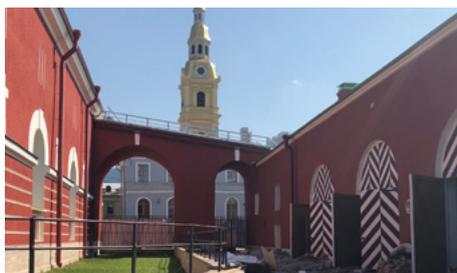
Строительство кабельной линии  
в п. Витязево

КЛ 10 кВ



## Санкт-Петербург

Реконструкция кабельной линии  
на территории Петропавловской  
крепости



## Санкт-Петербург

Строительство стадиона «Зенит  
Арена»

КЛ 6 кВ и 0,4 кВ



## Санкт-Петербург

ЛМЗ — ПАО «Силловые машины»

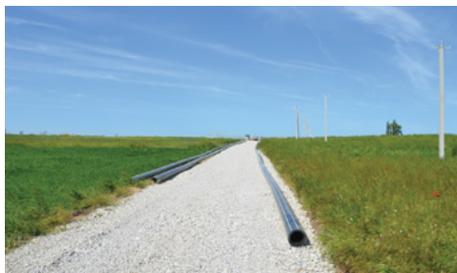
КЛ 6 кВ



## Тамань / Крым

Строительство подходов к  
энергомосту через Керченский  
пролив 220 кВ

КЛ 220 кВ



## Керчь / Тамань

Строительство транспортного  
перехода через Керченский  
пролив

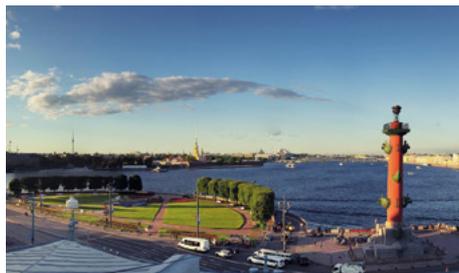
КЛ 35 кВ



## Санкт-Петербург

Строительство кабельной линии 110 кВ «Крестовская — Василеостровская»

КЛ 110 кВ



## Кингисепп

Строительство подходов 330 кВ к ПС «Кингисеппская»

КЛ 330 кВ



## Санкт-Петербург

Перевод ВЛ 220 кВ в КЛ «Южная – Пулковская»

КЛ 220 кВ



## Санкт-Петербург

Строительство подходов 220 кВ к ПС «Южная»

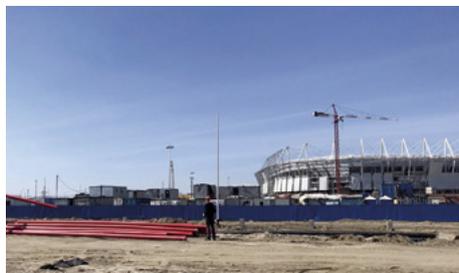
КЛ 220 кВ



## Ростов-на-Дону

Строительство стадиона «Ростов Арена»

КЛ 35 кВ



## Москва

Строительство КЛ для электроснабжения ИЦ «Сколково»

КЛ 35 кВ



## Порт Тамань

Строительство кабельной линии

КЛ 35 кВ



## Павловск

Реконструкция кабельной линии  
на территории «Павловского  
дворцово-паркового ансамбля»

КЛ 6 кВ



## Владимир

Строительство дата-центра  
русской ИТ-компании «Яндекс»

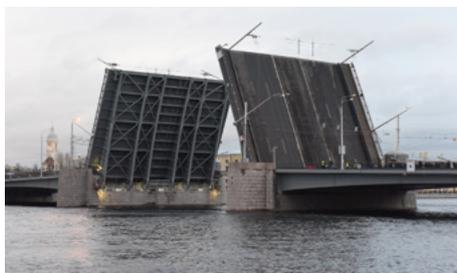
КЛ 110 кВ



## Санкт-Петербург

Реконструкция Тучкова моста

КЛ 10 кВ



## Санкт-Петербург

Строительство кабельной линии  
для электроснабжения ЖК  
«Новоселье»

КЛ 10 кВ

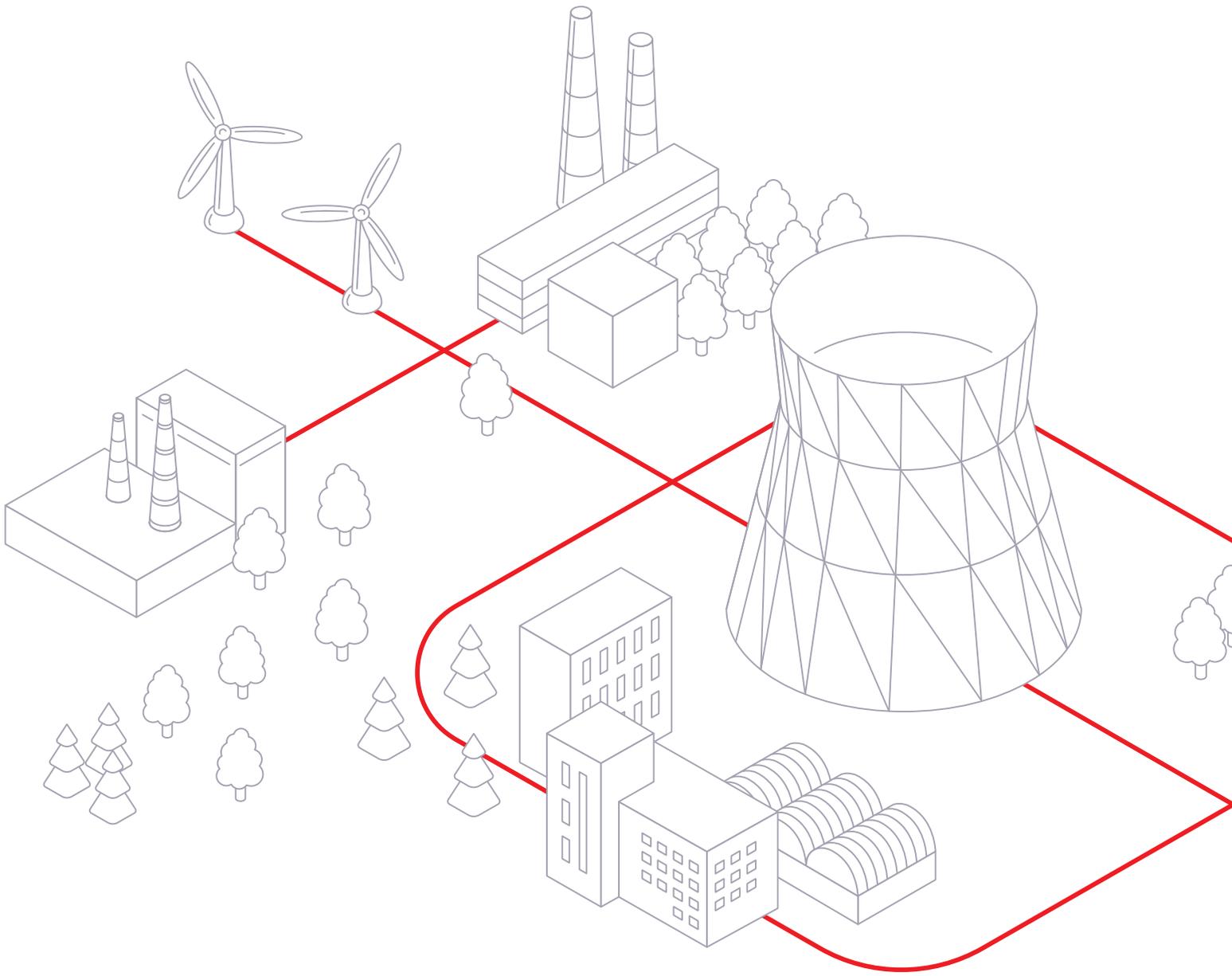


## Санкт-Петербург

Строительство кабельной линии  
для микрорайона Девяткино

Колодцы транспозиции экранов







Энерготэк — эксперт в области технологий защиты кабельных линий различных классов номинального напряжения, объединяющий инновации и опыт для создания современных и надежных решений на российском рынке электроэнергетики.