

Федеральное агентство связи РФ
Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего профессионального образования
«Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»

Кафедра «Линии связи и измерения в технике связи»

Методическая разработка
к лабораторной работе
**«Конструкции защитных полиэтиленовых
трубопроводов и способы их соединения»**

Составители: к.т.н., доц. Никулина Т.Г.,
к.т.н., доц. Дашков М.В.

Рецензент: к.т.н., доц. Трошин А.В.

Самара
2014

ББК 621.391.63

Д 21

Конструкции защитных полиэтиленовых трубопроводов и способы их соединения: учебно-методическая разработка / Т.Г. Никулина, М.В. Дашков. Самара: ИНУЛ ПГУТИ. 2014 – 28 с.

Рецензент: к.т.н. А.В. Трошин

В учебно-методической разработке приводится систематизированный материал по технологии строительства ВОЛП с использованием защитных полиэтиленовых трубопроводов (ЗПТ), конструкциям ЗПТ и способам их соединения.

*Рекомендовано Методическим советом
ФГОБУ ВПО ПГУТИ в качестве учебно-
методического пособия для бакалавров и
магистров, обучающихся по направлениям
200600, 210400, 210401, 210404, 210406,
200700м*

*Протокол заседания Методического совета ПГУТИ
№ _____ от _____ г.*

Цель работы

Практическое ознакомление с конструкциями ЗПТ и способами их соединения.

Литература

1. Андреев В.А., Андреев Р.В. и др. Технология строительства ВОЛП. Оптические кабели и волокна. – Самара: «СРТТЦ ПГУТИ», 2011. – 370 с.

2. Андреев В.А., Бурдин А.В., Бурдин В.А., Воронков А.А. Технологические карты на выполнение аварийно-восстановительных работ на ЭКУ ВОЛП с оптическим кабелем в защитной полимерной трубке. – Самара, ПГУТИ, 2011. – 211 с.

3. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 – Теория передачи и влияния / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский; под. Ред. В.А. Андреева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 424 с.

4. Защитные полиэтиленовые трубы для прокладки кабелей связи. Особенности проектирования, строительства и эксплуатации. Разработчики: Варшамов А.Д., Добромысов А.Я. и др., ЗАО НПО «Стройполимер», 2001 г. – 71 с.

5. Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризональных оптических линий связи. Концерн «Связьстрой», 1993.

6. Каталог ЗПТ производства ЗАО «Пластком».

7. Оптические кабели связи российского производства. Справочник А. С. Воронцов и др. – М.: Эко – Трендз, 2003. – 283 с.

Подготовка к работе

1. Изучить теоретический материал по технологии строительства ВОЛП с использованием ЗПТ.

2. Изучить порядок выполнения лабораторной работы.

3. Подготовить бланк протокола измерений.

Контрольные вопросы

1. Опишите порядок выполнения входного контроля ЗПТ
2. Каким образом и в каких случаях выполняется проверка ЗПТ на герметичность?
3. Каким образом и в каких случаях выполняется проверка внутреннего сечения ЗПТ на отсутствие зауженности?
3. Перечислите основные требования техники безопасности при проверке ЗПТ на герметичность и зауженность.
4. Каким образом выполняется проверка качества прокладки и монтажа ЗПТ перед вводом ОК?
5. Каким образом выполняется проверка участка ЗПТ на отсутствие загрязнений?
6. Каким образом выполняется проверка участка ЗПТ на проходимость?
7. Каким образом выполняется проверка участка ЗПТ на герметичность?
8. Каким образом выполняется прокладка ЗПТ?
9. При каких температурах допустимо выполнять прокладку ЗПТ?
10. Каким образом выполняется соединение ЗПТ?
11. При какой температуре допустимо выполнять прокладку ОК в ЗПТ?
12. Перечислите способы прокладки ОК в ЗПТ.
13. Каким образом осуществляется затягивание ОК тросом?
14. Каким образом осуществляется пневмопрокладка ОК?
15. Каким образом выполняется прокладка ОК поршневым методом?
16. В чем принципиальное отличие беспоршневого метода прокладки ОК в сравнении с поршневым?
17. Какие кабели применяются для прокладки в ЗПТ?
18. Какие типы ЗПТ применяются при строительстве ВОЛП?
19. Перечислите основные типоразмеры ЗПТ применяемые при строительстве ВОЛП?

Материалы, инструменты и оборудование для выполнения работы

1. Образцы ЗПТ



2. Муфта соединительная пластмассовая механическая



3. Ключ для монтажа пластмассовых механических муфт



4. Штангенциркуль



Порядок выполнения работы

1. Выполните входной контроль ЗПТ перед прокладкой.

1.1. Выполните проверку соответствия маркировки ЗПТ паспортным данным.

1.2. Проведите визуальный осмотр образца ЗПТ на предмет равномерности цветовой окраски и отсутствия трещин, порезов, вмятин, сплющиваний, сдвигов по сечению.

1.3. С помощью штангенциркуля выполните измерения максимального и минимального значений внешнего диаметра ЗПТ. Полученные данные занесите в табл.1.

1.4. Выполните расчет овальности ЗПТ по формуле:

$$\delta = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\text{ном}}} \cdot 100 \% , (1)$$

где D_{\max} - максимальное значение внешнего диаметра ЗПТ; D_{\min} - минимальное значение внешнего диаметра ЗПТ; $D_{\text{ном}}$ - номинальное значение внешнего диаметра ЗПТ по паспорту.

1.4. Результаты расчета овальности занесите в табл. 1.

1.5. С помощью штангенциркуля выполните измерения толщины стенки (или внутреннего диаметра) ЗПТ. Полученные данные занесите в табл.1.

Табл.1.

Параметр	Значение
Максимальное значение внешнего диаметра D_{max} , мм	
Минимальное значение внешнего диаметра ЗПТ D_{min} , мм	
Номинальное значение внешнего диаметра ЗПТ по паспорту, мм	
Овальность ЗПТ δ , %	
Толщина стенки ЗПТ измеренная $t_{изм}$, мм	
Толщина стенки ЗПТ по паспорту, $t_{пасп}$, мм	
Отметка о годности ЗПТ к эксплуатации	

1.5. По результатам визуального осмотра и измерений овальности и толщины стенки ЗПТ сделайте вывод о ее пригодности к эксплуатации. Овальность ЗПТ не должна превышать 5 %. Значение толщины стенки (или внутреннего диаметра) ЗПТ должны соответствовать указанным в паспорте.

2. Выполните соединение двух образцов ЗПТ с помощью механической соединительной муфты.

2.1. Изучите схему соединительной пластмассовой механической муфты (рис. 1).

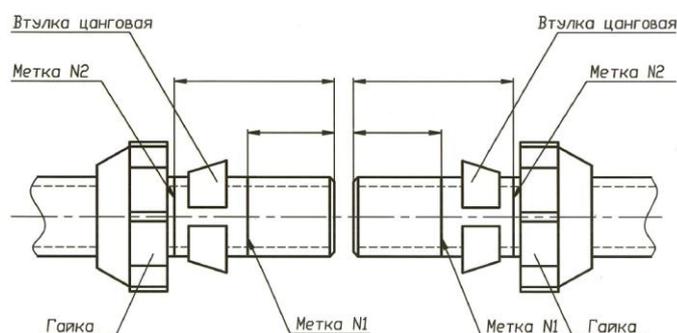


Рис. 1. Схема пластмассовой механической муфты

2.2. Проверьте концы соединяемых ЗПТ на качество среза (ровность среза, отсутствие задиров, перпендикулярность среза к продольной оси).

2.3. Проверьте качество снятия внутренних и внешних фасок с обоих концов ЗПТ.

2.3. Развинтите соединительную муфту и оденьте гайку и обжимное кольцо на конец одной из соединяемых ЗПТ (рис. 2).

2.4. Оденьте гайку и обжимное кольцо на конец второй соединяемой ЗПТ.

2.5. Вставьте конец одной из соединяемых ЗПТ в центральную часть соединительной муфты через резиновое уплотнительное кольцо до полного касания порошка внутри муфты (рис. 3). **ЗПТ должен упираться в порожек!**

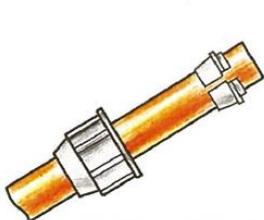


Рис.2.

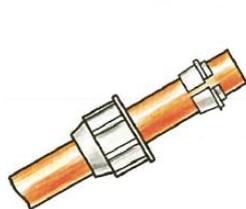


Рис.3.

2.6. Удерживая корпус муфты прижатым к торцу ЗПТ, надвиньте на соединение обжимное кольцо, затем гайку.

2.7. Заверните гайку максимально вручную.

2.8. Вставьте конец второй соединяемой ЗПТ в муфту и выполните соединение согласно пунктам 2.5 – 2.7.

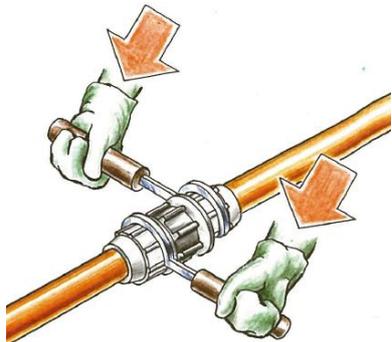


Рис.4.

2.9. Проверьте горизонтальность полученного соединения (при необходимости выровнять соединение).

2.10. Затяните гайки одновременно с обеих сторон муфты ключами для затяжки (рис. 4).

Содержание отчета

Цель работы, заполненная табл. 1, выводы по результатам входного контроля ЗПТ.

Приложение

1. Подготовительные работы перед прокладкой ЗПТ

1.1. Общие положения

Перед прокладкой ЗПТ выполняются следующие подготовительные работы:

- группировка и поставка строительных длин ЗПТ на трассу прокладки;
- входной контроль ЗПТ.

Входной контроль ЗПТ перед прокладкой включает в себя следующие операции:

- визуальный контроль упаковки бухты или барабана с ЗПТ;
- визуальный контроль ЗПТ и замеры их овальности;
- проверка строительных длин ЗПТ на герметичность;
- проверка строительных длин ЗПТ по внутреннему диаметру.

Проверка ЗПТ по внутреннему диаметру и на герметичность осуществляется только в случае если возникают сомнения или разногласия в оценке результатов внешнего осмотра или в результате повторяющихся выявлений дефектов нарушения герметичности или зауженности сечения ЗПТ после его прокладки.

По результатам проверок составляют протокол входного контроля ЗПТ.

1.2. Входной контроль ЗПТ

Первоначально выполняется визуальный контроль, в ходе которого проверяют барабаны и заводскую упаковку бухт на отсутствие механических повреждений. Проводится осмотр ЗПТ (особенно в местах, где наблюдается повреждение тары) на отсутствие трещин, равномерности цветовой окраски, порезов, вмятин, сплющиваний, сдвигов по сечению. Незначительные повреждения тары устраняются. В случае выявления повреждения ЗПТ или значительного повреждения тары составляется акт в присутствии представителя фирмы-поставщика.

При исправной транспортной упаковке после вскрытия обшивки барабана или внешней упаковки бухт проверяется соответствие данных приведенных в паспорте маркировке нанесенной на поверхность ЗПТ. Затем проверяется внешнее состояние ЗПТ на отсутствие дефектов и наличие заводских заглушек на концах ЗПТ. Далее выполняется проверка овальности ЗПТ.

Овальность ЗПТ – это разность между наибольшим и наименьшим диаметральными размерами, которая не должна превышать 5 % от номинального диаметра ЗПТ (рис. 5). Расчет овальности ЗПТ выполняется по формуле (1). Не рекомендуется применять для прокладки в грунт ЗПТ с овальностью более 5 %.

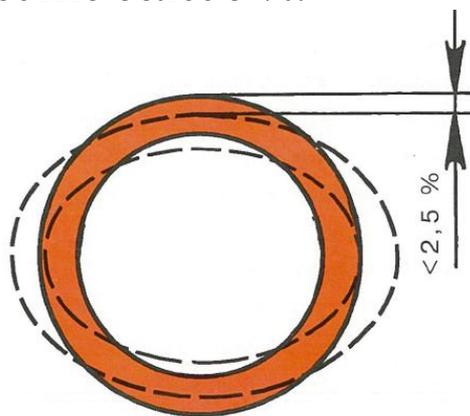


Рис.5. Овальность ЗПТ

Если в ходе визуальной проверки ЗПТ и проверки на «овальность» не выявлено каких-либо значительных повреждений или отклонений от нормы, на этом проверка ЗПТ заканчивается. В случае если возникают сомнения или разногласия в оценке результатов внешнего осмотра ЗПТ, дополнительно выполняется проверка ЗПТ на герметичность и проверка внутреннего сечения ЗПТ на отсутствие зауженности.

1.3. Проверка ЗПТ на герметичность

Данная проверка проводится на ЗПТ, прошедших визуальный контроль и установленных на барабаны.

С концов строительной длины ЗПТ удаляются заводские заглушки, вместо которых надеваются пластмассовые накопники с цанговым зажимом и пневмовентилем автомобильного типа. К одному вентилю подключается шланг от компрессора, к другому манометр с пределом измерений до 400 кПа (4 кг/см²) и классом точности 1. Внутри ЗПТ нагнетается сжатый воздух до давления 100 – 200 кПа. При этом

показания давления на манометре следует считывать не ранее, чем через 15 минут после окончания накачки для исключения влияния изменения температуры накачанного воздуха. Через 2 часа после начала отсчета допускаемое падение давления должно быть не более 0,5 % от начального значения давления. В случае, если наблюдается снижение давления, в первую очередь, следует выполнить проверку мест подсоединения шлангов к вентилю. При отсутствии утечек в местах соединения необходимо выяснить место повреждения ЗПТ.

Один из способов обнаружения места повреждения ЗПТ (при котором манометр с противоположного конца должен быть отсоединен и конец ЗПТ заглушен) состоит в увеличении давления в ЗПТ до 0,5 – 0,7 МПа (5-7 кг/см²) и определения мест утечки воздуха по шумовому эффекту. Давление в 0,5-0,7 МПа нагнетается в этом случае при помощи специального компрессора. При наличии более мощных компрессоров, допускается подъем давления внутри ЗПТ до 1 – 1,2 МПа (10-12 кг/см²) при температуре окружающей среды не выше 30⁰ С. При этом ЗПТ не должен находиться под прямым воздействием солнечного излучения в течении 6 часов до начала проверки.

1.4. Проверка внутреннего сечения ЗПТ на отсутствие зауженности

В ходе данной проверки выполняется прогон калибра через всю строительную длину ЗПТ, размещенную на барабане. В качестве калибра может быть использован деревянный или пластмассовый шарик или челнок с диаметром на 4-5 мм меньше номинального внутреннего диаметра канала ЗПТ. Длина челнока не должна превышать двух внутренних диаметров ЗПТ. Торцы челнока должны иметь сферические закругления. Все наружные поверхности калибров должны быть полированы, чтобы не повредить внутреннюю поверхность ЗПТ при прогоне.

Прогон калибра проводится под небольшим давлением, около 50-100 кПа (0,5-1 кг/см²), и расходом воздуха ≈0,1-0,3 м³/мин.

В случае замедления скорости прохождения калибра или его остановки, давление в системе задува начнет возрастать. При этом проверку следует прекратить, а калибр выдуть сжатым воздухом с противоположного конца. ЗПТ следует, не разматывая, осмотреть на отсутствие вмятин и сплюснутости сечения. Если по внешним признакам повреждений не обнаруживается, следует вызвать представителей фирмы-поставщика.

1.5. Техника безопасности при проверке ЗПТ на герметичность и зауженность

При проведении испытаний ЗПТ давлением необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- запрещается нахождение посторонних лиц в местах проведения проверок;
- эксплуатация компрессорных установок должна производиться квалифицированными специалистами;
- запрещается находиться против выходных отверстий испытываемой ЗПТ;
- при калибровке ЗПТ ее открытый конец должен быть направлен в сторону от места нахождения участвующего в испытаниях персонала и оснащен экраном-ловушкой калибра (например, концевым кабельным чулком, надвинутым на трубку не менее, чем на половину его длины).

2. Проверка качества прокладки и монтажа ЗПТ перед вводом ОК

2.1. Общие положения

Все участки ЗПТ, проложенных в грунт или протянутых в каналах кабельной канализации, перед вводом в них ОК должны быть подвергнуты следующим контрольным проверкам:

- на отсутствие загрязнения (прочистка);
- на проходимость (калибровка);

- на герметичность.

Все перечисленные проверки являются регламентированными и протоколируются в присутствии заказчика.

Проверки выполняются либо на полностью смонтированном строительном пролете ЗПТ, между контейнерами оптических муфт, либо по участкам внутри пролета. Разбивка на участки внутри пролета производится с учетом запланированной последующей установки промежуточных механизмов (устройств для пневмопрокладки или затяжки ОК в ЗПТ). Проверки выполняются только после освидетельствованного и запротоколированного завершения основного объема линейных засыпных работ на сдаваемых участках (за исключением котлованов под контейнеры муфт ОК и котлованов промежуточных пунктов для ввода ОК). После выполнения каждой проверки концы ЗПТ должны закрываться герметичными концевыми заглушками. Результаты проверок ЗПТ оформляются протоколом, на основании которого составляется акт сдачи участков для ввода ОК.

Резервные ЗПТ, проложенные по всей трассе, также должны быть подвергнуты прочистке, проверке на проходимость и соединены в линию между усилительными участками или станционными пункт. После чего, проверены на герметичность. После получения положительных результатов ЗПТ оставляется под давлением до момента сдачи его заказчику. Вопрос содержания резервных ЗПТ под давлением в процессе эксплуатации решается индивидуально в каждом конкретном случае. Резервные ЗПТ проложенные только на отдельных участках, например через водные преграды, должны пройти полный объем проверок, после чего плотно заглушены концевыми заглушками (рис. 6) и сданы заказчику.

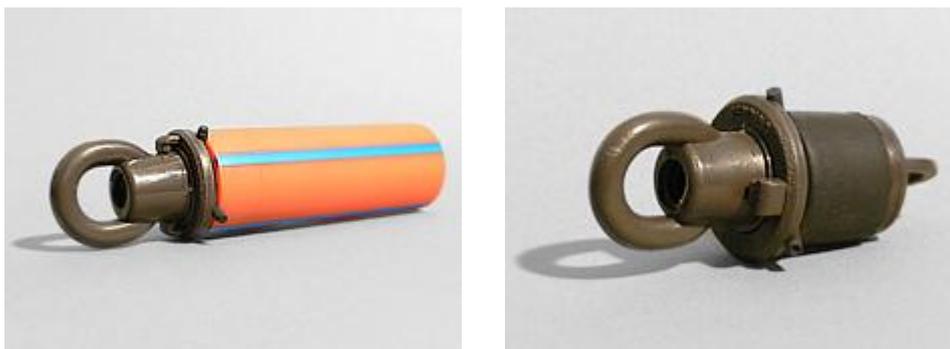


Рис.6. Концевые заглушки для ЗПТ

2.2. Проверка участка ЗПТ на отсутствие загрязнений (прочистка)

При проведении данной проверки смонтированный участок ЗПТ одновременно контролируется на отсутствие загрязнения и прочищается. Первоначально осуществляется продувка трубопровода воздушным потоком от компрессора (с максимальной подачей воздуха) а затем прогоном сквозь трубопровод губчатого цилиндра. Цилиндр должен быть изготовлен из мягкого пенополиуретана (поролон) плотностью 30-40 кг/м³ и иметь диаметр в два раза больше, чем внутренний диаметр ЗПТ для обеспечения достаточного уплотнения. Длина цилиндра должна составлять 100 – 150 мм. Скорость перемещения цилиндра при прочистке ЗПТ должна быть не более 80 м/мин для определения мест возможной негерметичности в трубопроводе. Качество прочистки осуществляется визуальным наблюдением за выходным отверстием трубопровода и степенью загрязнения цилиндра. При большом объеме вытесненной воды или сильном загрязнении цилиндра следует определить причину и место попадания воды в трубопровод, устранить неисправность, после чего вновь прогнать новый (или очищенный) цилиндр сквозь трубопровод до получения качественного результата.

2.3. Проверка участка ЗПТ на проходимость (калибровка)

При проведении данной проверки смонтированный участок ЗПТ одновременно проверяется на отсутствие радиальных деформаций, зауженности и крутых изгибов.

Проверка проводится прогоном сквозь ЗПТ калибра, также как при проверке внутреннего сечения ЗПТ на отсутствие зауженности при входном контроле. При этом рекомендуется использовать калибр оснащенный радиопередатчиком (рис. 7) или имеющий внутренний стальной стержень для того, чтобы облегчить его обнаружение в случае застревания в ЗПТ. Длина калибра должна составлять 15 – 200 мм.

Калибровка осуществляется только после прогона через ЗПТ сжатого воздуха и прочистки. На противоположном конце ЗПТ должен быть установлен экран-ловушка калибра.

В случае остановки калибра в ЗПТ его нахождение определяется с помощью радиолокатора или металлоискателя (если используется калибр со стальным стержнем). В случае если используется калибр без радиопередатчика и стальных элементов, в ЗПТ медленно задувается фал (линь) прицепленный к «пилоту» (губчатый цилиндр или менжетный поршень). По длине введенного фала (линя) определяется расстояние до места застревания ЗПТ.

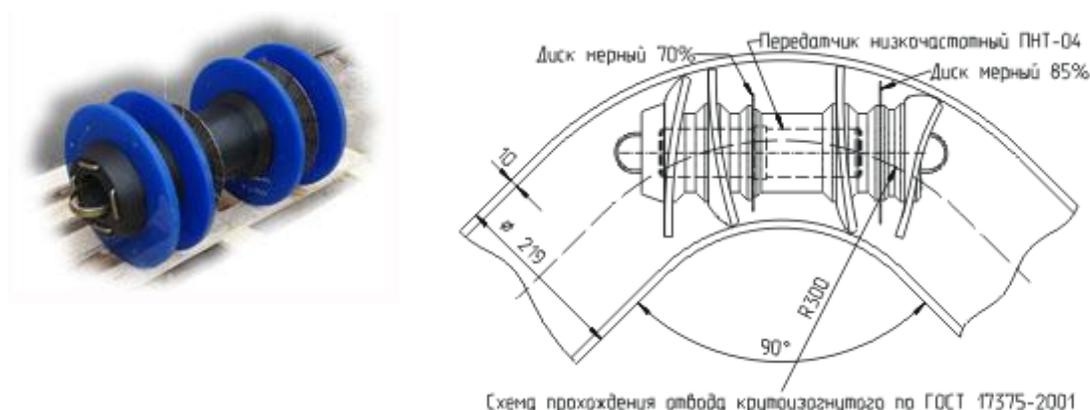


Рис.7. Пример калибра с радиопередатчиком (СКТ-35-П)

После обнаружении места зауженности ЗПТ выкапывается котлован и повреждение устраняется.

2.4. Проверка участка ЗПТ на герметичность

При выполнении данной проверки ЗПТ выдерживается под давлением 150-250 кПа ($1,5-2 \text{ кг/см}^2$) в течении 24 часов. Оба конца ЗПТ на испытываемом участке закрываются пластмассовыми концевыми заглушками с пневмовентильями. К одному вентилю присоединяется шланг от компрессора, ко второму – измерительное устройство с манометром, верхний предел измерений которого 0,4 МПа, класс точности не ниже 1,5. Исходные показатели давления снимаются через 15-20 минут после окончания накачки воздуха (для стабилизации температуры внутри ЗПТ). Через час проводится повторное измерение давления манометром для того чтобы удостовериться в отсутствии падения давления. После этого трубопровод остается на полный испытательный срок (24 часа). Допустимая норма падения давления:

- не более 0,5 % от первоначального значения (измеренного через 15-20 минут после накачки) на каждую соединительную муфту ЗПТ;

- не более 20 % на участке смонтированного трубопровода протяженностью 6 км.

3. Прокладка ЗПТ

Прокладка ЗПТ может осуществляться как кабелеукладчиком, так и в открытую траншею и должна выполняться в соответствии с указаниями [5].

При проектировании необходимо стремиться к максимально возможной прямолинейности трассы. При необходимости изменения направления трассы, радиус изгиба самой трассы должен быть не менее 2 м. При прокладке ЗПТ кабелеукладчиком или в открытую траншею не допустимы резкие перегибы ЗПТ. Рекомендуемый радиус перегиба составляет 1,5 м.

Прокладка ЗПТ может осуществляться при температурах ($-10^{\circ}\text{C} \dots +35^{\circ}\text{C}$) и при температуре ниже -20°C при условии применения подогрева трубопровода.

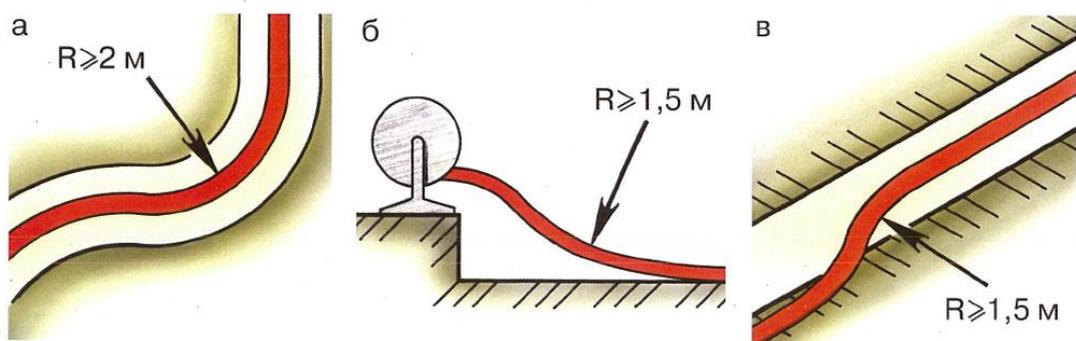


Рис. 8. Изгиб ЗПТ на трассе: а – изгиб трассы прокладки ЗПТ; б – изгиб ЗПТ при перемотке с барабана; в – изгиб ЗПТ при укладке ее в траншею.

Прокладка ЗПТ должна осуществляться максимально возможными строительными длинами с минимальным количеством соединений. Места соединений должны планироваться на основании оптимального расчета трассы при проектировании, дополнительные соединения должны выполняться только в случае их практической необходимости и целесообразности (выполнение неучтенных пересечений, устранение случайных повреждений).

Выбор муфт для соединения строительных длин ЗПТ должен производиться с учетом применяемого способа ввода ОК в трубопровод. Рекомендуется применять механические или электросварные муфты (рис. 9).

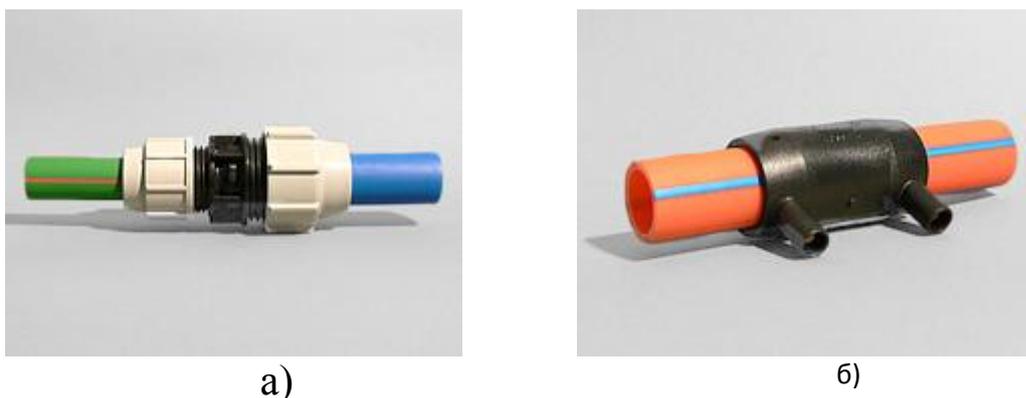


Рис. 9. Муфты для соединения ЗПТ: а – механическая; б - электросварная

Над проложенным в грунт ЗПТ необходимо укладывать сигнальную ленту (на глубине 0,5 – 0,7 м от поверхности земли), с непрерывно чередующейся надписью о проложен-

ном под ней объекте. Над соединениями ЗПТ должны укладываться маркеры (или иные приспособления), обеспечивающие поиск трассы (рис. 10). Особенно в случае использования в дальнейшем полностью диэлектрического ОК.



Рис. 10. Электронные маркеры

В ходе прокладки ЗПТ следует вести учет укладываемых длин по метражной маркировке, нанесенной на ЗПТ.

При прокладке нескольких ЗПТ в одну траншею следует располагать ЗПТ не одна над другой, а рядом друг с другом. Допускается прокладка ЗПТ в два ряда только в случае ограниченной ширины траншеи, когда необходима прокладка большого количества ЗПТ (свыше 10).

Глубина траншеи для прокладки ЗПТ должна учитывать необходимость подсыпки песка или рыхлого грунта высотой 10-15 см для выравнивания дна траншеи. Дно траншеи должно быть очищено от камней, крупных комьев глины, обломков пород. При наличии крупных камней и неизвлекаемых пород, следует обеспечить минимальность изгиба ЗПТ и отсутствие передавливания (рис. 11).



Рис.11. Подсыпка песка или рыхлого грунта на дно траншеи

При повороте трассы на угол 90° необходимо обеспечить укладку ЗПТ с радиусом изгиба не менее 2 м. Если ширина

траншеи не позволяет осуществить такую выкладку, необходимо подкопать угол траншеи для обеспечения требуемого радиуса изгиба ЗПТ и зафиксировать трубопровод на изгибе засыпкой мягким грунтом с последующим его уплотнением.

4. Соединение ЗПТ

Перед соединением ЗПТ концы ЗПТ должны быть обтерты от пыли и грязи. На расстоянии 200 мм от торца ЗПТ на трубопроводе не должно быть грубых задиров поверхности и глубоких продольных царапин.

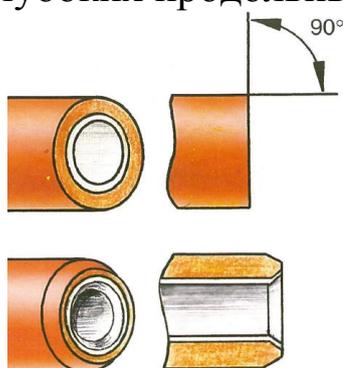


Рис. 12. Требования к торцам соединяемых ЗПТ или компенсирующих муфт.

Соединение электросварными муфтами основано на разогреве однородных контактирующих материалов от электронагревательного спирального элемента внутри муфты.

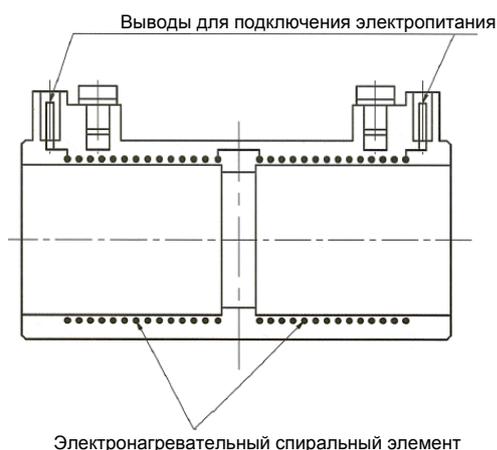


Рис. 13. Схема пластмассовой электросварной муфты

С кромок торцов ЗПТ необходимо при помощи специального инструмента снять фаски (рис.12). Соединение ЗПТ без ОК внутри может выполняться с использованием пластмассовых механических, пластмассовых электросварных или компенсирующих муфт.

Сварка муфт производится при помощи электропреобразовательного аппарата с компьютерной программой выбора технологического режима сварки в зависимости от заданных типоразмеров муфт и наружной температуры. При этом питание аппарата осуществляется от автономного источника питания.

Соединение ЗПТ с помощью таких муфт осуществляется в соответствии с инструкцией разработанной производителем муфты.

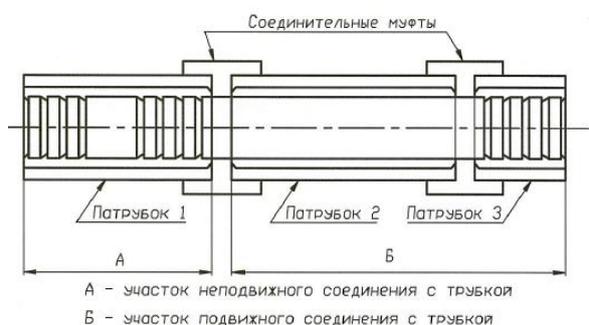


Рис. 14. Схема компенсирующей муфты

Компенсирющие муфты применяются для соединения ЗПТ на участках трассы, подверженных большим перепадам температур в большом диапазоне, приводящих к удлинению – сжатию трубопровода (рис. 14).

5. Прокладка оптического кабеля в ЗПТ

5.1. Общие положения

Прокладка оптического кабеля в ЗПТ должна производиться при температуре не ниже -10°C . При прокладке в жаркое время года необходимо защищать барабаны с кабелем от солнечного излучения (размягчение оболочки кабеля вследствие нагрева на солнце приводит к ухудшению скольжения ОК в ЗПТ и как следствие, уменьшению дальности прокладки кабеля в ЗПТ).

Для прокладки ОК в ЗПТ в месте соединения двух длин ЗПТ раскручивается механическая муфта и снимается с одного из соединяемых трубопроводов. На его место с помощью муфты прикручивается патрубок, который выводится из котлована для того, чтобы обеспечить ввод ОК (рис. 15 - 16).

При отсутствии в котловане соединения ЗПТ муфтой, ЗПТ разрезается, торцы трубопровода обрабатываются и далее осуществляется подключение и вывод из котлована патрубка.

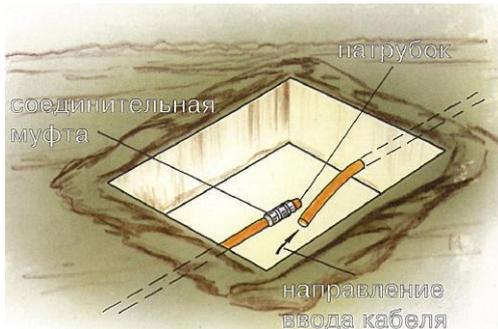


Рис.15. Присоединение патрубка к одному из концов ЗПТ

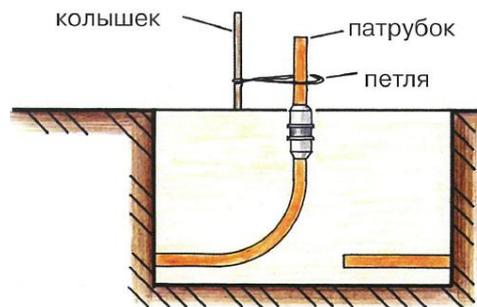


Рис.16. Вывод конца ЗПТ для задувки ОК

Прокладка ОК в ЗПТ может осуществляться следующими способами:

- ручное затягивание;
- затяжка ОК механизированным способом;
- поршневой метод задувки (пневмопрокладки);
- беспоршневой метод задувки (пневмопрокладки);
- прокладка ЗПТ с введенным в нее ОК.

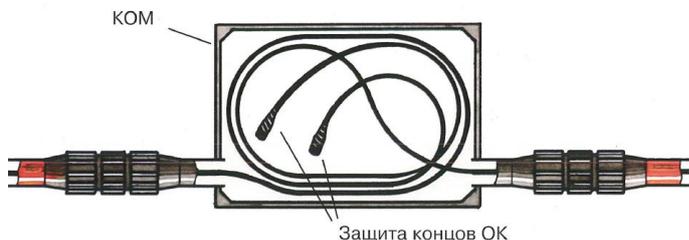


Рис. 17. Защита концов ОК внутри КОМа

После прокладки ОК в ЗПТ, место соединения двух строительных длин ОК защищается оптическим контейнером (КОМ, рис. 17).

В дальнейшем концы ОК сращиваются с помощью муфты, которая также размещается в КОМе.

5.2. Затягивание ОК тросом

Данный способ является самым простым и доступным способом прокладки ОК, при этом он может осуществляться как с использованием специализированных механизмов для затягивания, так и без таковых (вручную). При этом дальность прокладки ОК существенно ниже (примерно в половину), чем при пневмопрокладке. Это делает данный метод менее привлекательным для строительства магистральных ВОЛП. Данный метод может использоваться при

прокладке ОК в ЗПТ на небольшие расстояния (в среднем за один цикл затягивания ОК тросом в ЗПТ можно проложить не более 1 км без превышения допустимого растягивающего усилия выдерживаемого ОК).

Трос или заготовка для затягивания троса в ЗПТ должны находиться внутри ЗПТ перед прокладкой кабеля. Если ЗПТ не имеет троса или заготовки для его затягивания, то трос можно задуть пневмометодом с использованием компрессора. ОК перед затягиванием должен быть оконцован (рис. 18) или кабельным наконечником (если ОК имеет стальной центральный силовой элемент) или кабельным чулком (применяется для всех ОК допускающих затягивание только за оболочку).

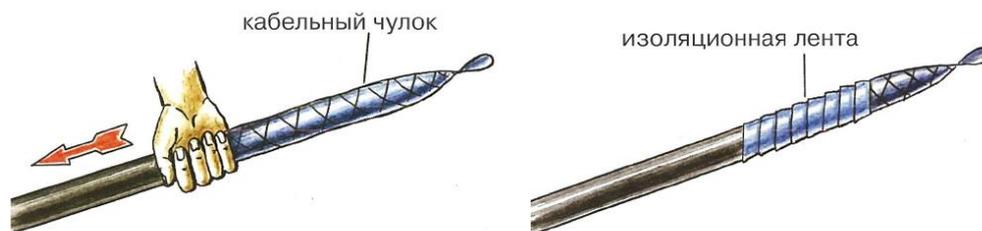


Рис. 18. Оконцевание ОК при помощи кабельного чулка

Различают ручной и механизированный способы затягивания ОК. Преимуществом механизированного затягивания ОК по сравнению с ручным является возможность затягивать ОК с фиксированным усилием, что исключает неплавность затягивания и дискретные пиковые значения тяговой нагрузки.

При большой вводимой строительной длине рекомендуется вести прокладку в обе стороны из центральной точки трассы прокладки, где устанавливается барабан с ОК. Сначала осуществляется прокладка в одну сторону, затем оставшийся кабель сматывается с барабана в «восьмерку» и производится прокладка в противоположную сторону (рис. 19).

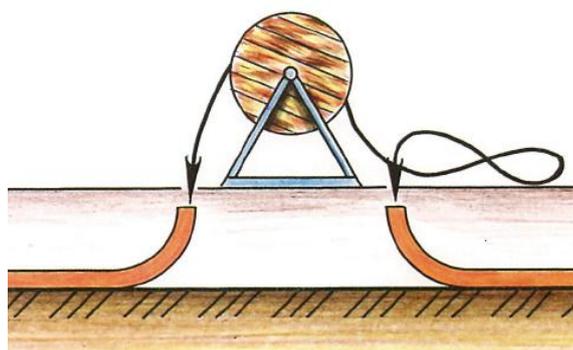


Рис.19. Прокладка ОК в ЗПТ из центральной точки в обе стороны

5.3. Пневмопрокладка ОК

Данный способ применяется при прокладке ОК на большие расстояния (от нескольких километров). При этом возможна прокладка сразу всей строительной длины ОК (4-8 км) без выкладки кабельных «восьмерок» за счет применения каскадного метода прокладки и каскадной установки нескольких комплектов оборудования для пневмопрокладки (рис. 20).

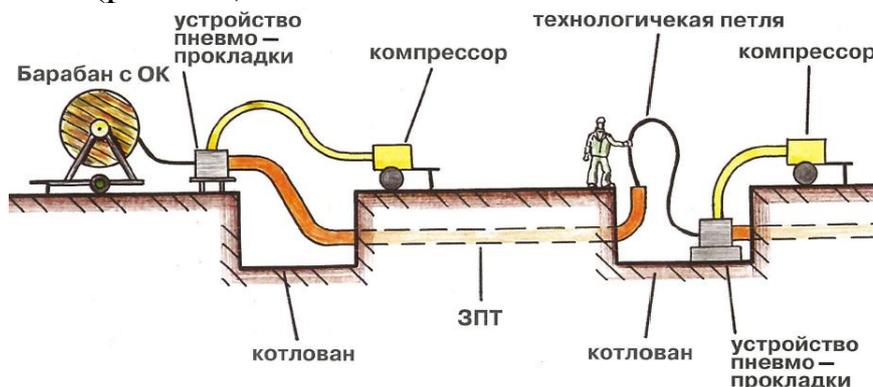


Рис. 20. Схема каскадной пневмопрокладки ОК в ЗПТ

На длину прокладываемого в ЗПТ ОК при пневмопрокладке влияют следующие факторы:

- соотношение диаметра ОК и внутреннего диаметра ЗПТ;
- масса ОК;
- коэффициент трения между оболочкой ОК и внутренним слоем (поверхностью) ЗПТ;
- жесткость ОК;

- температура окружающей среды;
- уклон трассы, ее искривления и повороты;
- вертикальные перепады в рельефе местности трассы;
- искривления самого ЗПТ в траншее;
- параметры компрессора.

При выборе соотношения диаметра ОК к внутреннему диаметру ЗПТ следует учитывать следующее: чем меньше данное соотношение, тем эффективнее и дальше может быть осуществлена пневмопрокладка. Оптимальным рекомендуемым соотношением является соотношение 1:2. Но при этом не рекомендуется чтобы данное соотношение было менее чем 1:3, поскольку в данном случае конец ЗПТ при прокладке может загибаться петлей что может привести как к остановке прокладки ОК так и к его повреждению.

Рекомендуемая масса ОК: 0,1-0,3 кг/погонный метр.
Рекомендуемая жесткость кабеля: 1-3Н/м².

Работы по пневмопрокладке ОК следует выполнять в соответствии с требованиями инструкций фирм – производителей для каждого конкретного типа оборудования пневмопрокладки.

В случае если возникает вопрос о дополнительной прокладке второго ОК в ЗПТ, следует, перед принятием такого решения, учесть следующие негативные факторы:

- риск повреждения первого ОК при вскрытии ЗПТ для прокладки второго ОК;
- коэффициент трения внутренней поверхности ЗПТ перестает играть какую-либо роль, так как возникает трение между оболочками первого и второго ОК;
- даже при одновременной пневмопрокладке двух ОК данный процесс идет как последовательная прокладка сначала одного, а потом второго кабеля;
- дальность пневмопрокладки второго ОК значительно ниже, чем в случае прокладки только одного кабеля в ЗПТ (номинальная величина дальности задувки ОК составляет не более 500 м), что приводит к увеличению трудоемкости процесса за счет дополнительных земляных работ и пере-

мещения строительных бригад вместе с оборудованием для пневмопрокладки.

5.4. Поршневой метод прокладки ОК

Данный метод основан на применении двух сил, действующих на ОК при его прокладке в ЗПТ:

- силы затягивания, действующей за счет применения парашюта (поршня) на конце ОК, а также давления воздуха на парашют в процессе прокладки;

- добавочной механической силы, которую дает кабельводное устройство.

Комбинация двух вышеуказанных сил позволяет точно определять и регулировать величины обеих сил, прикладываемых к ОК в процессе пневмопрокладки, с помощью распределения давления воздуха от компрессора и их контроля по манометру.

Парашют (поршень) должен иметь диаметр несколько меньше чем внутренний диаметр ЗПТ чтобы исключить потери на трение самого поршня.

При поршневом методе прокладки необходимо четко сопоставлять допустимую растягивающую нагрузку на кабель за счет использования парашюта. Тяговое усилие можно рассчитать по формуле:

$$P = 0,1 (S_{\text{кан}} - S_{\text{каб}}) (P_{\text{комп}} - 1),$$

где P - тяговое усилие в кН; $S_{\text{кан}}$ - площадь канала трубопровода, см²; $S_{\text{каб}}$ - площадь сечения водимого ОК, см²; $P_{\text{комп}}$ - максимальное давление компрессора, МПа.

5.5. Беспоршневой метод прокладки ОК

Принципиальное отличие данного метода от поршневого заключается в отсутствии парашюта (поршня) на конце ОК при прокладке и использовании силы «воздушной подушки» для прокладки.

При прокладке ОК в ЗПТ данным методом обеспечивается:

- равномерное распределение усилия воздействия на ОК;
- отсутствие перегрузок ОК при вынужденной остановке процесса задувки и последующем его возобновлении;
- прокладка до 2000 м ОК одновременно и всей строительной длины ОК (4-6 км) при каскадной прокладке;
- средняя скорость прокладки составляет 40-60 м/мин;
- отсутствие сосредоточенного тягового усилия, прикладываемого к концу ОК в процессе пневмопрокладки;
- прокладка ОК без оконцевания его тяговыми устройствами, необходимыми при использовании метода затяжки;
- возможность удаления старого ОК из трубопровода и замены его на новый без повреждения кабеля.

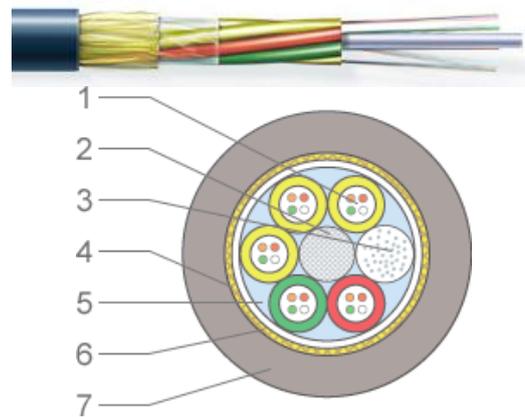
6. Оптические кабели для прокладки в ЗПТ

На сегодняшний день различают два типа ОК применяемых при строительстве ВОЛП с использованием ЗПТ:

- ОК предназначенные для прокладки непосредственно в ЗПТ;
- ОК (микрокабели) предназначенные для прокладки в ЗПТ в специальных микротрубках.

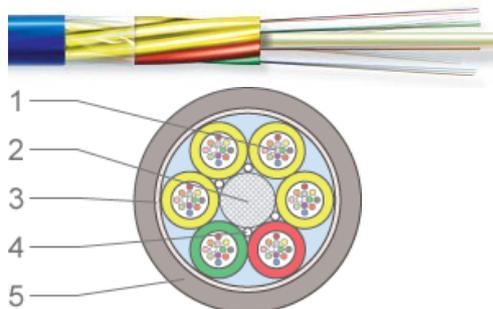
Конструктивно данные ОК отличаются, как правило, внешним диаметром (диаметр микрокабелей 4-10 мм и 10-22 мм для ОК для прокладки непосредственно в ЗПТ) и допустимой растягивающей нагрузкой выдерживаемой ОК (0,4-0,5 кН/10 см для микрокабелей и 3-10 кН/10 см для ОК прокладываемых непосредственно в ЗПТ).

При этом в обоих случаях в основном используются ОК модульной конструкции (рис. 21 -22).



1. Оптические волокна;
2. Центральный силовой элемент (ЦСЭ);
3. Кордели (при необходимости) - сплошные ПЭ стержни для устойчивости конструкции;
4. Поясная изоляция — в виде лавсановой ленты, наложенная поверх скрутки;
5. Гидрофобный гель;
6. Повив силовых элементов, в виде арамидных нитей;
7. Наружная оболочка выполнена из композиции ПЭ высокой плотности.

Рис.21. ОК, предназначенный для прокладки непосредственно в ЗПТ



1. Оптические волокна;
2. Центральный силовой элемент;
3. Сухие водоблокирующие материалы;
4. Поясная изоляция;
5. Наружная оболочка.

Рис. 22. Микрокабель, предназначенный для прокладки в ЗПТ в специальных микротрубках

7. Защитный полиэтиленовый трубопровод

Различают следующие типы ЗПТ для строительства ВОЛП:

- с твердым антифрикционным слоем;
- с жидкой смазкой внутри.

На сегодняшний день в основном используются ЗПТ только с твердым антифрикционным слоем, следующих типоразмеров (табл. 2) [6].

Табл.2. Типоразмеры ЗПТ

Типоразмер ЗПТ	Внешний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Расчетная погонная масса, кг/км	Номинальная строительная длина, м
25/2,3	25	2,3	170	4000
32/3,0	32	3	280	3000
40/3,5	40	3,5	412	2000
50/4,5	50	4,5	656	1000
63/5,0	63	5	700	1200

Конструкции защитных полиэтиленовых трубопроводов и способы их соединения

**Никулина Татьяна Геннадьевна
Дашков Михаил Викторович**