



технологии защиты кабельных линий

Проектирование, монтаж и эксплуатация
современных полимерных систем
для надежной и эффективной защиты КЛ 6-500 кВ

Докладчик: Силаев Александр Алексеевич
+7-905-509-59-00

ПротекторФлекс

ПАО «МРСК Центра»,
г. Тверь, 2016

ООО «ЭнергоТэк» - первая российская компания,
специализирующаяся на разработке решений для прокладки
высоковольтных кабельных линий

ПротекторФлекс 

В настоящее время мы производим:



1. Полимерные трубы для кабелей 6-500 кВ и необходимые комплектующие

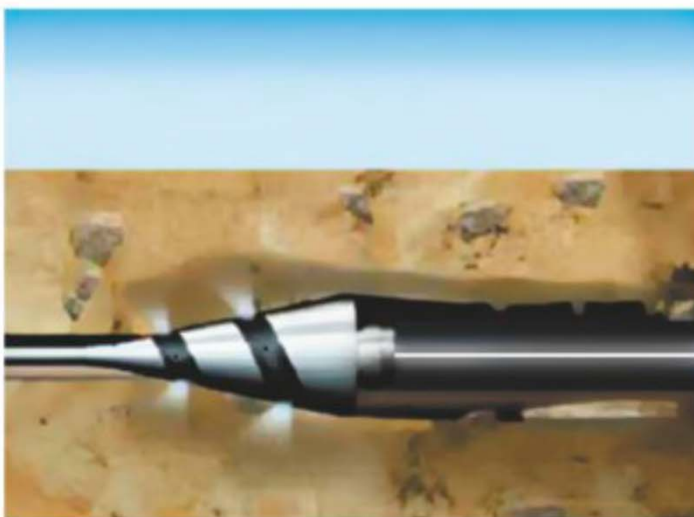


2. Полимерные колодцы для кабелей 6-500 кВ

I. ТРУБЫ

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Применение труб для прокладки КЛ



Горизонтально направленное бурение



Релайнинг(протаскивание трубы в трубу)



Прокол



Траншейная укладка

Тенденции развития ГНБ

ГНБ 10 лет назад

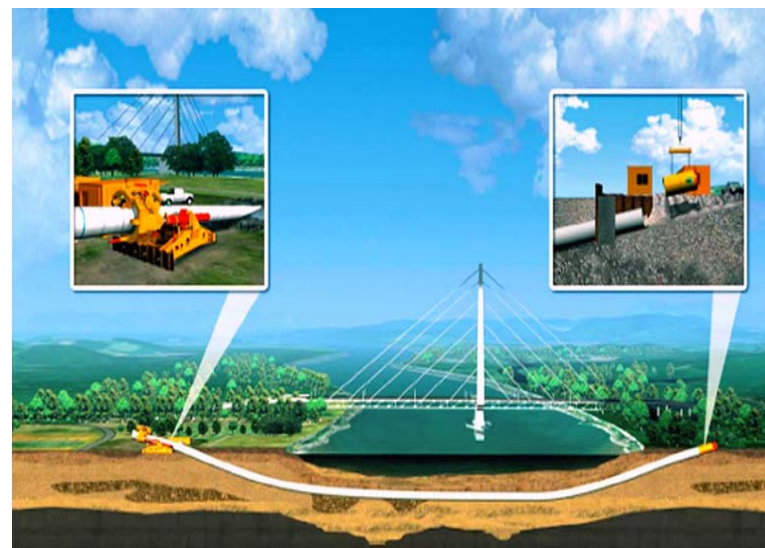
ГНБ сегодня

Длина прокладки труб

Короткие участки до 30м



Длинные участки до 500м



Ответственность трубных участков,
особенно ГНБ, существенно возросла!

Основные задачи, стоящие сейчас перед полимерными защитными трубами:

- Надежная и безаварийная работа линий.
- Экономичность, удобство и безопасность монтажных работ.
- Возможность демонтажа, ремонта и перекладки кабелей.
- Сохранение всех геометрических и прочностных характеристик в случае перегрузки кабельных линий.
- Предотвращение повреждения линий в случае просадки грунта или дорожного покрытия.

Для решения поставленных задач полимерные трубы должны обладать:

1. Достаточной механической прочностью на стадии монтажа (верный выбор кольцевой жесткости SN).
2. Достаточной механической прочностью в процессе эксплуатации линии на протяжении 50 лет и более (труба должна быть термостойкой при 95⁰С и более).
3. Достаточной герметичностью (сварка труб встык, установка по торцам кольцевых уплотнителей или заглушек).
4. Негорючим внутренним слоем (класс горючести ПВ-0).

Механический расчет труб при проектировании:

СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования» // Госстрой России, Москва, 2001.

СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем» // Госстрой России, Москва, 2003.

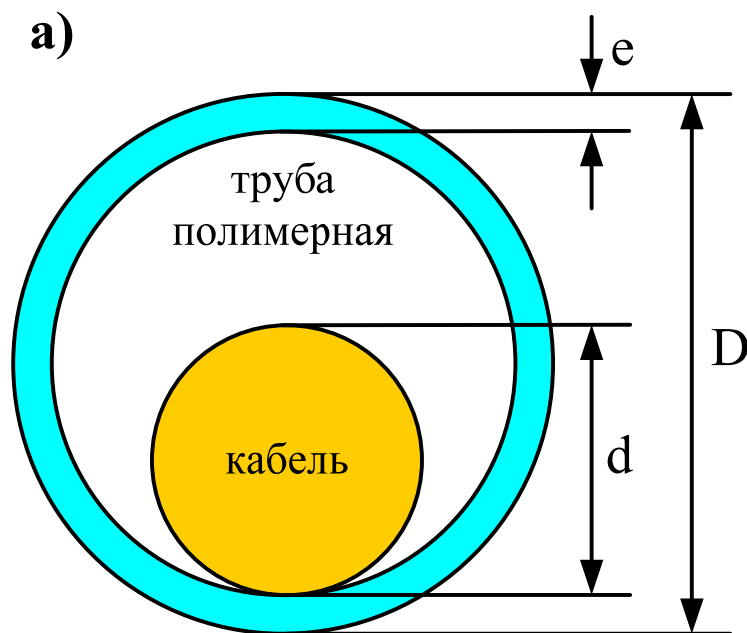
СТО НОСТРОЙ 2.27.17-2011 «Прокладка подземных инженерных коммуникаций методом горизонтально направленного бурения» // Национальное объединение строителей, Москва, 2011.

**Все методики достаточно сложны, неочевидны,
требуют значительного числа исходных данных!**

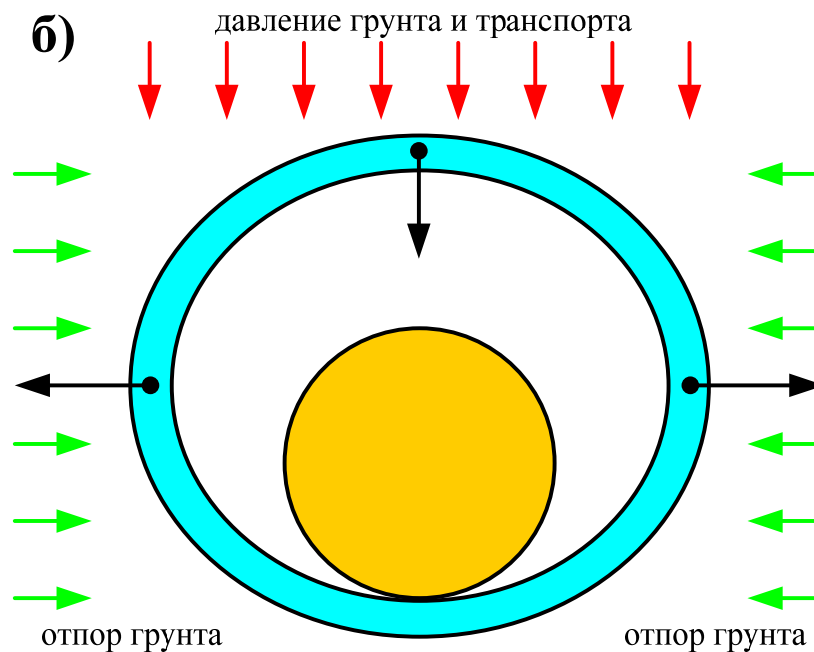
Альбом проектных решений и технических рекомендаций ТР-101-2016

1. Выбор труб по условиям давления грунта.
2. Проверка труб по условиям тяжения при ГНБ.
3. Система обозначений труб, включающая:
 - диаметр D ;
 - толщину стенки e ;
 - кольцевую жесткость SN ;
 - предельное усилие тяжения F_{max} ;
 - температуру термостойкости.

Классификация труб по SN



$$D > 1.5 \cdot d + 2 \cdot e$$



$$f / D_m = 0.03$$

$$D_m = (D - e)$$

SN – давление в кПа (кН/м²), при котором относительная деформация трубы составляет 3%

Классификация труб по SDR

$$SDR = D/e$$

стандартное размерное отношение

Понятие SDR:

1. Применяется для напорных систем
2. Является чисто геометрической характеристикой
3. Имеет «непонятные» типовые значения 26, 21, 17.6, 17, 13.6, 11, 9
4. Имеет узкую номенклатуру (для кабелей всего 3-4 варианта)
5. Не дает информации о модуле упругости E материала
6. Не дает представления о механической прочности трубы
7. Позволяет «законно» использовать материалы низкого качества

Преимущества классификации по кольцевой жесткости SN:

1. Применяется для безнапорных систем.
2. Позволяет не путать кабельные трубы с напорными (ПНД).
3. Является и геометрической, и механической характеристикой.
4. Имеет удобные целые значения 2, 4, 6, 8,
5. Имеет широкую номенклатуру значений (от 2 до 256).
6. Не позволяет использовать материалы низкого качества.
7. Удобно для проведения механических расчетов труб.

Термостойкость труб:
кабели 6-500 кВ прокладывали в ПНД-трубах



**Термостойкость ПНД
сохраняется до 40°C**
(ГОСТ 18599-2001)



**Термостойкость
«ПРОТЕКТОРФЛЕКС»
сохраняется до 110°C**
(Протокол испытаний №1203/0815 от 26.08.15
ИЛ «ГОСТЭКСПЕРТСЕРВИС»)

Важность термостойкости труб

Температура высоковольтного кабеля:

- в нормальном режиме до 90°C
(Согласно паспортным данным производителей кабеля)
- при перегрузках и ошибках проекта до 110°C
(Расчётные данные)
- при внешнем коротком замыкании до 150°C
(Расчётные данные)

Рабочая температура КЛ с изоляцией из СПЭ превышает максимальную температуру 40°C, разрешенную для ПНД труб.

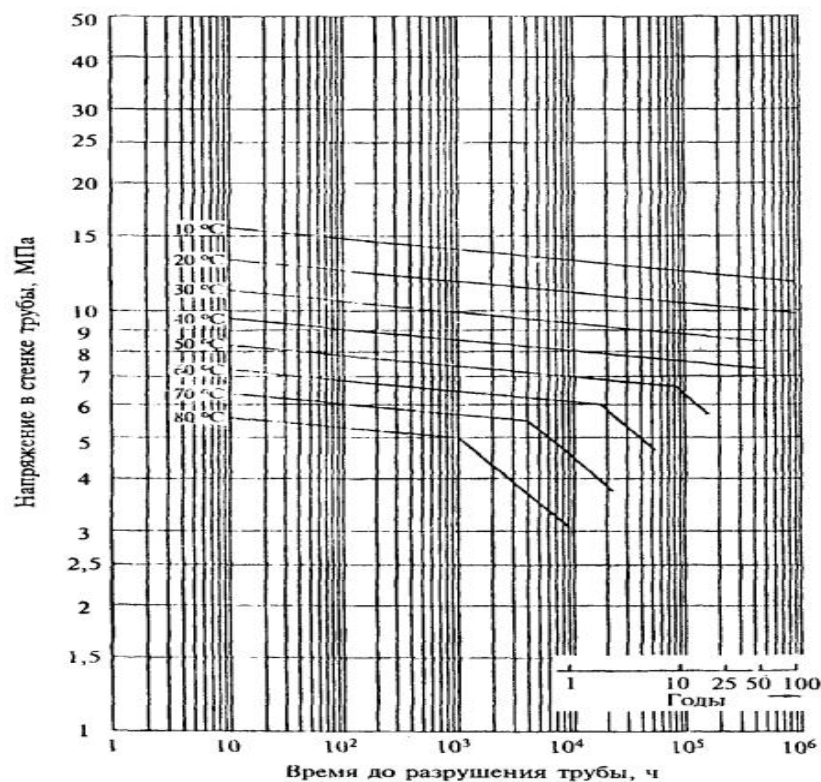
Применение ПНД труб является недопустимым!

При строительстве КЛ следует применять термостойкие трубы!

Сравнение термостойкости труб

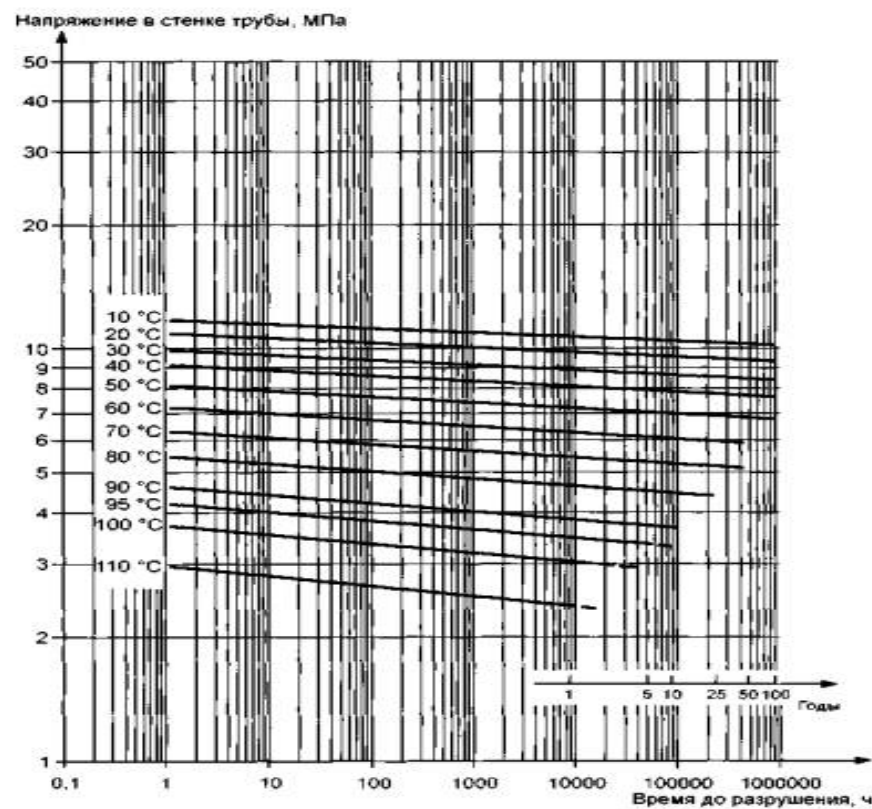
Эталонные кривые длительной прочности материала труб

Термостойкость (термическая стойкость) – это свойство материала трубы длительно сохранять механическую прочность, не разрушаться и не размягчаться под действием высокой температуры.



ЭнергоТЭК

ПНД ПЭ100

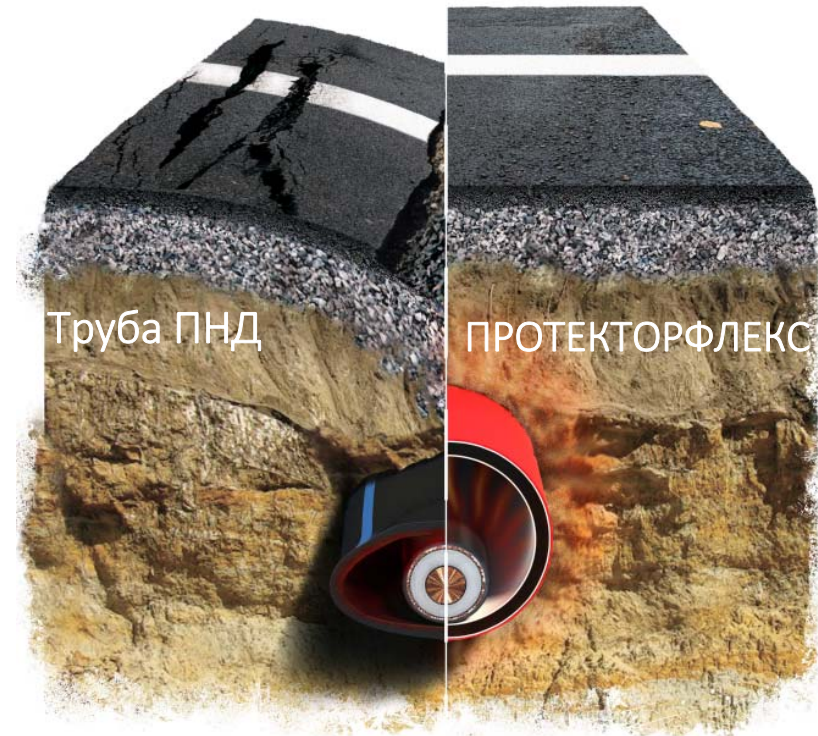


ПРОТЕКТОРФЛЕКС

Последствия применения ПНД труб

- Перегрев трубы и ее деформация
- Прилипание трубы к кабелю
- Защемление кабеля в трубе

Перечисленные факторы не позволяют извлечь кабель из ПНД трубы в случае такой необходимости.



ПНД трубы не являются достаточно термостойкими и не должны использоваться для прокладки силовых кабелей!

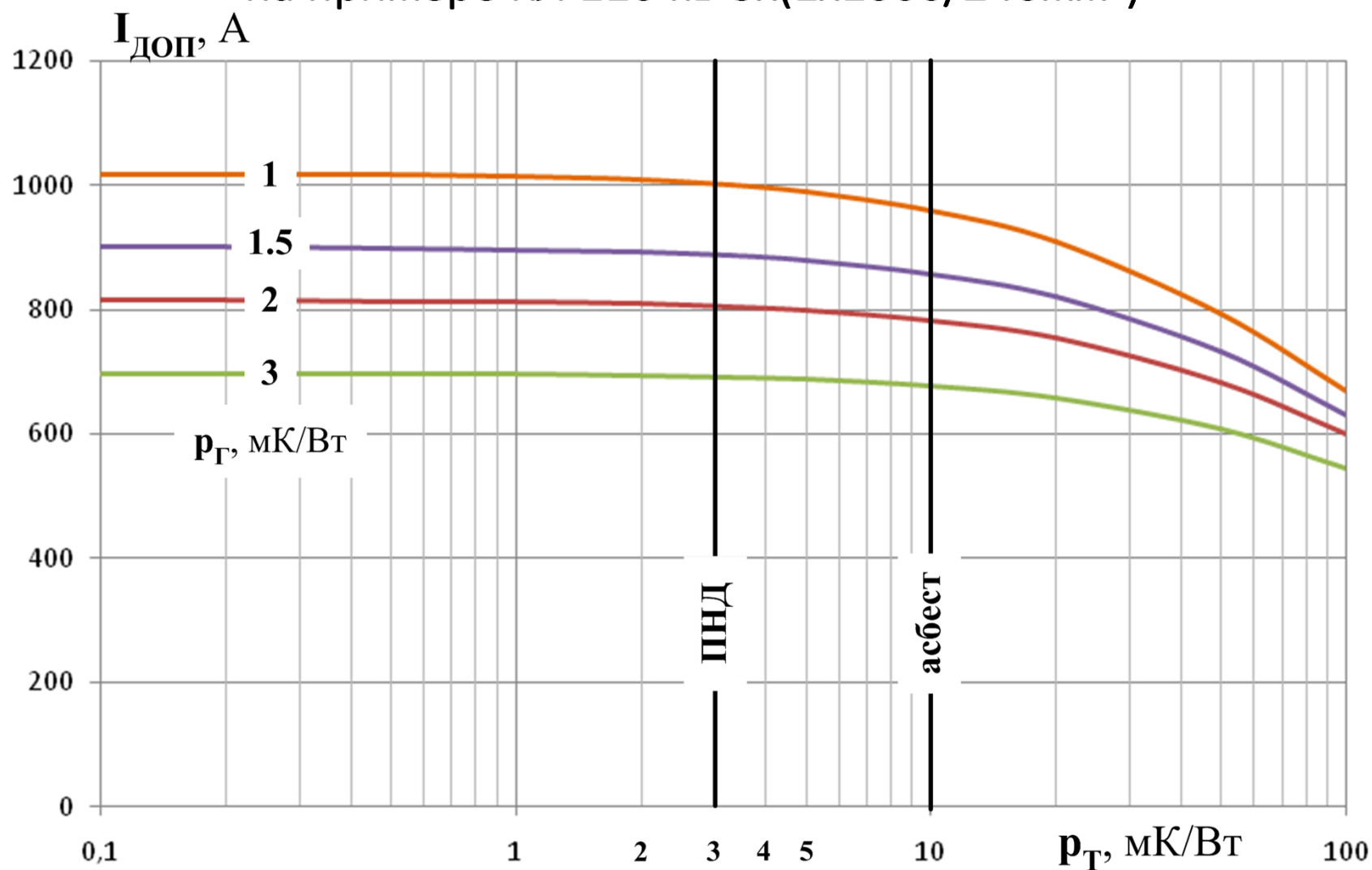
Помимо механического важен тепловой расчет КЛ

1. Показано, что степень влияния трубы на пропускную способность кабельной линии зависит от целого ряда факторов (диаметр трубы, параметры грунта и др.), и в общем случае часто используемый проектировщиками универсальный поправочный коэффициент 0.9 на трубы не будет верным.

2. Ряд оценочных расчетов, выполненных на примере кабеля 110 кВ, продемонстрировал, что такой коэффициент изменяется в широком диапазоне значений от 0.87 до 0.99.

Обращайтесь – сделаем расчет!

Теплопроводность стенки трубы D225мм SN64 на примере КЛ 110 кВ 3х(1х1000/240мм²)



Способы повышения пропускной способности КЛ:

1. Использование на объектах полимерных труб с удельным тепловым сопротивлением менее 2-3 мК/Вт не изменяет допустимого тока жилы кабельной линии.
2. Для повышения допустимого тока жилы кабеля, проложенного в полимерной трубе, в настоящее время существуют лишь два способа:
 - ✓ или применять трубы увеличенного диаметра;
 - ✓ или предусматривать контролируемое заполнение труб водой (без частиц грунта, так как они могут вызвать заиливание кабеля).

Тепловое сопротивление менее 1-2 мК/Вт – это маркетинг!

2. МОНТАЖ

Для сварки труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС применяется стандартное оборудование



Испытание сварного стыкового соединения труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС

на стойкость к осевому растяжению по методике ГОСТ Р 52779

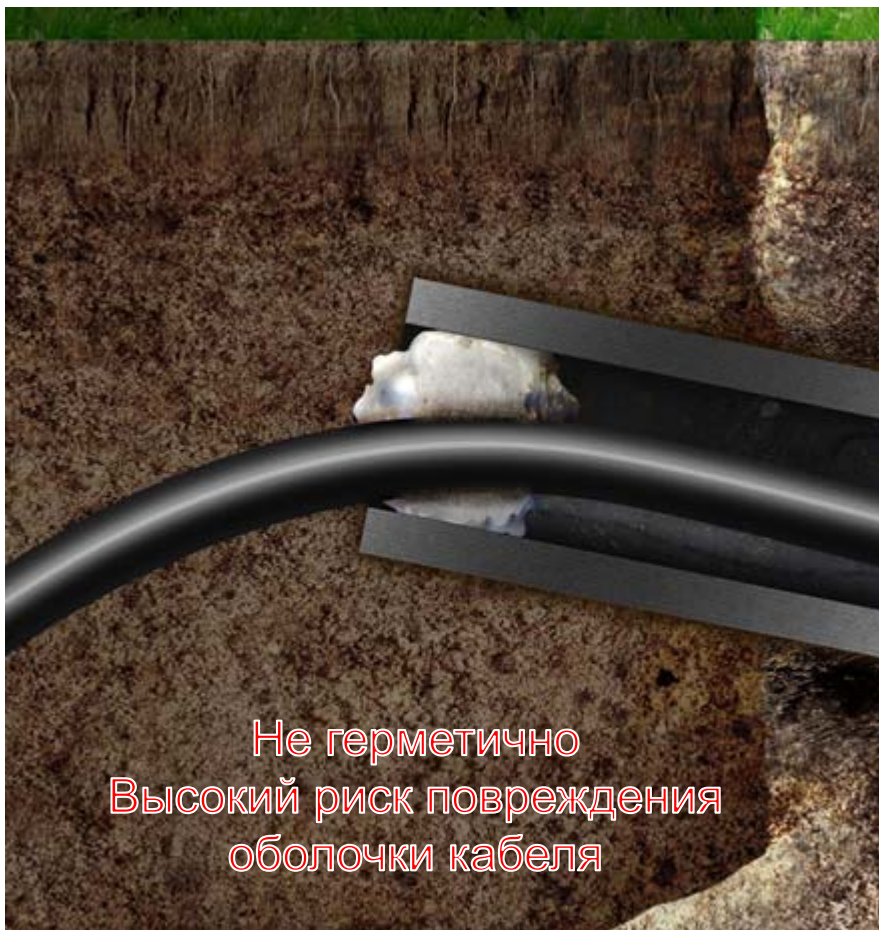


Норма согласно ГОСТ Р 52779 – разрушение вне сварного шва / тип разрушения по сварному шву-пластический.

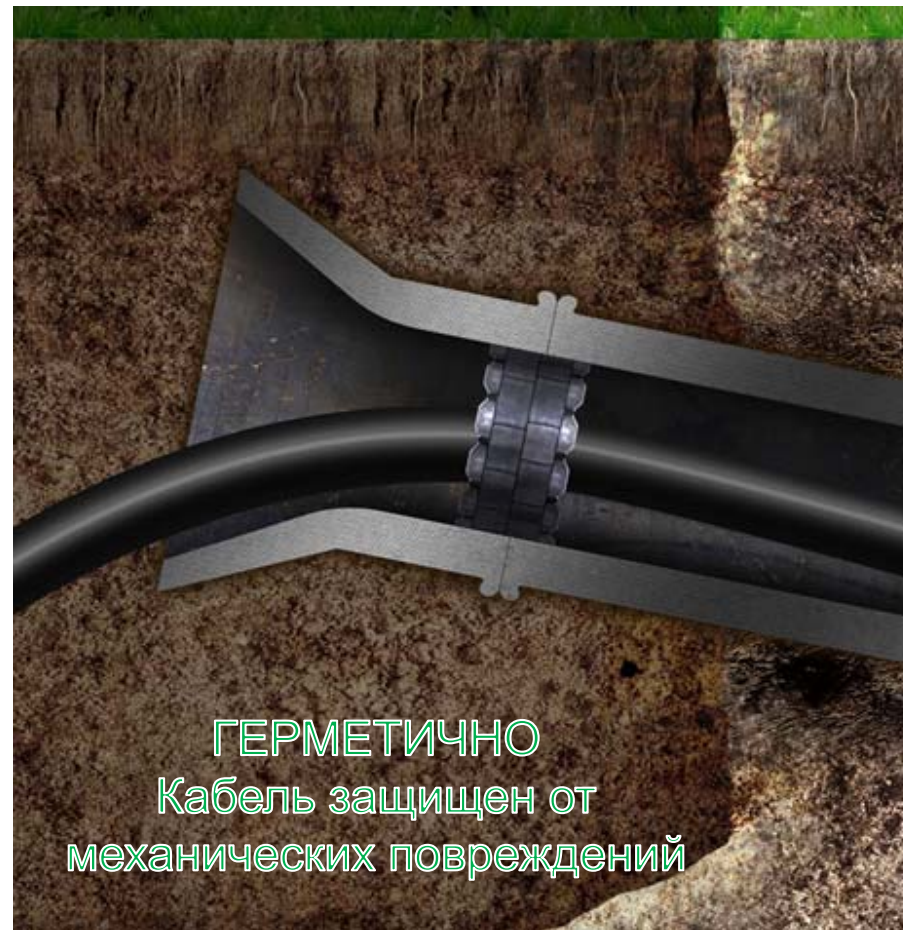


Способы укупорки торцов труб с кабелем

монтажная пена



уплотнитель ПРОТЕКТОРФЛЕКС



Основные проблемы при монтаже:

1. Применяются ПНД трубы (и даже трубы из вторсырья) в нарушение техрегламента ПАО «Ленэнерго», директив ФИЦ, Росстандарта и др.
2. Сложность монтажа труб из вторсырья стык в стык (вероятны обрывы при затяжке в грунт), в отличие от труб Протекторфлекс.
3. Применение труб ПНД из полиэтилена, окрашенных в красный цвет.
4. Применение труб ПНД из полиэтилена, выпускаемых не по ГОСТ 18599, а по ТУ, но с дезинформирующей приставкой «электро».
5. Применение труб по ГОСТ Р МЭК 61386-2014 «Трубные системы для прокладки кабелей», который не имеет отношения к КЛ 6-500 кВ

Просим обращать на это особое внимание!

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ФОТОГРАФИИ С ОБЪЕКТОВ

Реализованные Объекты



Реализованные Объекты



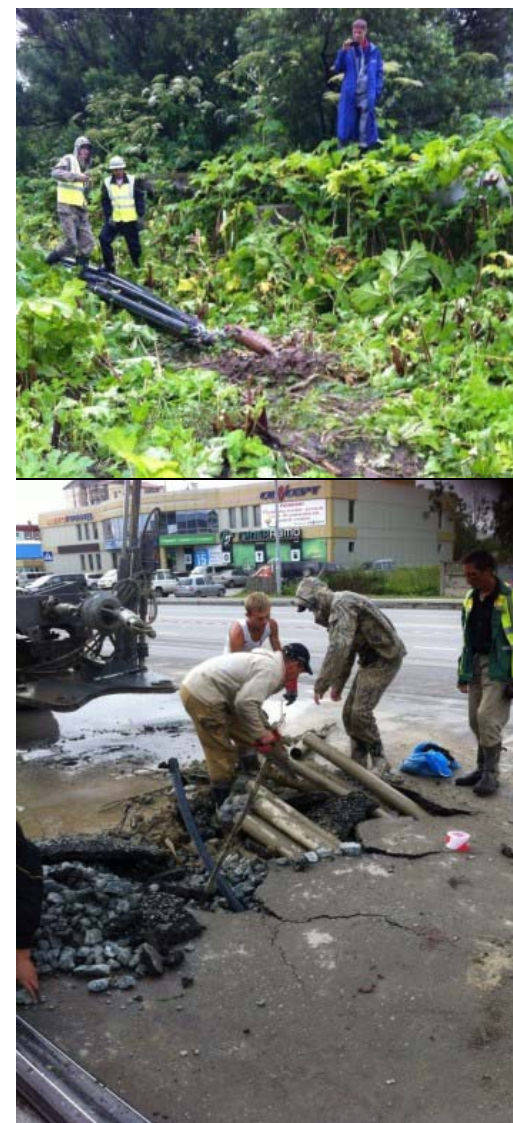
Подходы к Керченскому проливу 10 кВ - 110 кВ Керчь-Тамань /
ОАО «ГипроСтройМост»

Реализованные Объекты



ПС Кингисеппская 330 кВ.
Заходы на ПС Кингисепп / ПАО «ФСК ЕЭС»

Реализованные Объекты



Реализованные Объекты



КЛ 220 кВ Южная-Пулковская.



Перевод ВЛ 220 кВ в КЛ Санкт-Петербург / ПАО «ФСК ЕЭС»

Реализованные Объекты

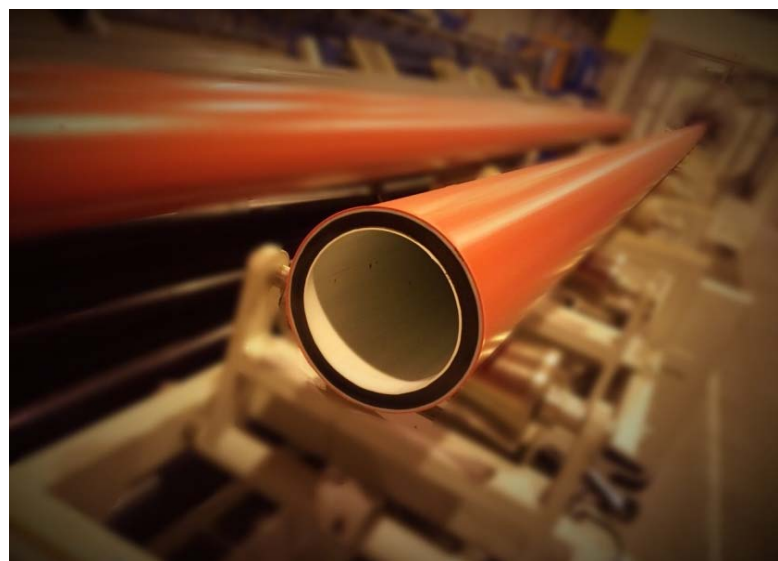
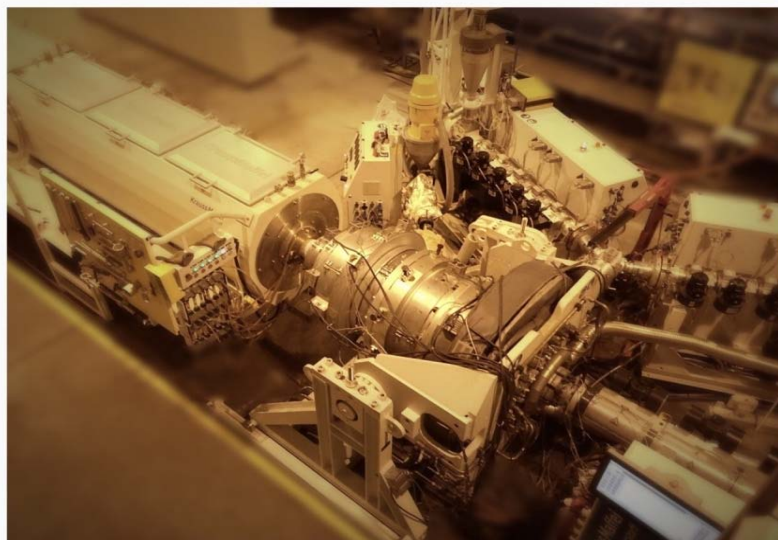


Реализованные Объекты



4. ПРОИЗВОДСТВО И СКЛАД

Производство труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС



Ассортимент труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС



негорючие термостойкие
«ПРОТЕКТОРФЛЕКС БК» до 110 кВ
(также имеются трубы НГ до 110 кВ)



термостойкие с маркерным слоем
«ПРОТЕКТОРФЛЕКС СТ» до 110 кВ



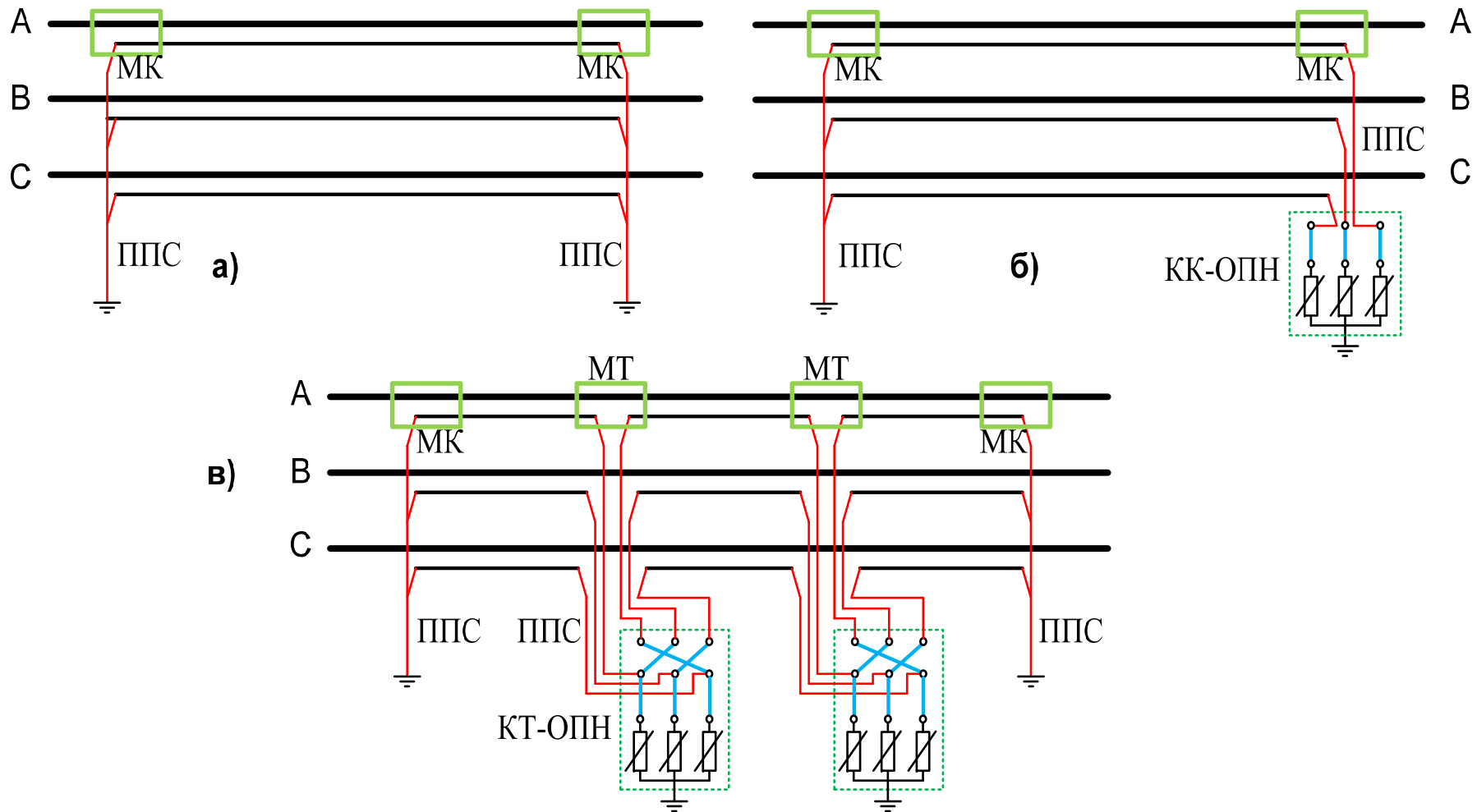
негорючие термостойкие с защитной оболочкой
«ПРОТЕКТОРФЛЕКС ПРО» до 500 кВ

Склад труб ПРОТЕКТОРФЛЕКС



II. КОЛОДЦЫ

Основные схемы заземления экранов кабелей



- (а) – заземление экранов с двух сторон
 (б) – заземление экранов с одной стороны
 (в) – транспозиция экранов

Работа с коробками транспозиции экранов

Обычно вскрытие коробок транспозиции нужно:

1. На стадии монтажа линии.
2. При испытаниях оболочки кабеля напряжением 10 кВ.
3. На время поиска повреждений оболочки.

Доступ к коробкам в колодцах транспозиции:

Доступ к коробкам:

1. Упрощен, если они размещены над землей в шкафах транспозиции (в России по ряду причин так не делают).
2. Затруднен, если коробки размещены под землей в колодцах транспозиции с плохой герметизацией.



**надземный узел транспозиции
за границей**



**подземный узел транспозиции
в России**

Качество бетона и прочность колодцев



Бетонные колодцы достаточно быстро разрушаются, так как находятся под воздействием давления транспорта, постоянно расположены в воде, подвержены циклам промерзания/оттаивания.

Проникновение в колодец агрессивной среды



колодец транспозиции,
расположенный на болоте



состояние коробки, герметичность
которой нарушена в эксплуатации

Отсутствие герметичности колодца в ряде случаев приводит к проникновению в колодец агрессивной среды (дорожных реагентов и др.), разрушающих коробки.

Проблемы традиционных колодцев транспозиции

**В настоящее время у колодцев транспозиции
имеются 4 основные проблемы:**

1. Отсутствие герметичности.
2. Необходимость выполнения контура заземления с малым сопротивлением заземления вплоть до 0.5 Ом.
3. Быстрое разрушение бетона под действием механической нагрузки, воды, циклов замерзания/оттаивания.
4. Проникновение в колодец агрессивной среды, действующей и на элементы колодца, и на коробки транспозиции.

**Эти проблемы удастся решить с приходом
специальных полимерных колодцев транспозиции!**

Полимерные колодцы марки Протекторфлекс



Полимерные колодцы транспозиции – на объекте



ПротекторФлекс

ООО «ЭнергоТэк»
+7 (812) 643 43 76
www.protectorflex.ru