

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И
БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДА МОСКВЫ
МОСКОВСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«МОСВОДОКАНАЛ»

РЕГЛАМЕНТ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ
ПРОКЛАДКИ, ПРЕКЛАДКИ И РЕОНСТРУКЦИИ
ТРУБОПРОВОДОВ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В г.
МОСКВЕ

Москва – 2007 г.

АННОТАЦИЯ

В технологическом регламенте на использование полиэтиленовых труб для прокладки, перекладки и реконструкции трубопроводов водоснабжения и водоотведения в г. Москве изложены основные рекомендации и порядок проведения работ по прокладке, перекладке и реконструкции трубопроводов наружных систем водоснабжения, напорной и безнапорной канализации.

В «Регламенте» представлены основные характеристики полиэтиленовых труб и фасонных частей для использования при производстве строительно-монтажных работ как открытыми, так и бестраншейными методами; рассмотрены вопросы транспортирования и хранения труб, а также использования различных методов их соединения, контроль качества работ.

В «Регламенте» приведены примеры типовых технологических схем производства работ с описанием технологических карт; отражены вопросы технического надзора, испытания и сдачи трубопроводов в эксплуатацию, требования безопасности и охраны окружающей среды при производстве работ.

В «Регламенте» содержатся общие требования к строительным организациям, проводящим работы по прокладке, перекладке и реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей, а также перечень нормативно-технической документации и профильной технической литературы.

Регламент разработан авторским коллективом в составе к.т.н. Храменков С.В., (МГУП «Мосводоканал»), д.т.н. Примин О.Г., (ГУП «МосводоканалНИИпроект»), к.т.н. Орлов В.А. (МГСУ), к.т.н. Отставнов А.А. (НИИ Мосстрой).

При разработке Регламента использован практический опыт МГУП «Мосводоканал» по строительству и эксплуатации трубопроводов Московского водопровода и канализации (К.Е.Хренов, М.В. Богомолов, Е.В.Шушкевич).

Регламент рекомендован Саморегулируемой организацией – Российской ассоциацией водоснабжения и водоотведения (СО РАВВ) для применения предприятиями водопроводно-канализационного хозяйства городов России и организациями, выполняющими работы по строительству, реконструкции и эксплуатации трубопроводов водоснабжения и водоотведения из полиэтиленовых труб на территории России.

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Область применения ТР	5
2. Нормативные ссылки	5
3. Общие положения по применению труб из полиэтилена, проведению монтажных работ, испытанию и приемке трубопроводов в эксплуатацию	7
3.1. Трубы, соединительные детали и другие материалы	7
-прочностные характеристики полиэтиленовых труб	8
-входной контроль качества полиэтиленовых труб и соединительных деталей перед строительством	10
-транспортировка полиэтиленовых труб и соединительных деталей	12
-типы соединений трубопроводов	14
-квалификационные испытания сварщиков	30
3.2. Общие положения по проведению монтажных и укладочных работ ..	32
3.3. Общие положения по реконструкции (ремонту) стальных трубопроводов	39
-общие требования к проектированию реконструкции.....	39
-основные и специальные требования к рабочему проекту, проекту организации строительства и производству работ	40
-основные требования по организации работ методом протягивания полиэтиленовых труб	45
3.4. Общие положения по контролю качества работ	46
-технические требования к контролю качества сварных соединений полиэтиленовых труб	47
-обязательные методы контроля сварных соединений (внешний осмотр, испытания на осевое растяжение, ультразвуковой контроль, пневматические испытания сварных соединений, испытания на сплющивание и на отрыв)	49
-специальные методы контроля (испытания на статический изгиб, испытание на давление, длительное растяжение, стойкость к удару)	58
3.5. Общие положения по испытанию и приемке трубопроводов ...	59
3.6. Приложения к разделу 3	61
4. Прокладка трубопроводов из полиэтиленовых труб	86

4.1. Прокладка напорных трубопроводов (общие положения, земляные работы, укладка и сборка трубопроводов, проход трубопроводов в камерах переключения, испытание трубопроводов и сдача в эксплуатацию, требования безопасности и охраны окружающей среды)	86
4.2. Прокладка безнапорных трубопроводов (общие сведения, земляные работы, укладка и сборка трубопроводов, сопряжение с колодцами, сдача в эксплуатацию, устранение дефектов монтажа, используемые машины, механизмы и оборудование, требования безопасности и охраны окружающей среды)	94
5. Перекладка трубопроводов с использованием полиэтиленовых труб	105
5.1. Перекладка напорных трубопроводов (последовательность и специфика производства работ)	105
5.2. Перекладка безнапорных трубопроводов (последовательность и специфика производства работ)	106
6. Санация эксплуатируемых трубопроводов	108
6.1. Санация напорных трубопроводов методом протягивания полиэтиленовых труб в старые с их разрушением и без разрушения (общие положения, типовые технологические процессы производства работ, технологические схемы производства работ и рекомендации по их выбору, подготовительные, земляные и основные работы, гидравлические испытания, машины, оборудование, специальные устройства для реализации отдельных технологий)	108
6.2. Санация безнапорных трубопроводов, выполненных из различных материалов (методы санации и специфика их применения при восстановлении трубопроводов из различных материалов, подготовительные и основные работы, машины, оборудование и специальные устройства для реализации отдельных технологий)	137
7. Общие и специальные требования к организациям, выполняющим работы по строительству и реконструкции напорных и безнапорных сетей	149
8. Приложения	151
9. Список использованной литературы	188

1. Область применения ТР

1.1. Настоящий ТР распространяется на строительство новых, перекладку, а также на реконструкцию ветхих трубопроводов систем городского водоснабжения и канализации с использованием полиэтиленовых труб.

1.2. При строительстве, перекладке и реконструкции трубопроводов следует руководствоваться требованиями СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», СП 40-102-2000 «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования» и других нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.

2. Нормативные ссылки

СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;

СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения;

СНиП 3.05.04-85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации;

СП 42-103 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов (том II, часть 2);

СП 42-101 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из стальных и полиэтиленовых труб;

СП 40-102-2000 Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования;

СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений;

СНиП 12-01-2004 Организация строительства;

СНиП 11-01-2003 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений;

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство;

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия;

ГОСТ 868-82 Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия;

ГОСТ 2930-62 Приборы измерительные. Шрифты и знаки;

ГОСТ 5686-94 Грунты. Методы полевых испытаний сваями;

ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия;

- ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия;
- ГОСТ 10705-80 Трубы стальные электросварные. Технические условия;
- ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение;
- ГОСТ 12423-66 Пластмассы. Условия кондиционирования и испытаний образцов;
- ГОСТ 12820-80 Фланцы стальные плоские приварные на P_y от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²). Конструкция и размеры;
- ГОСТ 12822-80 Фланцы стальные свободные на приварном кольце на P_y от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см²). Конструкция и размеры;
- ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов;
- ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;
- ГОСТ 18573-86 Ящики деревянные для продукции химической промышленности. Технические условия;
- ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия;
- ГОСТ 24157-80 Трубы из пластмасс. Метод определения стойкости при постоянном внутреннем давлении;
- ГОСТ Р 12.3.048-2002 ССБТ. Строительство. Производство земляных работ способом гидромеханизации. Требования безопасности;
- ТУ 2248-025-00203536-96 Неразъемные соединения полиэтиленовых труб со стальными;
- ТУ 2248-031-00203536-96 Седелки крановые полиэтиленовые с закладными электронагревателями;
- ТУ 2248-001-18425183-01 Детали соединительные из полиэтилена с удлиненными хвостовиками;
- ТУ 2291-032-00203536-96 Муфты полиэтиленовые с закладными электронагревателями для газопроводов;
- РД 03-495-02 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства;
- РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;
- РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;.
- Правила подготовки и производства земляных работ, обустройства и содержания

строительных площадок в городе Москве, утвержденные постановлением Правительства Москвы от 07.12.2004 г. № 857-ПП;

МГСН 8.10-00 Приемка и ввод в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения;

МГСН 6.01-03 Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микропроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования;

Положение о едином порядке предпроектной и проектной подготовки строительства в г. Москве, утвержденное распоряжением Мэра Москвы от 11.04.2000 г. № 378-РМ;

3. Общие положения по применению труб из полиэтилена, проведению монтажных работ, испытанию и приемке трубопроводов в эксплуатацию

При выборе труб и соединительных деталей, запорной арматуры кроме положений настоящего ТР учитывают рекомендации и требования СП 40-102 -2000.

Организация и порядок проведения производственного контроля качества строительно-монтажных работ предусматриваются в соответствии с требованиями соответствующих СНиП, положений СП 40-102-2000 и настоящего ТР.

3.1. Трубы, соединительные детали и другие материалы

3.1.1. Для строительства новых, перекладки, а также реконструкции ветхих трубопроводов используются полиэтиленовые трубы, качество которых соответствует требованиям государственных стандартов и технических условий, утвержденных в установленном порядке (Приложения в разделе 8).

3.1.2. Толщина стенки полиэтиленовой трубы характеризуется стандартным размерным отношением номинального наружного диаметра к номинальной толщине стенки (SDR), которое следует определять в зависимости от давления в трубопроводе (системы водоснабжения, напорной канализации), марки полиэтилена и коэффициента запаса прочности по формуле (1)

$$SDR = \frac{2MRS}{MOP \cdot C} + 1, \quad (1)$$

где MRS - показатель минимальной длительной прочности полиэтилена, использованного для изготовления труб и соединительных деталей, МПа (для ПЭ 80 и ПЭ 100 этот показатель равен 8,0 и 10,0 МПа соответственно);

MOP - рабочее давление транспортируемой среды (водопроводной воды, сточной жидкости) МПа, соответствующее максимальному значению давления для трубопроводной системы;

C - коэффициент запаса прочности, выбираемый в зависимости от условий работы трубопровода.

3.1.3. Полиэтиленовые трубы и соединительные части выбираются в соответствии с нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке. При строительстве напорных трубопроводов, как правило, должны использоваться соединительные части, имеющие значение показателя SDR меньшей величины показателя SDR для трубы.

При равенстве SDR у полиэтиленовых труб и сварных соединительных частей должны использоваться усиленные стеклопластиковой обмоткой на эпоксидной или полиэфирной смоле соединительные части. При отсутствии такого усиления сварные соединительные части при монтаже усиливаются бетонированием.

3.1.4. Для устройства ответвлений от полиэтиленовых напорных трубопроводов используются седельные отводы.

3.1.5. Соединения полиэтиленовых труб со стальными могут осуществляться с помощью неразъемных соединений "полиэтилен-сталь", которые изготавливают в заводских условиях по технической документации утвержденной в установленном порядке и которые имеют паспорт или сертификат, свидетельствующий об их качестве.

3.1.6. Присоединение полиэтиленовых трубопроводов к металлической запорной арматуре может быть выполнено как непосредственно при помощи разъемных соединений, так и через стальные вставки с неразъемными соединениями "полиэтилен-сталь".

3.1.7. В случае протягивания полиэтиленовых труб через металлический или асбестоцементный футляр с целью обеспечения сохранности ее поверхности допускается использование специальных защитных колец (закрепленных на трубе липкой синтетической лентой) или другими способами. Если состояние внутренней поверхности футляра исключает возможность повреждения полиэтиленовой трубы, то дополнительных мер по ее защите можно не предусматривать.

Прочностные характеристики полиэтиленовых труб

3.1.8. Прочность и устойчивость напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб

должна обеспечиваться на всех стадиях строительства, испытаний и эксплуатации за счет соблюдения технологических параметров прокладки, а также с учетом:

- размеров труб, выбранных по рабочему (нормативному) давлению;
- принятого конструктивного решения, т.е. оценки допустимости назначенных радиусов упругого изгиба трубопровода и температурного перепада;
- сохранения кольцевой формы поперечного сечения (предельно допустимой величины овализации);
- срока службы (50 лет).

3.1.9. Расчетными характеристиками полиэтиленовых труб являются: минимальная длительная прочность, модуль ползучести материала трубы, коэффициент линейного теплового расширения, коэффициент Пуассона и другие, которые должны приниматься по соответствующим нормативам (например, по ГОСТ 18599 – 2001) или по данным заводов-изготовителей. В исключительных случаях расчетные характеристики определяются по результатам испытаний сертифицированных специализированных лабораторий. Например, согласно ГОСТ 18599 – 2001 минимальная длительная прочность для труб ПЭ 80 и ПЭ 100 составляет соответственно 8,0 и 10,0 МПа

3.1.10. Долговременный модуль ползучести (для срока службы напорного трубопровода 50 лет) может быть принят в зависимости от температуры эксплуатации (рис. 1) и напряжений в стенке трубы, которые должны определяться по формуле (2):

$$\sigma = \frac{p(SDR - 1)}{2} \quad (2)$$

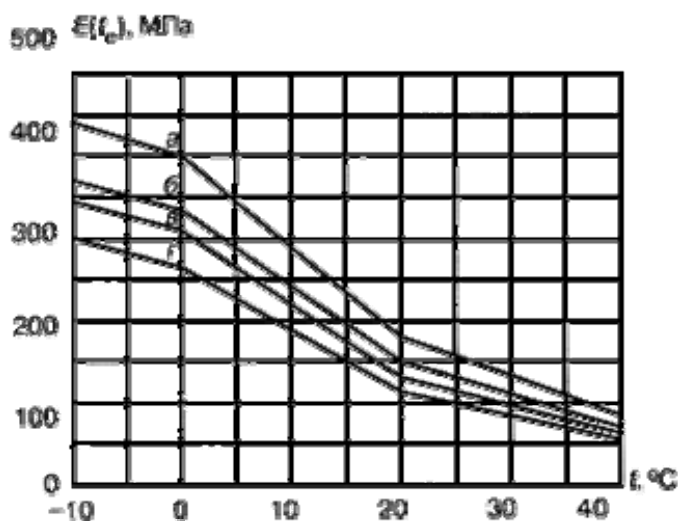


Рис. 1. Изменение модуля ползучести $E(t_e)$ полиэтилена в зависимости от температуры транспортируемой воды (сточной жидкости) t^0 С на конец срока эксплуатации напорного трубопровода (50 лет) для разных растягивающих напряжений σ в стенках труб (а - $\sigma = 1,5$

МПа; б - $\sigma = 2,5$ МПа; в - $\sigma = 3$ МПа; г - $\sigma = 4$ МПа)

Входной контроль качества полиэтиленовых труб и соединительных деталей перед строительством

3.1.11. При поступлении партии полиэтиленовых труб или соединительных частей в строительную организацию производят входной контроль их качества путем внешнего осмотра и измерения основных геометрических параметров изделий на соответствие нормативной документации.

Внешний осмотр и определение размеров труб или деталей производят по методикам, указанным в нормативной документации на изделие.

3.1.12. Каждую партию полиэтиленовых труб (соединительных частей) должен сопровождать сертификат качества. В нем должно быть указано: наименование и (или) товарный знак завода-изготовителя; номер партии и дата изготовления; условное обозначение трубы (соединительной части); размер партии, м (шт.); марка сырья; результаты испытаний или подтверждение о соответствии результатов испытаний требованиям стандарта на изделие; дата выпуска партии; подпись и штамп ОТК.

3.1.13. Для проведения входного контроля от партии труб (соединительных частей) в зависимости от диаметра следует отбирать: 1% для $d_g = 110$ и 160, 2% для $d_g = 225$ мм. При этом количество отбираемых для измерений труб и соединительных частей должно быть не менее 5 образцов. Если количество поступивших труб или деталей меньше 5 штук, то проверяются все.

3.1.14. Внешний вид поверхности труб и соединительных частей определяется визуально без применения увеличительных приборов. Механические испытания труб и соединительных частей при входном контроле не предусматриваются.

3.1.15. По внешнему виду трубы должны иметь гладкие наружную и внутреннюю поверхности. Допускаются продольные полосы и волнистость, не приводящие толщину стенки трубы за пределы допускаемых отклонений. На наружной, внутренней и торцевой поверхностях не допускаются пузыри, трещины, раковины и посторонние включения.

Внутренние и наружные поверхности соединительных частей не должны иметь следов усадки, трещин, вздутий и других повреждений, ухудшающих их эксплуатационные свойства. Допускаются незначительные следы от формующего инструмента, следы

механической обработки и холодных стыков.

3.1.16. Размеры (диаметр и толщина стенки), а также овальность труб и соединительных частей определяются при температуре $(23 \pm 5)^\circ \text{C}$ и затем сравниваются с нормативными значениями. Перед измерением их выдерживают при указанной температуре не менее 2 ч.

Проверку среднего наружного диаметра проводят на каждой трубе измерением длины окружности (с погрешностью не более 0,1 мм в одном сечении трубы на расстоянии не менее 150 мм от торца) и делением на величину π (3,142).

Измерения производятся рулеткой по ГОСТ 7502, штангенциркулем (ГОСТ 166) или микрометром (ГОСТ 6507) с погрешностью не более 0,1 мм.

3.1.17. Для соединительных частей без закладных нагревателей (ЗН) проводят проверку величины наружного присоединительного диаметра и толщины стенки детали в зоне присоединения. Измерения проводят на расстоянии 5 мм от торца детали аналогично с измерением размеров труб.

Для муфт полиэтиленовых с ЗН (ТУ 2291-032-00203536) контролируют средний внутренний диаметр раструба (например, нутромером индикаторным по ГОСТ 868), который вычисляют как среднее арифметическое значение максимального и минимального диаметра.

У седелок с ЗН (ТУ 2248-031-00203536) контролируют величину присоединительного диаметра корпуса отвода и накладки с помощью проходного и непроходного калибров-шаблонов на наличие зазора в зоне сварки и величину среднего наружного диаметра хвостовика корпуса седелки на соответствие требованиям ТУ.

У деталей с ЗН, упакованных в индивидуальные полиэтиленовые пакеты, проверяют целостность упаковки.

У неразъемных соединений "полиэтилен-сталь" (ТУ 2248-025-00203536) проводят проверку целостности защитного покрытия в месте соединения полиэтиленовой и стальной частей величин наружных диаметров и толщины стенки на торцах детали. Измерения проводят на расстоянии 5 мм от торца детали аналогично с измерением размеров труб.

3.1.18. Толщину стенки измеряют микрометром с обоих концов каждой трубы (части) с погрешностью не более 0,01 мм в четырех равномерно распределенных по окружности точках:

- у труб с обоих концов - на расстоянии не менее 10 мм от торца;
- у частей на каждом присоединительном конце - на расстоянии 5 мм от торца.

3.1.19. Овальность труб и соединительных частей всех видов определяют как разность между максимальным и минимальными наружными диаметрами, измеренными в одном сечении пробы штангенциркулем или микрометром с погрешностью не более $\pm 0,1$ мм.

Допустимая абсолютная овальность для используемых марок труб и соответствующих им диаметров, а также величины возможных сужений диаметра в торцах трубы должны соответствовать ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия».

3.1.20. По истечении гарантийного срока хранения, указанного в технических условиях, или при нечеткой маркировке труб и соединительных деталей, а также при несоответствии данных маркировки на изделие сопроводительному документу или утере документа о качестве трубы соединительные детали отбраковываются. Их пригодность к строительству определяется по результатам проведения комплекса испытаний в соответствии с требованиями нормативной документации на их выпуск.

3.1.21. При получении неудовлетворительных результатов испытания хотя бы по одному из показателей (внешнему виду, размерам, овальности) производится повторный контроль на удвоенном количестве образцов, взятых из той же партии. В случае вторичного получения неудовлетворительных результатов данная партия труб (деталей) отбраковывается.

3.1.22. При поступлении труб и деталей на объект производятся внешний осмотр с целью обнаружения возможных повреждений при транспортировке, а также проверка на соответствие маркировок сопроводительным документам.

Транспортировка полиэтиленовых труб и соединительных деталей

3.1.23. Транспортирование и хранение труб и соединительных частей осуществляют в соответствии с требованиями нормативной документации на трубы и соединительные части, а также положениями настоящего ТР.

Одиночные трубы для транспортировки и хранения связываются в пакеты массой до 3 т; из пакетов могут формировать блок-пакеты массой до 5 т.

Трубы длинномерные диаметром до 160 мм включительно сматываются для транспортировки и хранения в бухты или наматываются на катушки.

Трубы диаметром 225 мм и более могут перевозиться без формирования пакетов.

3.1.24. Длина труб в прямых отрезках может быть от 5 м до 24 м с кратностью 0,5 м, длина труб в бухтах составляет от 50 м до 100 м. Длина труб на катушках определяется заводом-изготовителем и объемом заказа по диаметрам от 110 мм до 160 мм.

3.1.25. Транспортная маркировка наносится на грузовые места в соответствии с требованиями ГОСТ 14192.

3.1.26. Бухты и пакеты скрепляют средствами по ГОСТ 21650. Бухты должны быть скреплены не менее чем в шести местах. Концы труб должны быть пригнуты к бухте. Внутренний диаметр бухты должен быть не менее 20 наружных диаметров трубы.

3.1.27. Пакеты труб длиной 6 м скрепляют не менее чем в двух местах, а при большей длине - не менее чем в трех местах.

3.1.28. Трубы можно транспортировать любым видом транспорта с закрытым или открытым кузовом (в крытых или открытых вагонах) с основанием, исключающим провисание труб. Во избежание перемещений труб при перевозке их необходимо закреплять на транспортных средствах текстильными стропами. Транспортировка труб плетевозами не допускается.

3.1.29. При выполнении погрузочно-разгрузочных операций не допускается перемещение труб волоком; сбрасывать трубы и детали с транспортных средств запрещается.

3.1.30. При перевозке труб автотранспортом длина свешивающихся с кузова машины или платформы концов труб не должна превышать 1,5 м.

3.1.31. Трубы, поставляемые на катушках, перевозятся на специальных прицепах в вертикальном положении, допускается транспортировка на платформах в горизонтальном положении. Бухты транспортируются в горизонтальном, а при наличии специальных опор в вертикальном положении.

3.1.32. Во избежание повреждения труб при их транспортировке о металлические и другие твердые предметы нижний ряд труб располагают на деревянных подкладках, укрепленных на платформе транспортного средства. Не связанные в пакеты трубы укладывают так, чтобы в нижнем ряду они располагались вплотную одна к другой, а в последующих рядах в гнездах, образуемых нижележащими трубами.

Для погрузочно-разгрузочных работ рекомендуется использовать вилочные автопогрузчики. Для подъема упаковок соединительных деталей нельзя использовать крюки. Захваты автопогрузчика должны быть соответствующим образом закрыты, например обрезками полиэтиленовой трубы, а также иметь деревянные поддоны.

3.1.33. В качестве строповочных средств используют текстильные канаты. Использование стальных канатов для подъема одиночных труб или пакетов не рекомендуется.

3.1.34. Трубы и соединительные детали необходимо оберегать от ударов и механических нагрузок, а их поверхности - от нанесения царапин. При транспортировке следует избегать изгиба труб. Особенно осторожно следует обращаться с трубами и деталями при низких температурах.

3.1.35. Транспортировка, погрузка и разгрузка труб производятся при температуре наружного воздуха не ниже минус 20°C. Допускается погрузку, разгрузку и транспортировку труб в пакетах производить при температурах не ниже минус 40 °C; при этом необходимо

избегать резких рывков и соударений.

3.1.36. Трубы хранятся в соответствии с требованиями ГОСТ 18599-2001. Трубы в пакетах должны храниться на чистой, ровной поверхности и снаружи поддерживаться опорами. В целях безопасности высота уложенных пакетов не должна превышать 3 м. Заглушки, которые предотвращают попадание грязи в трубы, во время хранения не снимаются.

3.1.37. Соединительные части рекомендуется доставлять на объекты строительства в контейнерах с надежным креплением. На контейнеры наносится надпись "Не бросать". Допускается использовать любой вид упаковки, обеспечивающий сохранность деталей при транспортировке и хранении в течение гарантийного срока.

3.1.38. Трубы и соединительные детали хранятся отдельно по партиям, сортаменту, виду материала. Не допускается при хранении смешивать трубы и детали из полиэтилена разных марок и *SDR*.

3.1.39. Катушки хранятся в вертикальном положении между специальными опорами. На складе необходимо иметь оборудование для безопасного подъема, перемещения и погрузки.

3.1.40. Сварные соединительные части хранят в закрытых складских помещениях в условиях, исключающих их деформирование, попадание масел и смазок не ближе 1 м от нагревательных приборов и преимущественно на стеллажах.

Соединительные детали с ЗН хранятся в индивидуальных герметичных полиэтиленовых пакетах до момента их использования.

Соединительные детали с наваренными отводами для стыковой сварки могут храниться на открытом воздухе в течение короткого времени (определяемой технологической паузой монтажа соответствующих узлов) как при положительной, так и отрицательной температурах, но при условии защиты от повреждений и воздействия прямых солнечных лучей, например, с использованием переносных тентов.

Типы соединений трубопроводов

3.1.41. Соединения полиэтиленовых труб между собой и с полиэтиленовыми соединительными частями производятся сваркой в раструб и встык нагретым инструментом и сваркой при помощи соединительных деталей с закладными нагревателями (ЗН). Соединения полиэтиленовых труб со стальными трубами (или арматурой) выполняются разъёмными (с помощью фланцев) или неразъёмными, допускается применение соединений "полиэтилен-сталь".

3.1.42. Сварочные работы могут производиться при температуре окружающего воздуха

от минус 15 °С до плюс 45 °С. При выполнении сварочных работ при других температурах в технических условиях, стандартах или сертификатах на материалы определяется особый технологический режим сварки, который должен быть аттестован в соответствии с РД 03-614-03.

3.1.43. Если особый режим сварки не установлен в этих документах, то при более широком интервале температур сварочные работы рекомендуется выполнять в помещениях (укрытиях), обеспечивающих соблюдение заданного температурного интервала.

Место сварки защищают от атмосферных осадков, ветра, пыли и песка, а в летнее время и от интенсивного солнечного излучения. При сварке свободный конец трубы или плети закрывают для предотвращения сквозняков внутри свариваемых труб.

3.1.44. Концы труб, деформированные сверх нормативного значения или имеющие забоины, рекомендуется обрезать под прямым углом.

3.1.45. Сварочное оборудование должно проходить систематическое ежегодное сервисное обслуживание предприятием фирмы-производителя этого оборудования или представителем фирмы, имеющим допуск к сервисному обслуживанию этого оборудования. Дата последующего сервисного обслуживания должна, как правило, автоматически вводиться в протоколы сварки при проведении монтажных работ.

Аттестацию сварного оборудования производят в соответствии с РД 03-614-03.

Сварка встык нагретым инструментом

3.1.46. Сваркой встык нагретым инструментом соединяются полиэтиленовые трубы и части с толщиной стенки по торцам более 5 мм. Не рекомендуется сварка встык труб с разной толщиной стенок (*SDR*), изготовленных из разных марок полиэтилена.

Технологические параметры сварки выбираются по таблицам Приложения 3.1. в соответствии с маркой полиэтилена, из которого изготовлены трубы и детали.

3.1.47. Сборку и сварку труб и частей рекомендуется производить на сварочных машинах с высокой и средней степенью автоматизации процесса сварки. Допускается также использовать машины с ручным управлением процессом сварки, но с обязательным автоматическим поддержанием заданной температуры нагретого инструмента. (Не допускается применять нагревательные инструменты нагреваемые газом.) Перечни сварочных машин и источников питания приведены в Приложении 3.2.

3.1.48. Технологический процесс соединения труб и деталей сваркой встык включает следующую последовательность операций (рис.2):

- подготовку труб и частей к сварке (очистка, сборка, центровка, механическая

обработка торцов, проверка совпадения торцов и зазора в стыке);

- сварку стыка (оплавление, нагрев торцов, удаление нагретого инструмента, осадка стыка, охлаждение соединения).

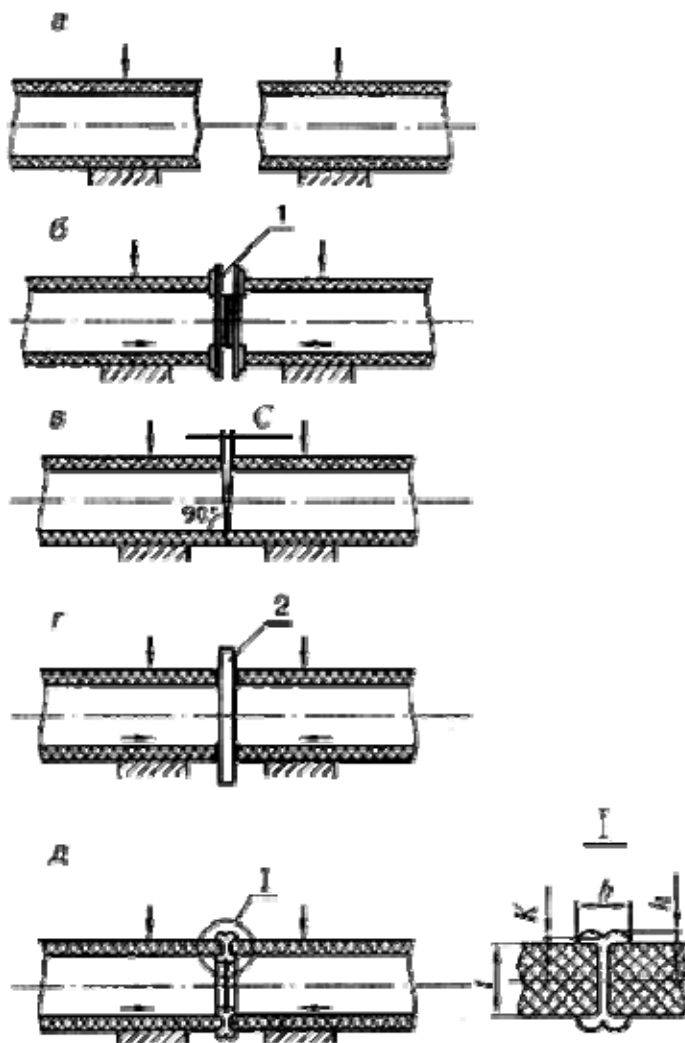


Рис. 2. Последовательность процесса сборки и сварки встык полиэтиленовых труб

- а - центровка и закрепление труб в зажимах сварочной машины;
- б - механическая обработка торцов труб с помощью торцовки 1;
- в - проверка соосности и точности совпадения торцов по величине зазора C ;
- г - оплавление и нагрев свариваемых поверхностей нагретым инструментом 2;
- д - осадка стыка до образования сварного соединения (в сечении I даны буквенные обозначения основных геометрических размеров соединения встык, регламентированные пунктами 3.4.11 и 3.4.12 настоящего ТР)

3.1.49. Перед сваркой труб и соединительных частей необходимо тщательно очистить их полости от грунта, снега, льда, камней и других посторонних предметов, а соединяемые концы - от всех загрязнений на расстояние не менее 50 мм от торцов. Очистку производят

сухими или увлажненными кусками мягкой ткани из растительных волокон с дальнейшей протиркой и просушкой. Если концы труб или деталей (вследствие небрежного хранения) окажутся загрязненными смазкой, маслом или какими-либо другими веществами, то их удаляют с помощью спирта, ацетона или других специальных обезжиривающих составов. Не рекомендуется производить очистку и обезжиривание цветными и синтетическими волокнистыми тканями.

3.1.50. Концы труб и соединительных частей центруют в зажимах центратора сварочной машины по наружной поверхности таким образом, чтобы максимальная величина смещения наружных кромок не превышала 10% толщины стенок труб и деталей. Подгонку труб и деталей при центровке осуществляют поворотом одного из свариваемых концов вокруг их оси, перестановкой опор по длине трубы. При сварке встык вылет концов труб из зажимов центраторов обычно составляет 15-30 мм, а привариваемых деталей - не менее 5-15 мм.

3.1.51. Закрепленные и сцентрированные концы труб и деталей перед сваркой подвергают механической обработке - торцеванию с целью выравнивания свариваемых поверхностей непосредственно в сварочной машине. После механической обработки загрязнение поверхности торцов не допускается. Удаление стружки из полости трубы или детали производят с помощью кисти, а снятие заусенцев с острых кромок торца - с помощью ножа.

После обработки повторно проверяют центровку и отсутствие зазоров в стыке. Между торцами, приведенными в соприкосновение, не должно быть зазоров, превышающих: 0,3 мм (при диаметре труб 110 мм), 0,5 мм (225 мм), 0,8 мм (от 250 до 315 мм включительно) и 1,0 мм (355 мм и выше.).

3.1.52. При производстве сварки встык следят за обеспечением основных параметров температуры нагретого инструмента T_H ; продолжительности оплавления $t_{оп}$ и нагрева t_H ; давлений нагретого инструмента на торцы при оплавлении $P_{оп}$ и нагреве P_H ; продолжительности технологической паузы между окончанием нагрева и началом осадки $t_{п}$ и $t_{охл}$; давлений на торцы при осадке $P_{ос}$.

3.1.53. Изменение величины параметров во времени в процессе сварки производят по циклограмме (рис. 3.).

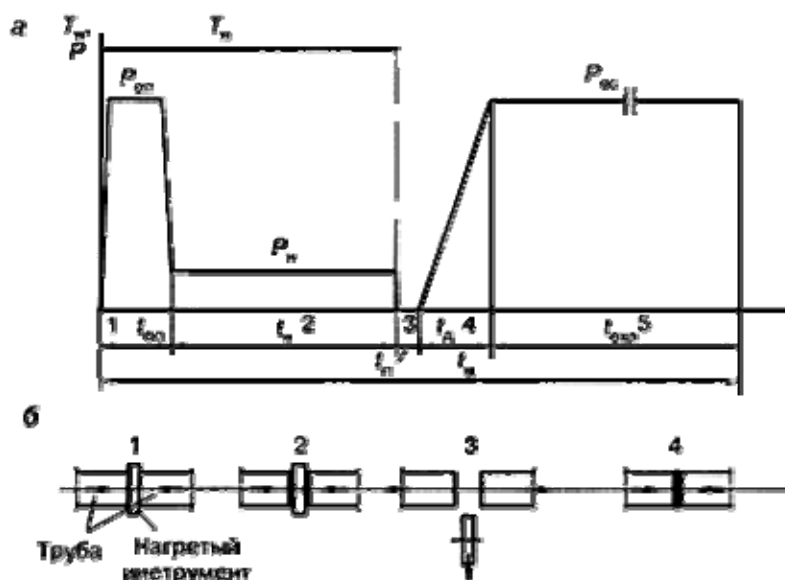


Рис. 3. Циклограмма процесса сварки полиэтиленовых труб встык нагретым инструментом

а - диаграмма изменения во времени t давления на торцах P и температуры нагретого инструмента T_n ;

б - последовательность протекания процесса сварки;

1 - оплавление торцов; 2 - нагрев концов труб; 3 - вывод нагретого инструмента (технологическая пауза); 4, 5 - осадка и охлаждение стыка

3.1.54. Температуру рабочей поверхности нагретого инструмента выбирают по таблице 3.1.1. Приложения 3.1. в зависимости от материала свариваемых труб (ПЭ 80, ПЭ 100). Продолжительность оплавления $t_{оп}$, как правило, не нормируется и зависит от появления первичного грата.

3.1.55. Оплавление и нагрев торцов свариваемых труб и деталей осуществляют одновременно посредством их контакта с рабочими поверхностями нагретого инструмента.

Оплавление торцов необходимо выполнять при давлении $P_{оп}=0,2 \pm 0,02$ МПа в течение времени $t_{оп}$ достаточного для образования по всему периметру контактирующих с нагревателем торцов труб валиков расплавленного материала (первичного грата) высотой не менее: 1,0 мм при толщине стенок труб от 5 до 10 мм и 1,5 мм при толщине 10 - 12мм.

После появления первичного грата давление необходимо снижать до $P_n=0,02 \pm 0,01$ МПа и торцы нагревать в течение времени t_n , которое в зависимости от сортамента (толщины стенки) труб и деталей, температуры окружающего воздуха T_0 следует выбирать

по табл. 3.1.2 Приложения 3.1.

Допускается давление P_H снижать до минимума при сохранении постоянства контакта торцов труб (деталей) с нагретым инструментом.

3.1.56. Продолжительность технологической паузы, необходимой для удаления нагретого инструмента, должна быть минимальной, не более: 4 с (d_g 90-140 мм), 5 с (d_g 160-225 мм) и 6 с (d_g 250-315мм).

3.1.57. После удаления нагретого инструмента торцы труб и деталей сводят и производят осадку стыка при давлении $P_{oc}=0,2\pm0,02$ МПа. Осадку стыка необходимо осуществлять плавным увеличением давления до заданного уровня.

Время нарастания давления осадки t_d для труб из ПЭ 80 и ПЭ 100 следует принимать по табл. 3.1.3. Приложения 3.1.

3.1.58. Охлаждение стыка необходимо производить под давлением осадки в течение времени $t_{охл}$, величина которого принимается по табл. 3.1.4. Приложения 3.1. в зависимости от толщины стенки свариваемых труб и деталей и температуры окружающего воздуха T_o . Принудительное охлаждение стыка не допускается.

3.1.59. С целью повышения точности поддержания заданных давлений ($P_{оп}$, P_H , P_{oc}) в процессе сварки необходимо учитывать потери на трение движущихся частей сварочной машины и перемещаемой при сварке трубы (секции). Для этого перед сваркой каждого стыка производят замер усилия при холостом ходе подвижного зажима центратора машины с закрепленной в нем трубой (секцией), который суммируют с усилием, необходимым для создания заданных давлений ($P_{оп}$, P_H , P_{oc}).

Для уменьшения потерь на трение рекомендуется использовать переносные и регулируемые по высоте роликовые опоры.

3.1.60. Параметры циклограммы процесса (см. рис. 3) и режимы сварки (Приложение 3.1.) труб различного сортамента соблюдаются при использовании сварочной машины с высокой степенью автоматизации; при использовании машин со средней степенью автоматизации часть параметров поддерживается в ручном режиме; в сварочных машинах с ручным управлением автоматически поддерживается только температура нагревательного инструмента.

3.1.61. При сварке нагретым инструментом рабочие поверхности нагревателя должны быть покрыты антиадгезионным слоем, препятствующим налипанию расплава на инструмент.

3.1.62. Маркировку сварных стыков (код оператора) производят несмываемым

карандашом-маркером яркого цвета (например: белого или желтого - для черных труб, черного и голубого - для желтых труб). Маркировку (номер стыка и код оператора) наносят рядом со стыком со стороны заводской маркировки труб. Допускается маркировку (код оператора) производить клеймом на горячем расплаве грата через 20 - 40 с после окончания операции осадки в процессе охлаждения стыка в зажимах центратора сварочной машины в двух диаметрально противоположных точках. Рекомендуется использовать клейма типа ПУ-6 или ПУ-8 по ГОСТ 2930.

Сварка соединительными деталями с закладным нагревателем

3.1.63. Сварку труб соединительными деталями с закладными нагревателями следует производить преимущественно:

- при прокладке новых, перекладке и реконструкции ветхих трубопроводов с использованием длинномерных труб (трубных плетей) или в стесненных условиях;
- для соединения труб и соединительных деталей с разной толщиной стенки, при толщине стенки менее 5 мм или изготовленных из разных марок полиэтилена;
- для врезки ответвлений в полиэтиленовые напорные трубопроводы;
- при строительстве особо ответственных участков напорных трубопроводов (стесненные условия, пересечение дорог и пр.);
- при необходимости устройства на полиэтиленовых трубопроводах мертвых опор.

3.1.64. Для сварки труб соединительными деталями с закладными нагревателями применяют сварочные аппараты, работающие от сети переменного тока напряжением 230 В (190-270 В), от аккумуляторных батарей или от передвижных источников питания (мини-электростанций). Перечень рекомендуемых сварочных аппаратов и источников питания приведен в Приложении 3.2.

3.1.65. Технологический процесс соединения труб с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями включает следующие операции (рис. 4):

- подготовку концов труб (очистка от загрязнений, механическая обработка, циклевка свариваемых поверхностей, разметка и обезжиривание);
- сборку стыка (установка и закрепление концов свариваемых труб в зажимах позиционера (центрирующего приспособления) с одновременной посадкой детали с ЗН, подключение детали с ЗН к сварочному аппарату);
- сварку (задание программы процесса сварки, его реализация, нагрев и охлаждение соединения).

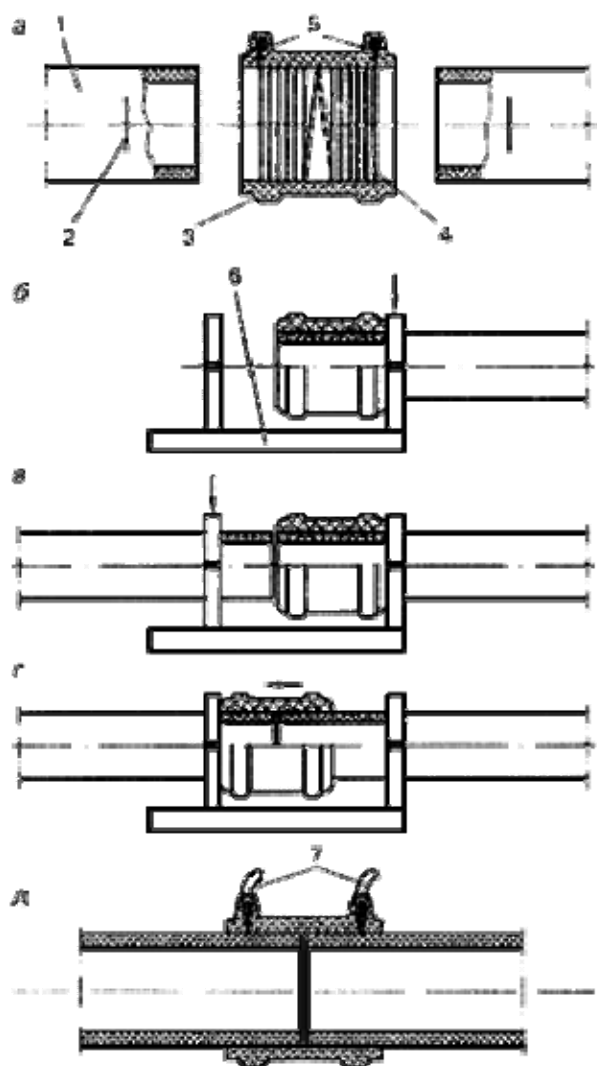


Рис. 4. Схема сварки труб с использованием муфт с закладным нагревателем

а - подготовка соединяемых элементов;

б, в, г - этапы сборки стыка;

д - собранный под сварку стык;

1 - труба; 2 - метка посадки муфты и механической обработки поверхности трубы; 3 - муфта; 4 - закладной нагреватель; 5 - клеммы токопровода; 6 - позиционер; 7 - токоподводящие кабели сварочного аппарата

Для исключения неправильного распределения тепла внутри соединения, приводящего к сильному расплавлению полиэтилена, не рекомендуется превышать величину косого среза торца трубы а (рис. 5, табл.1).

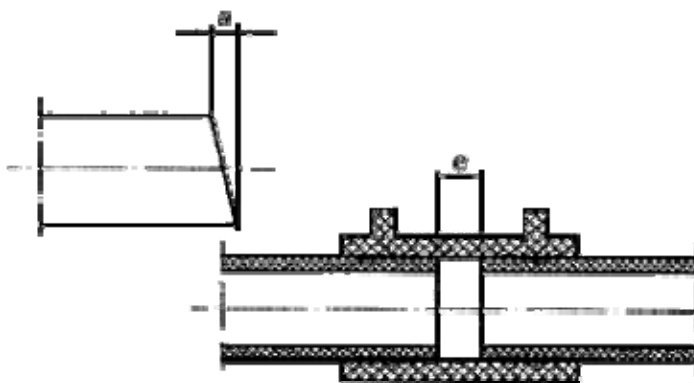


Рис. 5. Параметры размещения полиэтиленовой трубы в муфте
с закладными нагревателями

α - максимальный допуск косого среза трубы;

e - максимальный зазор между двумя концами труб в муфте

Таблица 1.

Диаметр, мм	111	125	140	160	180	200	225	250	280	315
α	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
e	11	13	14	16	17	18	20	22	23	24

Очистку концов труб от загрязнений производят так же, как при выполнении сварки встык. Длина очищаемых концов труб должна быть, как правило, не менее 1,5 длины раструбной части применяемых для сварки деталей.

На длине не менее половины длины используемой при сварке детали производят обработку наружных поверхностей концов свариваемых труб: снимают слой полиэтилена толщиной 0,1-0,2 мм. Для обработки следует использовать механический инструмент (торцовочную оправку), которая обеспечивает быстрое и равномерное снятие оксидного слоя с поверхности труб. Кольцевой зазор между трубой и соединительной деталью не должен превышать 0,3 мм и после сборки на трубе должны быть видны следы механической обработки поверхности.

Для правильной центровки соединения после механической обработки на концы свариваемых труб наносят метки глубины посадки муфты (соединительной детали) равные половине ее длины.

После механической обработки свариваемые поверхности труб и муфты (детали с закладными нагревателями механической обработке не подвергаются) обезжиривают,

протирают салфеткой из хлопчатобумажной ткани, смоченной в спирте или других специальных обезжиривающих составах, которые полностью испаряются со свариваемых поверхностей. Механическую обработку и протирку труб и деталей производят непосредственно перед сваркой.

Детали с закладными нагревателями, поставляемые изготовителем в индивидуальной герметичной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сборкой, обезжириванию допускается не подвергать.

3.1.66. Сборка стыка заключается в установке муфты на концы свариваемых труб до ранее нанесенных меток (до ограничителя в муфте или по упору в позиционере). Для сборки стыков труб, поставляемых в отрезках, рекомендуется использовать центрирующие хомуты и позиционеры.

При сборке труб и муфт производятся следующие технологические операции:

- надвижка муфты на первую трубу до метки,
- закрепление конца трубы в зажиме позиционера,
- установка в упор в торец первой трубы и закрепление конца второй трубы в зажиме позиционера,
- введение второй трубы в муфту до метки, нанесенной на трубу (на 0,5 длины муфты);
- подключение к клеммам муфты токоподводящих кабелей от сварочного аппарата

В случаях, когда муфты снабжены внутренним ограничителем (кольцевым выступом), трубы сначала вдвигаются в муфту до упора торцов труб в кольцевой выступ, а затем собранное соединение закрепляется в позиционере.

Если свариваемые концы труб имеют овальность больше 1,5% наружного диаметра трубы или $\geq 1,5$ мм, то перед сборкой стыка для придания им округлой формы используют инвентарные калибрующие зажимы, которые устанавливают на трубы на удалении 15-30 мм от меток или устраняют овальность при помощи специальных приспособлений.

Во избежание повреждения закладных нагревателей (проволочных электроспиралей) надевание детали с ЗН на конец трубы или введение конца трубы в муфту производят без перекосов. Концы труб, входящие в соединительные детали, не должны находиться под действием изгибающих напряжений и под действием усилий от собственного веса. Качество сборки можно проверить вращением вручную муфты на трубах: для этого не должно требоваться больших усилий.

3.1.67. Параметры режимов сварки устанавливают в зависимости от вида и сортамента используемых соединительных деталей с ЗН и (или) сварочных аппаратов в соответствии с указаниями заводов-изготовителей в паспортах изделий. При включении аппарата процесс сварки происходит в автоматическом режиме.

В паспорте детали с ЗН или на штрих - коде указываются время охлаждения сварного соединения до тех температур, при которых это соединение можно перемещать, трубопровод может воспринимать монтажные нагрузки и подвергаться испытательному или рабочему давлению. В процессе сварки и последующем естественном охлаждении сварное соединение не должно подвергаться монтажным нагрузкам.

3.1.68. Седловые отводы приваривают к трубам в следующей технологической последовательности:

- размечают место приварки отвода на трубе (рис.6);
- поверхность трубы в месте приварки отвода зачищают с помощью цикли;
- привариваемую поверхность отвода обезжиривают (при поставке отводов в герметичной индивидуальной упаковке, вскрываемой непосредственно перед сборкой, обезжиривание не производят);
- отвод устанавливают на трубу и прикрепляют с помощью специальных зажимов, хомутов и т.п. (см. рис. 6);
- если труба в зоне приварки отвода имеет повышенную овальность (больше 1,5% наружного диаметра трубы или $\geq 1,5$ мм), то перед установкой отвода трубе придают правильную геометрическую форму с помощью калибрующих зажимов, укрепляемых на трубе на расстоянии 15-30 мм от меток (зажимы снимают только после сварки и охлаждения соединения);
- подключают к контактными клеммам токоподвода сварочные кабели;
- производят сварку;
- после окончания сварки и охлаждения перед фрезерованием трубы производят визуальный контроль качества сварного соединения. Рекомендуется для проверки качества сварки через патрубок приваренного отвода подать избыточное давление воздуха внутрь седлового отвода с одновременным обмыливанием места примыкания основания отвода к трубопроводу;
- производят фрезерование стенки трубы для соединения внутренних полостей отвода и трубы после полного охлаждения соединения.

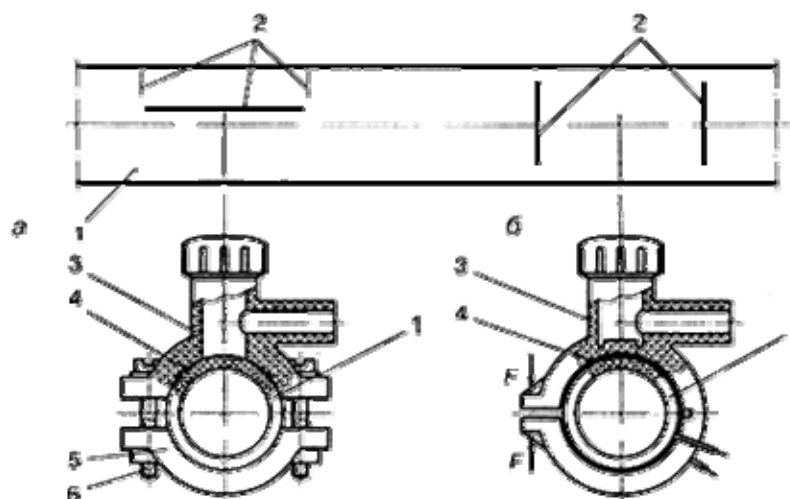


Рис.6. Схемы приварки отводов с закладными нагревательными элементами к полиэтиленовым трубам

а - седловой отвод с закладным нагревателем;

б - отвод с разрезной муфтой с закладным нагревателем;

1 - труба; 2 - метки посадки отводов и механической обработки поверхности трубы; 3 - отвод; 4 - закладной нагреватель; 5 - полухомут; 6 - винты крепления;

F - усилие прижатия отвода при сборке и сварке

Технология соединения полиэтиленовых труб со стальными трубами

3.1.69. Полиэтиленовые втулки под фланцы, используемые для изготовления разъёмных соединений "полиэтилен-сталь", соединяют с трубами сваркой встык нагретым инструментом или при помощи муфт с закладными нагревателями.

3.1.70. При сварке втулок под фланцы с полиэтиленовыми трубами применяют сварочные устройства, оснащенные приспособлениями для центровки и закрепления втулок.

3.1.71. Рекомендуется сборку и сварку втулок под фланцы с трубами производить в условиях мастерских. При этом втулку приваривают к патрубку длиной не менее 0,8-1,0 м (рис. 7).

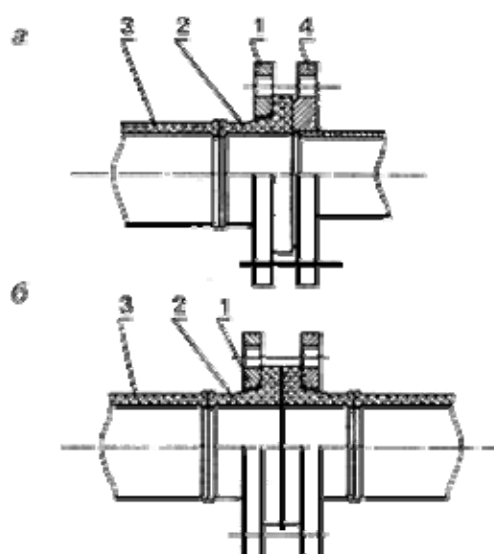


Рис. 7. Схемы фланцевых соединений полиэтиленовых труб

а - со стальными трубами (арматурой);

б - между собой;

1 - фланец стальной свободный; 2 - втулка под фланец из полиэтилена; 3 - труба из полиэтилена; 4 - фланец стальной трубы (арматуры)

3.1.72. Перед приваркой готового узла (втулка-патрубок) или отдельной втулки под фланец к трубе на замыкающем участке напорного трубопровода необходимо предварительно надеть на трубу свободный фланец.

3.1.73. При сборке фланцевых соединений затяжку болтов производят поочередно, закручивая противоположно расположенные гайки тарированным или динамометрическим ключом с усилием регламентированным технологической картой. Гайки болтов располагают на одной стороне фланцевого соединения. Размеры фланцев приведены в Приложении 3.3.

3.1.74. При сварке неразъемных соединений "полиэтилен-сталь" в трубопровод вначале производят сборку и сварку труб из полиэтилена, затем осуществляют сборку и сварку стыка стальных труб. Рекомендуется производить сварку перехода "полиэтилен-сталь" вначале к отрезку стальной трубы длиной до 1 м в условиях мастерских, где доступнее обеспечить температурные условия для зоны раструбного перехода. При электродуговой сварке стыка зона раструбного перехода "полиэтилен-сталь" не должна нагреваться до температуры более 50 °С. Типы соединений "полиэтилен-сталь" и их размеры приведены в Приложении 3.3.

Вварка трубной полиэтиленовой вставки в трубопровод, уложенный в траншею

3.1.75. В траншее трубные вставки вваривают в следующих случаях:

- при замыкании участков строящихся трубопроводов;
- при врезке ответвлений в ранее построенный полиэтиленовый напорный трубопровод;
- при выявлении некачественных сварных соединений.

3.1.76. Трубные вставки вваривают при помощи муфт с закладными нагревателями в трубопроводы диаметром до 315 мм и сваркой встык нагретым инструментом при диаметре до 160 мм (в обоснованных случаях до 225 мм).

3.1.77. При вварке трубной вставки нагретым инструментом встык:

- определяют местонахождение повреждения или дефекта трубопровода;
- освобождают от грунтовой присыпки участок трубопровода необходимой длины;
- расширяют траншею в зоне производства работ и делают приямок для размещения сварочного оборудования;
- очищают, размечают и вырезают поврежденный или заменяемый участок;
- от цельной трубы отрезают вставку требуемого размера;
- приваривают вставку к первому (с меньшей длиной освобождения) концу трубопровода;
- приваривают второй конец трубопровода (с большей длиной освобождения) к вставке с одновременным упругим изгибом трубопровода методом подъема (рис. 8) для обеспечения осевого перемещения конца при сварке встык нагретым инструментом.

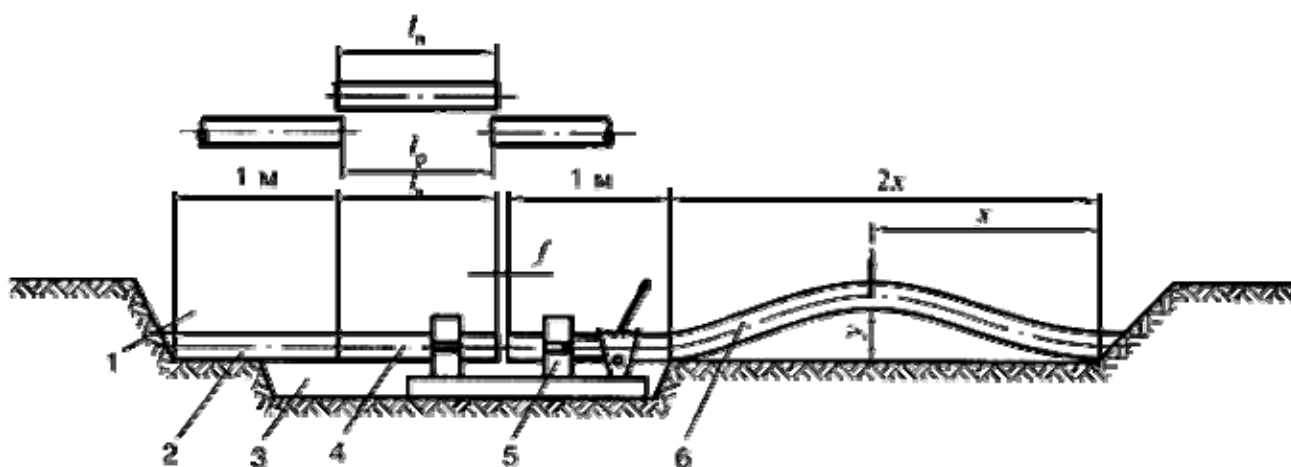


Рис. 8. Схема освобождения полиэтиленового трубопровода от грунтовой присыпки по длине и вварки трубной вставки встык

1 - траншея; 2 - неподвижный конец трубопровода; 3 - прямок; 4 - вставка;
5 - сварочная машина; 6 - подвижный конец трубопровода

3.1.78. Общая длина освобождаемого участка полиэтиленового трубопровода определяется по формуле

$$l_{\text{сум}} = l_{\text{в}} + 2x + 2 \text{ (м)}, \quad (3)$$

где $l_{\text{в}}$ - длина трубной вставки,

$2x$ - длина освобождения "подвижного" конца трубопровода (общая длина увеличена на 2 м с учетом закрепления в зажимах сварочной машины горизонтальных участков концов трубопровода).

3.1.79. Длину освобождения $2x$ и высоту подъема y , требуемую для создания перемещения конца трубопровода (в м), следует принимать с учетом температуры окружающего воздуха T_0 °C (табл.2).

Таблица 2

d_g , мм	T_0 , °C															
	- 15		- 10		- 5		0		+ 10		+ 20		+ 30		+ 45	
	$2x$	y	$2x$	y	$2x$	y	$2x$	y	$2x$	y	$2x$	y	$2x$	y	$2x$	y
110	25	1,1	24	1,1	24	1,1	23	1,1	21	1,0	19	1,0	17	0,9	15	0,9
125	27	1,3	27	1,3	27	1,3	26	1,2	23	1,1	20	1,1	19	1,0	16	1,0
140	29	1,6	28	1,6	28	1,6	27	1,4	25	1,3	22	1,3	20	1,2	18	1,2
160	33	1,6	32	1,6	32	1,6	31	1,6	28	1,5	25	1,4	23	1,4	20	1,3
180	35	1,7	34	1,7	34	1,7	33	1,6	29	1,6	26	1,4	24	1,4	21	1,3
200	38	1,8	37	1,8	36	1,7	35	1,7	32	1,6	28	1,6	26	1,5	23	1,4
225	40	1,8	39	1,8	39	1,7	38	1,7	34	1,7	30	1,6	28	1,5	25	1,4

3.1.80. Длина трубной вставки $l_{\text{в}}$ должна быть, как правило, не менее 500 мм и больше длины расчески трубопровода $l_{\text{р}}$ на 14 мм (для труб диаметром 110-125 мм), на 16 мм (140-160 мм) и на 20 мм (для труб диаметром 180-225 мм).

3.1.81. Величина требуемого для сварки встык нагретым инструментом осевого перемещения конца трубопровода f (см. рис. 8) составляет для труб диаметром: 125-140 мм - 60 мм; 160-225 мм включительно - 80 мм.

3.1.82. Вырезку поврежденного участка трубопровода и резку трубной вставки осуществляют по разметке с помощью ручной ножовки, механических труборезов роликового или гильотинного типа и др.

3.1.83. При сварке замыкающего стыка в процессе выполнения операций обработки торцов, оплавления и осадки подъем и опускание изогнутого конца трубопровода должны быть синхронизированы с перемещением подвижного зажима центратора сварочной машины.

3.1.84. При вварке трубной вставки при помощи муфт с закладными нагревателями общая последовательность работ на стадии подготовки соответствует требованиям настоящего раздела, предусмотренным для сварки труб.

3.1.85. Освобождение трубопровода от грунтовой присыпки производят на длине, определяемой суммой длин ввариваемой вставки $l_{\text{в}}$ и освобождения концов трубопровода (рис. 9 а).

При вварке вставки с помощью муфт ее длина $l_{\text{в}}$ должна быть, как правило, равна длине расчески трубопровода $l_{\text{р}}$, но не менее 500 мм.

Длина освобождения конца трубопровода l должна быть равной 0,5 м (для диаметров до 125 мм) и 1,0 м для труб большего диаметра.

3.1.86. При сварке трубной вставки и муфт последовательность операций заключается в следующем (рис. 9 б, в):

- надевают муфты на подготовленные к сборке концы трубопровода: под один из концов трубопровода с муфтой подводят позиционер, в нем закрепляют конец трубопровода (механическую обработку поверхности концов свариваемых труб производят на длине, не менее длины одной муфты);
- вводят в расщелку трубопровода трубную вставку, один конец которой закрепляют в зажиме позиционера;
- надвигают на оба конца трубной вставки муфты с установкой их по меткам или по упору (в позиционере);
- подключают сварочный аппарат к муфте, установленной в позиционере, и производят

сварку;

- устанавливают на второе соединение позиционер после охлаждения первого соединения и производят сварку.

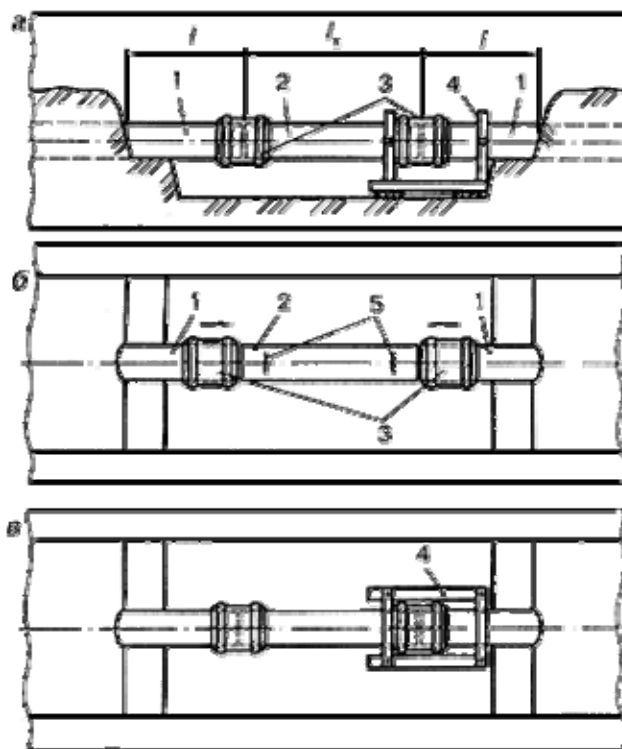


Рис. 9. Схемы освобождения полиэтиленового трубопровода от грунтовой присыпки (а) и последовательности сварки трубной вставки с применением муфт с закладными нагревателями (б, в)

1 - концы трубопровода; 2 - трубная вставка; 3 - муфты; 4 - позиционер для сборки соединения; 5 - метки установки муфт; l - длина освобождения концов трубопровода; $l_{\text{в}}$ - длина вставки

3.1.87. Допускается при наличии двух позиционеров производить сборку и сварку одновременно двух соединений трубной вставки.

Квалификационные испытания сварщиков

3.1.88. Контроль сварки на всех ее этапах производится «Центром технической диагностики МГУП «Мосводоканал».

3.1.89. Аттестация сварщиков и специалистов на право руководства и технического

контроля за проведением сварочных работ при монтаже полимерных труб производится через аттестационные центры, входящие и зарегистрированные в системе Национального аттестационного комитета по сварочному производству (НАКС). Головной организацией по обучению и аттестации сварщиков и специалистов является учебный центр НПО «Стройполимер».

3.1.90. Проверка квалификации сварщиков производится в соответствии с РД-03-495.

Для подтверждения квалификации сварщик должен, как правило, сварить в условиях близких к производственным допускные сварные соединения. Сварка допускных сварных соединений производится в следующих случаях:

- если сварщик впервые приступает к работе на предприятии;
- при перерыве в производстве сварочных работ стыковым способом более двух месяцев;
- при изменении типа сварочного оборудования (для проверки технологических параметров сварки);
- при изменении класса материала (ПЭ 80, ПЭ 100), диаметров (и толщин стенок) свариваемых нагретым инструментом встык труб, если работы выполняются впервые;
- при применении способа сварки, не предусмотренного С П 40-102-2000.

3.1.91. Допускные сварные соединения изготавливаются из отрезков полиэтиленовых труб длиной не менее 300 мм, сваренных между собой при помощи деталей с ЗН или нагретым инструментом встык. Количество допускных соединений при сварке деталями с ЗН должно быть не менее одного, при сварке нагретым инструментом встык - должно составлять не менее:

- одного (при использовании сварочной техники с высокой степенью автоматизации);
- двух (при использовании сварочной техники со средней степенью автоматизации);
- трех (при использовании сварочной техники с ручным управлением).

3.1.92. Допускные сварные соединения независимо от способа сварки подвергают визуальному контролю (внешнему осмотру) и измерительному контролю геометрических параметров.

Если по результатам внешнего осмотра сварные соединения не отвечают установленным требованиям, то сварщик выполняет сварку повторно. Отбор сварных соединений для механических испытаний осуществляют после получения положительных результатов визуального и измерительного контроля.

3.1.93. Допускные стыки, сваренные нагретым инструментом встык, подвергают:

- механическим испытаниям на осевое растяжение;

- ультразвуковому контролю.

3.1.94. Допускные сварные соединения, сваренные соединительными деталями с ЗН, подвергаются механическим испытаниям:

- для муфт, переходов, тройников, заглушек - на сплющивание;
- для седловых отводов - на отрыв.

3.1.95. При неудовлетворительных результатах механического или ультразвукового испытания хотя бы одного сварного соединения сварщик выполняет сварку их удвоенного количества. Если при повторном контроле получены неудовлетворительные результаты хотя бы по одному из дополнительно сваренных соединений, то сварщик признается не выдержавшим испытания и должен пройти переаттестацию в установленном порядке.

3.1.96. По результатам механических испытаний и ультразвукового контроля допускных сварных соединений оформляются протоколы установленной формы, на основании которых сварщик допускается (не допускается) к проведению сварочных работ.

3.2. Общие положения по проведению монтажных и укладочных работ

3.2.1. Работы по укладке трубопроводов рекомендуется производить при температуре наружного воздуха не ниже минус 15 °С и не выше плюс 30 °С. При укладке трубопроводов при более низкой температуре наружного воздуха необходимо организовать их подогрев до требуемой. Это условие может быть выполнено путем пропуска подогретого воздуха через подготовленный к укладке трубопровод. При этом температура подогретого воздуха не должна быть более плюс 60 °С. При укладке полиэтиленовых напорных трубопроводов необходимо учитывать специфические особенности материала труб: высокий коэффициент линейного удлинения (в 10-12 раз выше, чем у стальных) и более низкие по сравнению с металлическими трубами механическую прочность и жесткость, поэтому укладку трубопроводов рекомендуется производить в наиболее холодное время суток летом, а зимой в наиболее теплое время.

3.2.2. Допустимые радиусы упругого изгиба при монтаже и укладке трубопровода (краткосрочное напряжение трубы) не должны быть меньше значений, учитывающих температуру окружающего воздуха (рис. 10).

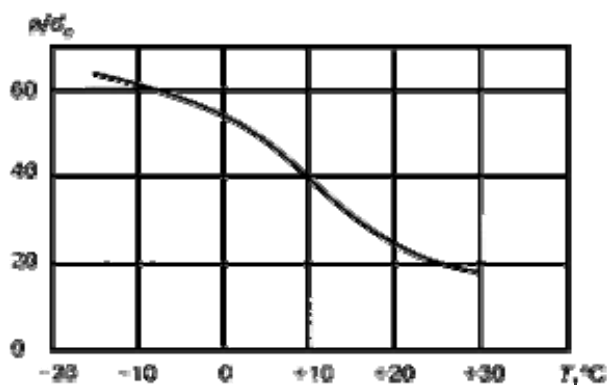


Рис. 10. Зависимость отношения радиуса упругого изгиба полиэтиленовых трубопроводов ρ к наружному диаметру трубы d_e от температуры окружающего воздуха T при монтаже и укладке

3.2.3. Протяженные трубопроводы целесообразно монтировать из заготавливаемых предварительно с обязательным испытанием внутренним пневматическим давлением трубных секций. Такие заготовки развозятся и раскладываются вдоль трассы, после чего они соединяются в плети.

3.2.4. Доставлять трубы или секции на трассу рекомендуется непосредственно перед производством монтажных и укладочных работ.

3.2.5. Укладка в траншею трубопроводов производится, как правило, после окончания процесса сварки и охлаждения соединения, а также демонтажа сварочной техники (позиционеров).

Перед укладкой трубы подвергаются тщательному осмотру с целью обнаружения трещин, подрезов, рисков и других механических повреждений.

3.2.6. Не рекомендуется сбрасывание плети на дно траншеи или ее перемещение волоком по дну траншеи без специальных приспособлений.

3.2.7. Открытые с торцов плети трубопроводов во время производства работ необходимо закрывать инвентарными заглушками.

3.2.8. При укладке трубопроводов в траншею выполняют мероприятия, направленные на снижение напряжений в трубах от температурных изменений в процессе эксплуатации:

- при температуре окружающего воздуха выше плюс 10°C производится укладка трубопроводов "змейкой" (используется их естественная кривизна в плане) с засыпкой в наиболее холодное время суток;

- при температуре ниже плюс 10°C засыпку производят в теплое время суток.

3.2.9. В зимний период трубопровод укладывают на талый грунт. В случае промерзания дна траншеи осуществляют подсыпку дна траншеи песком или мелкогранулированным талым грунтом, сохраняя нормативную глубину заложения трубопровода.

3.2.10. При укладке трубопроводов в скальных, каменистых и насыпных (из строительного мусора) грунтах, а также на замороженное дно траншеи для обеспечения защиты трубопровода от механических повреждений при укладке и засыпке рекомендуется применять мелкогранулированный грунт или песок.

3.2.11. Укладку трубопроводов диаметром 110 мм можно производить с использованием ремней, текстильных строп, текстильных канатов и брезентовых полотенец.

3.2.12. Протяженные трубопроводы диаметром более 160 мм целесообразно укладывать непрерывным методом с использованием двух трубоукладчиков (рис. 11).

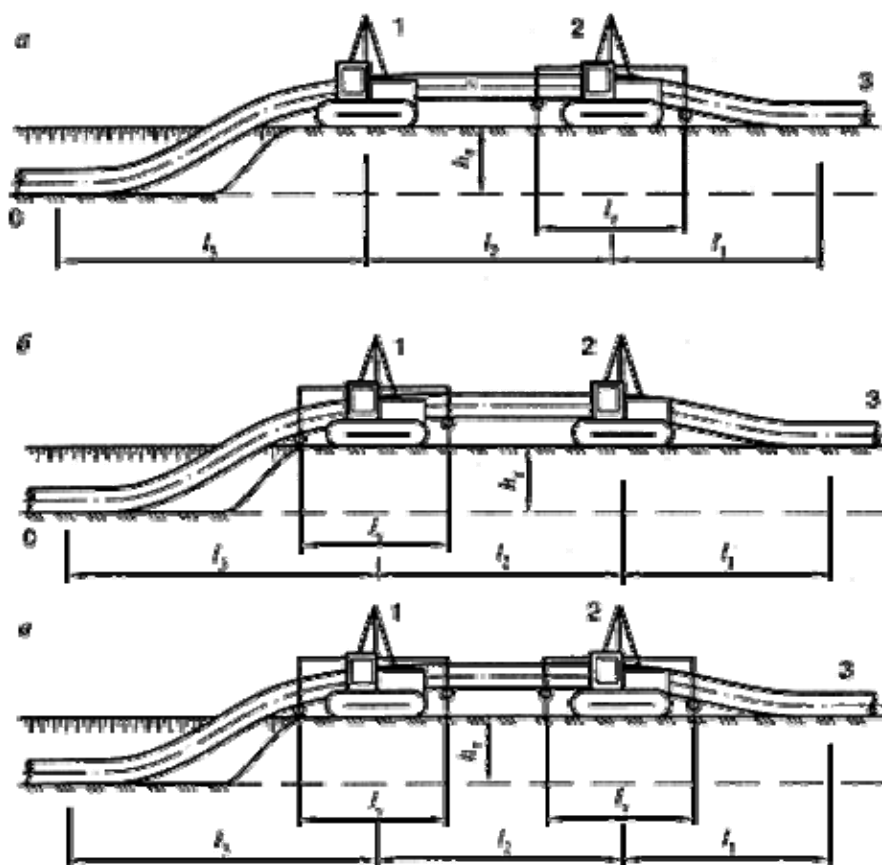


Рис. 11. Схемы непрерывной укладки полиэтиленовых трубопроводов с бермы траншеи с применением траверс на трубоукладчиках
а - головном; б - заднем; в - обоих ;

1 - задний трубоукладчик; 2 - головной трубоукладчик; 3 - трубная плеть
 l_1 - расстояние от начала подъема трубы до трубоукладчика (по центру);
 l_2 - расстояние между трубоукладчиками (по центру);
 l_3 - расстояние от трубоукладчика (по центру) до завершения опускания трубы в траншею (табл. 3)

Таблица 3.

Расстояние, м	Диаметр трубопровода, мм		
	110	125-160	180-225
l_1	15-18	17-20	20-24
l_2	10-12	12-15	14-17
l_3	25-28	30-34	35-40

3.2.13. При прокладке трубопроводов в узкой строительной полосе рекомендуется применять (на прямых участках) способ монтажа трубопровода методом протягивания. Для этого в начальной точке участка трассы устраивается накопительная площадка и устанавливается сварочный пост, а в конечной точке этого участка устанавливается тяговая лебедка. Затем разрабатывается траншея, по которой протягивается плеть по мере наращивания. Для уменьшения трения и тягового усилия (что позволяет увеличить длину протягиваемой плети), а также исключения возможных механических повреждений трубопровода на дне траншеи устанавливаются направляющие ролики. Усилие, прилагаемое к протягиваемому полиэтиленовому трубопроводу, должно приниматься с учетом диаметра труб (табл. 4).

Таблица 4.

Диаметр труб, мм	110-125	160-180	200-225	250-315
Усилие, кН	15	33	65	109

3.2.14. Протягивание полиэтиленовых труб может производиться и в предварительно подготовленные защитные футляры (в случае прохода трассы под дорогами или железнодорожными путями). В этом случае заранее испытанная полиэтиленовая трубная плеть протягивается в футляр, например, с помощью лебедки. Передняя часть плети оснащается оголовником, к которому крепят тяговый трос (рис. 12).

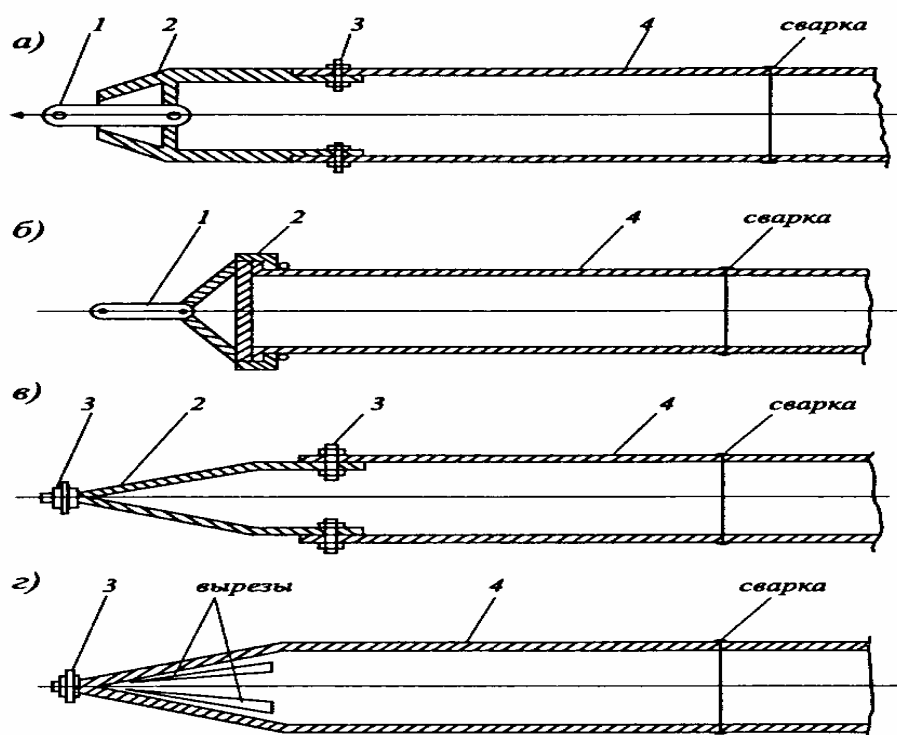


Рис.12. Схемы оголовников для протягивания полиэтиленовых трубопроводов

а – цельный с расширенной частью, соответствующей внешнему диаметру протаскиваемого трубопровода, б – фланцевый с фаской на выступах фланца, в – из металлических тяг, г – из полиэтиленовой трубы

- 1- тяги (минимум 2 единицы), 2- передняя часть оголовника, 3- болты (шурупы), 4- полиэтиленовый трубопровод

Конструкция оголовника должна обеспечивать передачу соответствующих тяговых усилий (см. табл.4).

3.2.15. При прокладке полиэтиленовых трубопроводов под дорогами и другими препятствиями применяются бестраншейные методы прокладки, в т.ч. с защитными футлярами.

Бестраншейная прокладка полиэтиленовых труб может производиться методами горизонтального (наклонного) направленного бурения (в том числе, шнекового), микротоннелирования, ударно-импульсного и статического прокола (продавливания), а также раскатки.

3.2.16. При реализации метода горизонтального (наклонного) направленного бурения последовательность работ состоит из следующих операций: предварительного (пилотного) бурения скважин (с помощью специальных буровых станков) по заранее рассчитанной траектории, последующего расширения скважин (с помощью набора расширителей и буровых головок, которые могут омываться буровым раствором) и протаскивания в образовавшуюся полость полиэтиленового трубопровода.

Большинство установок горизонтального (наклонного) направленного бурения работает с буровым раствором, который необходим для смазки образующейся скважины, её стабилизации, удаления отходов бурения и охлаждения буровой головки или её коронки. В качестве бурового раствора может применяться вода, однако в большинстве случаев используются растворы на основе бентонита или полимеров.

Для протягивания полиэтиленовых труб при соответствующем обосновании не исключается использование установок сухого направленного бурения, в том числе для скальных грунтов, работающих без использования бентонитового раствора. В таких установках буровой раствор заменяется сжатым воздухом и небольшим количеством биоразлагающейся добавки (например, разработанной фирмой Powermole) или водяным распылением (разработка фирмы Steve Vick International).

Для протаскивания в образующуюся полость полиэтиленовых трубопроводов (при толщине стенки не менее 2 % от диаметра трубы) диаметром до 300 мм и длиной до 50 м возможно использование малых установок направленного бурения с тяговым усилием до 4

тс.

Протаскивание полиэтиленовых трубопроводов диаметром до 500 мм на расстояние до 400 м производится средними установками с тяговым усилием до 30 тс, а трубопроводов диаметрами до 1400 мм и длиной до 2000 м – установками с большим тяговым усилием (свыше 50 тс).

3.2.17. При реализации метода микротоннелирования (щитовой проходки) полиэтиленовый трубопровод прокладывается в подземном тоннеле, выполненном с помощью дистанционно управляемого проходческого щита (диаметром до 2 м).

Технология микротоннелирования с использованием полимерных труб наиболее эффективна в песчаных, в том числе, водонасыщенных грунтах (глинах, суглинках, супесях), при проходке в однородном забое.

При реализации метода минимальная глубина заложения верха трубопровода (шелыги) относительно грунтовой поверхности должна быть не менее 1,5 - 2 диаметров трубопровода. Зазор между прокладываемым трубопроводом и расположенными в земле подземными коммуникациями и сооружениями должен составлять не менее 1 м.

3.2.18. При реализации методов ударно-импульсного и статического прокола (продавливания) производится проходка (или расширение) горизонтальных скважин и затягивание в них полиэтиленовых труб (диаметром до 400 мм), например, с помощью пробойников (пневмопробойников, гидропробойников).

Проход пробойника происходит с большой скоростью и незначительным уплотнением грунта в окружающем его пространстве. Это обстоятельство особенно важно при необходимости прокладки полиэтиленового трубопровода в грунте на близком расстоянии от действующих коммуникаций или на небольшом расстоянии до поверхности, позволяя тем самым не нарушать структуру почв и не провоцировать какие-либо деформации в зоне прокладки многочисленных подземных коммуникаций.

3.2.19. При реализации метода раскатки скважин затягивание в них полиэтиленовых трубопроводов может осуществляться прямым ходом (одновременно с образованием в грунте цилиндрической полости с плотными стенками) или обратным ходом после проходки расширителей.

Метод раскатки не рекомендуется для применения в стесненных условиях насыщенного инженерными коммуникациями подземного пространства (при наличии параллельных коммуникаций на трассе проходки не исключается их деформация за счет резкого уплотнения грунта).

3.3. Общие положения по реконструкции (ремонту) стальных трубопроводов

Общие требования к проектированию реконструкции

3.3.1. Положения настоящего раздела распространяются на проведение работ по реконструкции (ремонту) ветхих подземных стальных напорных трубопроводов систем водоснабжения и канализации:

- при использовании существующих труб в качестве каркаса (остова) для протягивания в них полиэтиленовых труб бестраншейными методами (технология без разрушения трубопровода после соответствующей его прочистки и проверки технического состояния);

- при предварительном разрушении существующих труб и последующим протягивании (бестраншейными методами) или укладки (траншейными методами) в освободившееся пространство полиэтиленовых труб.

3.3.2. Решение об использовании конкретного варианта траншейного или бестраншейного восстановления работоспособности напорных сетей систем водоснабжения и канализации принимается после составления общей схемы реконструкции системы на основании технико-экономического сравнения вариантов (Приложения 5) и расчета пропускной способности трубопровода (Приложения 3), а также с учетом требований СНиП, СП и технических нормативов г. Москвы по рассматриваемому вопросу.

3.3.3. При прочих равных условиях применение бестраншейных методов реконструкции ветхих напорных трубопроводов с применением полиэтиленовых труб являются предпочтительнее открытой их перекладки.

При реконструкции напорных трубопроводов могут использоваться протянутые в нем полиэтиленовые трубы с прочностью, которая удовлетворит требованиям предъявляемым к сетям водоснабжения и напорной канализации, что должно устанавливаться в результате прочностного расчета (Приложение 4).

3.3.4. Перед реконструкцией ветхий трубопровод обследуется с помощью телевизионных диагностических комплексов (ТДК) и, в случае принятия решения о сохранении остова, очищается от грата и других неровностей, способных оказать сопротивление или повредить протягиваемый в него полиэтиленовый трубопровод.

Способ очистки внутренней поверхности трубопровода определяется в зависимости от степени и вида загрязнений и может быть проведен с помощью гидравлической промывки, использования механических скребков, поршней, пескоструйных аппаратов и т.п.

3.3.5. Проектная документация выполняется на геоподоснове, действующей на

момент проектирования, и согласовывается в установленном порядке.

В отдельных случаях при небольших объемах работ (при протяженности сети до 200 м) допускается наличие геоподосновы только на разрываемые для проведения работ котлованы с привязкой их и нанесением на схему в масштабе.

Следует предусматривать мероприятия, не допускающие повреждения и возникновения деформаций расположенных в непосредственной близости зданий, сооружений и коммуникаций в процессе строительных работ.

Условия пересечения с подземными сооружениями, коммуникациями и кабельными линиями, попадающими в зону намечаемых к вскрытию котлованов и мест открытой прокладки, согласовываются с заинтересованными организациями на стадии проектирования.

3.3.6. Проектная документация разрабатывается с учетом требований «Положения о едином порядке предпроектной и проектной подготовки строительства в городе Москве» и включает в себя следующие разделы:

- пояснительную записку;
- план и профиль трубопровода с данными гидрогеологических изысканий;
- проект организации строительства;
- строительную часть (по необходимости);
- проект по организации дорожного движения (ООД) (при необходимости);
- технологический регламент процесса обращения с отходами строительства и сноса (ТР);
- сметы.

3.3.7. Выбор марки материала (ПЭ 80, ПЭ 100), стандартных размерных соотношений используемых полиэтиленовых труб (по показателю SDR) и коэффициента запаса прочности проводят в соответствии с требованиями СНиП, СП и настоящего ТР.

Основные и специальные требования к рабочему проекту, проекту организации строительства и производству работ

3.3.8. Проект реконструкции выполняется по заданию эксплуатирующей организации (заказчика) на конкурсной основе специализированными проектными организациями (исполнителями) в соответствии с требованиями СНиП, СП и настоящего ТР.

3.3.9. Реконструкция трубопроводов осуществляется на основе рабочего проекта и разработанных решений по организации строительного производства и технологии проведения работ, которые должны быть приняты в проекте организации строительства

(ПОС), входящем в состав рабочего проекта и проекта производства работ (ППР).

Состав рабочего проекта и входящих в его состав технико-экономического обоснования, графической и рабочей документации, исполнительных схем и чертежей должен соответствовать требованиям СНиП 11.01.

ПОС и ППР разрабатываются в соответствии с требованиями СНиП 3.01.01 на основании исходных данных, представленных заказчиком с учетом уровня технической оснащенности строительной и эксплуатирующей организаций.

3.3.10. При оформлении заказа на проектирование реконструкции ветхих трубопроводов заказчик представляет в проектную организацию согласованные с эксплуатирующей организацией:

- техническое задание с указанием границ реконструкции;
- исполнительную документацию на действующий ветхий трубопровод в объеме, обеспечивающем точное определение положения подлежащего восстановлению трубопровода;
- схему действующего трубопровода со всеми ответвлениями и с указанием расходов транспортируемой воды (сточной жидкости) и напоров на реконструируемом участке;
- перечень потребителей с указанием объемов потребляемых вод или отвода сточной жидкости.

3.3.11. Проекты реконструкции напорных трубопроводов разрабатываются с применением апробированных технических решений, на которые разработаны и введены в действие нормативные документы.

При разработке рабочего проекта рекомендуется рассматривать следующие варианты технических решений:

- сохранение существующего давления в сети, когда это возможно по условиям обеспечения водой потребителей (отвода стоков);
- возможность повышения в трубопроводе рабочего давления (например, в целях повышения пропускной способности трубопровода при выборе полиэтиленовой трубы иного диаметра) с установкой перед некоторыми потребителями индивидуальных регуляторов давления

3.3.12. На рабочих чертежах реконструируемых участков наносятся места расположения близлежащих, расположенных параллельно и пересекаемых подземных инженерных сооружений и коммуникаций, трасс телефонной сети и подземных кабелей, колодцев и смотровых устройств, средств связи и других сооружений.

Соотношение диаметров старого и нового трубопроводов и способ бестраншейной реконструкции определяются по результатам гидравлического расчета пропускной

способности и анализа прохождения трассы реконструируемого трубопровода.

В проекте учитываются возможные дополнительные затраты (например, на проведение теледиагностики внутренней полости реконструируемого трубопровода, удаление механических препятствий и посторонних предметов с помощью ремонтных роботов).

3.3.13. Реконструкцию ветхих трубопроводов следует предусматривать на отдельных участках. Их длина устанавливается в зависимости от местных условий прохождения трассы, состояния внутренней поверхности реконструируемого трубопровода, принятой технологии реконструкции, плотности застройки, количества необходимых ответвлений, наличия крутых поворотов, резких перепадов высот и других факторов.

3.3.14. Расстояние между котлованами, вскрываемыми для качественного производства восстановительных работ, и ограждениями сооружений, например, линии метрополитена, в плане должно составлять не менее 5 м, чтобы основание ограждения не попало в призму обрушения грунта котлована. Расстояние может быть уменьшено в стесненных условиях только при соответствующем техническом обосновании и по согласованию с соответствующими службами.

3.3.15. Проектом учитываются мероприятия и затраты на восстановление дорожных покрытий и зеленых насаждений, поврежденных при проведении реконструкции трубопровода.

3.3.16. Размещать соединения "полиэтилен-сталь" рекомендуется только на прямолинейных участках трубопроводов.

При наличии на реконструируемых участках отводов или тройниковых ответвлений протяжка через них полиэтиленовых труб не рекомендуется. На этом месте предусматриваются котлован и установка соответствующей соединительной части трубопровода.

Протягивание вместе с трубами неразъемных соединений "полиэтилен-сталь" не допускается, а деталей с закладными нагревателями не рекомендуется.

Разработка траншей и устройство котлованов предусматриваются с учетом местных грунтовых условий (наличие водонасыщенных, слабых грунтов и т.п.).

3.3.17. Концы реконструируемых участков между полиэтиленовой и старыми трубами герметично заделываются на глубину не менее 1 м.

3.3.18. При расположении полиэтиленового трубопровода в футлярах обращают внимание на возможные его температурные деформации при эксплуатации. При необходимости предусматривают соответствующие технологические или технические решения, снижающие температурные напряжения в полиэтиленовых трубах.

Компенсация температурных деформаций должна осуществляться, как правило, за счет

самокомпенсации отдельных участков напорного полиэтиленового трубопровода. Установку компенсирующих устройств предусматривают в тех случаях, когда расчетом выявлены недопустимые напряжения в элементах трубопровода или недопустимые усилия на присоединенном к нему оборудовании.

3.3.19. Проектные решения включают чертежи на узлы соединений полиэтиленовых с металлическими соединительными частями, арматурой, старыми трубами, а также конструктивные требования по заделке (уплотнению) футляров. Рекомендуется использовать типовые решения, согласованные в установленном порядке.

3.3.20. Тепловая защита полиэтиленовых труб в местах пересечения с тепловыми сетями и другими тепловыделяющими коммуникациями выполняется с таким расчетом, чтобы температура поверхности полиэтиленового трубопровода не превышала плюс 30 °С в течение всего периода эксплуатации.

3.3.21. Кроме общих требований СНиП 3.01.01 в состав проекта организации строительства (ПОС) включаются следующие специальные:

- план трубопровода с указанием участков, не подлежащих восстановлению, а также мест присоединения этих участков к реконструируемому трубопроводу;
- чертежи на отрываемые котлованы с указанием их точных размеров в соответствии с принятым методом производства восстановительных работ и используемым оборудованием, проходящих рядом с ними подземных инженерных коммуникаций и привязкой котлованов к постоянным ориентирам;
- перечень работ, выполняемых в период, не связанный с прекращением подачи воды (отвода сточной жидкости), и работ, проводимых после отключения восстанавливаемого участка от действующей сети;
- решения по защите отрытых котлованов от возможного затопления дождевыми водами;
- решения о способе проведения прочистки, теледиагностики и удаления препятствий и посторонних предметов из внутренней полости реконструируемого трубопровода или по разрытию дополнительных котлованов;
- решения по защите мест открытого (вне старого трубопровода) расположения полиэтиленовых труб и деталей (под проезжей частью улиц и прочее).

3.3.22. В пояснительной записке ПОС разрабатываются мероприятия по обеспечению безостановочной работы предприятий, попадающих в зону реконструкции (обеспечение подъездных путей и пожарных проездов, установка дополнительных дорожных указателей и т.д.), а также приводятся мероприятия по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности на протяжении всего срока проведения работ по реконструкции.

Состав и детализация проекта производства работ (ППР) устанавливаются строительной организацией, исходя из протяженности и степени сложности объекта реконструкции, и утверждается заказчиком.

3.3.23. При разработке ППР определяются последовательность и сроки выполнения всех технологических операций, при необходимости составляются технологические карты на выполнение отдельных видов работ или используются типовые технологические карты.

3.3.24. До начала производства работ по реконструкции ветхих напорных трубопроводов строительно-монтажной организации необходимо получить разрешение на их проведение; разрешение выдается местной администрацией и согласовывается с заказчиком.

3.3.25. Реконструкцию каждого объекта допускается осуществлять только на основе утвержденного проекта, решений по организации строительства и технологии производства работ. Все этапы выполнения работ должны вестись под контролем представителей организаций, на которые возложен авторский и технический надзор за проведением работ по реконструкции, и организаций, эксплуатирующих смежные коммуникации.

3.3.26. До начала реконструкции строительно-монтажной организацией выполняются мероприятия по подготовке строительного производства в объеме, обеспечивающем осуществление всех работ в максимально короткие сроки, включая проведение общей организационно-технической подготовки, подготовки напорного трубопровода к реконструкции и оборудования к производству монтажных работ.

При реконструкции необходимо осуществлять контроль всех выполняемых операций. Пооперационный контроль осуществляется инженерно-техническими работниками строительно-монтажной организации, прошедшими соответствующий курс обучения.

Технический персонал эксплуатирующей трубопроводные сети организации осуществляет пооперационный контроль после завершения соответствующих этапов работ строительно-монтажной организации согласно требованиям должностных инструкций.

3.3.27. К подготовительным работам относится также прохождение трассы трубопровода в присутствии представителей эксплуатирующей организации и с уведомлением организаций, эксплуатирующих соседствующие подземные инженерные коммуникации. На трассе в натуре отмечаются контуры намечаемых к вскрытию котлованов.

3.3.28. До начала вскрытия дорожных покрытий и разработки котлованов (приямков) необходимо выполнить следующие мероприятия:

- места проведения работ оградить по всему периметру инвентарными щитами или металлической сеткой с обозначением организации, проводящей работы, и телефонами ответственного производителя работ;

- при производстве работ на проезжей части выставить предупредительные знаки на расстоянии 5 м со стороны движения транспорта, освещаемые в ночное время;

- с наступлением темноты установить на ограждении с лобовой стороны на высоте 1,5 м сигнальный красный свет, а место работ осветить прожекторами или переносными лампами.

Размеры и способ ограждения устанавливается в проекте производства работ.

3.3.29. Вскрытие дорожных покрытий и разработку траншей следует проводить в соответствии с проектом производства работ.

Крутизна откосов котлованов должна приниматься в соответствии с требованиями СНиП 12-04 и ГОСТ Р 12.3.048.

При наличии в местах рытья котлованов электрокабелей, кабелей связи, других подземных коммуникаций выемку грунта производят с предварительным извещением и в присутствии представителей эксплуатирующих их организаций, а также с соблюдением мер, исключающих возможность нанесения повреждений коммуникациям. Кабели в пределах пересечения после вскрытия должны заключаться в защитные футляры из пластмассовых лотков, коробов или труб, подвешиваемых, при необходимости, к балке, а также должны выполняться другие требования, предусмотренные ГОСТ Р 12.3.048, СНиП 12-03, СНиП 12-04 и ПБ 12-529.

В случае обнаружения любых подземных коммуникаций или сооружений, не указанных в проектной документации, работы следует приостановить. На место работ следует вызвать автора проекта и представителей организаций, эксплуатирующих смежные коммуникации, для определения их принадлежности и принять меры по их сохранности или ликвидации (с внесением сведений в исполнительную документацию).

3.3.30. Вскрытые участки ветхого трубопровода полностью очищаются от земли. Расстояние в свету между ним и дном котлована должно быть достаточным для производства его резки и восстановления, но не менее 10 см. Выемка нижних слоев грунта и очистка вскрытого трубопровода должны производиться ручным инструментом. Неровности дна котлованов не должны превышать 20-30 мм.

Основные требования по организации работ методом протягивания полиэтиленовых труб

3.3.31. Технология реконструкции заключается в протягивании внутрь ветхого трубопровода плетей (отрезков) из полиэтиленовых труб.

Процесс предусматривает разбиение восстанавливаемой трассы на отдельные участки с возможностью беспрепятственного протягивания полиэтиленовых труб и удобства проведения сопутствующих работ.

3.3.32. Весь комплекс работ, связанных с протягиванием полиэтиленовых труб, кроме сварочных, проводится при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 5 °С.

3.3.33. Длинномерные трубы, смотанные на катушки, и трубы мерной длины, сваренные между собой в плети требуемой длины, перед протягиванием проходят внешний осмотр. Соединение труб производится нагретым инструментом встык и деталями с закладными электронагревателями.

Для сварки труб должны использоваться сварочные машины высокой степени автоматизации.

3.3.34. Протягивание полиэтиленовых плетей осуществляется при помощи лебедок и специального тягового троса из стальных или текстильных канатов, концы которых должны оснащаться соединительными деталями для соединения с тянущим устройством с одной стороны и с оголовником с другой. Тяговый трос должен проходить периодическую проверку как элемент грузоподъемного устройства во избежание его разрыва во время выполнения технологических операций по прочистке и проверке внутренней полости реконструируемого трубопровода и протяжке полиэтиленовой трубы. Для протаскивания тягового каната могут использоваться композиционный полимерный (стеклопластиковый, поликарбонатный или другие) стержень, свинчивающиеся металлические штанги или пневмопроходчики.

3.3.35. Реконструируемый участок предварительно прочищают протягиванием металлического ерша-калибра или иным способом, используемым в практике строительства.

Перед протяжкой плети рекомендуется осуществить протаскивание контрольного отрезка полиэтиленовой трубы длиной 2,0-3,0 наружных ее диаметра для определения состояния внутренней полости старой трубы. Контроль тягового усилия производится по динамометру. Контрольный отрезок трубы после протяжки не должен иметь повреждений глубиной более 5-10 % от толщины стенки.

3.3.36. Подготовленная полиэтиленовая плеть с помощью оголовника и специального захвата прикрепляется к концу тягового троса.

Для предотвращения повреждений полиэтиленовых труб в местах входа и выхода из реконструируемых трубопроводов предусматривают установку гладких втулок с конусным раструбом.

3.4. Общие положения по контролю качества работ

3.4.1. При строительстве и реконструкции трубопроводов с использованием полиэтиленовых труб для обеспечения требуемого уровня качества производят:

- а). проверку квалификации сварщиков;
- б). входной контроль качества применяемых труб, соединительных деталей и других материалов;
- в). технический осмотр сварочных устройств (нагревательного инструмента, сварочного центриатора, торцовки, блока питания, программного устройства, вспомогательного инструмента и т.д.);
- г). систематический операционный контроль качества сборки под сварку и режимов сварки;
- д). визуальный контроль (внешний осмотр) сварных соединений и инструментальный контроль их геометрических параметров;
- е). механические испытания сварных соединений;
- ж). контроль сварных стыковых соединений физическими методами (при необходимости) в соответствии с требованиями;
- з). контроль качества выполненных работ при помощи телевизионных установок;
- и). гидравлические (пневматические) испытания смонтированного полиэтиленового трубопровода при его сдаче в эксплуатацию в соответствии с требованиями СНиП, СП и настоящего ТР.

Проверку по пунктам *а, б, г* следует производить по требованиям настоящего ТР.

Проверку по пунктам *д, е, ж, з*, и следует производить по требованиям и в объеме, предусмотренном СНиП, СП 42-101 и настоящим ТР.

Проверку по пункту *в* следует производить в соответствии с инструкцией по эксплуатации оборудования на соответствие паспортным данным.

Проверка сварочного оборудования и технологического оборудования, находящегося на сервисном обслуживании, выполняется в соответствии с рекомендациями сервисного центра. Дата технического осмотра и его результаты должны быть отражены в журнале производства работ.

Технические требования к контролю качества сварных соединений полиэтиленовых труб

3.4.2. Контролю качества подвергаются сварные соединения полиэтиленовых труб, соответствующих требованиям СП 40-102 -2000 и положениям настоящего ТР.

3.4.3. Методы контроля качества сварных соединений подразделяются на обязательные (экспресс-методы), проводимые лабораториями строительно-монтажных организаций, и специальные, которые рекомендуются к использованию отраслевыми испытательными центрами (в случае необходимости подтверждения результатов экспресс-методов, а также проведения углубленных исследований и других целей).

3.4.4. Вырезку контрольных сварных соединений из трубопровода осуществляют, как правило, в период производства сварочных работ с целью исключения вварки "катушек". Контрольные соединения выполняются по требованию органов надзора в случаях обнаружения нарушений технологии сварки.

3.4.5. Проверке подвергаются допусковые и контрольные соединения, выполненные сварщиком в соответствии с нормами и положениями настоящего ТР.

3.4.6. Сварные соединения, забракованные при внешнем осмотре и измерениях, исправлению не подлежат и должны удаляться из трубопровода.

3.4.7. При неудовлетворительных результатах испытаний сварных соединений экспресс-методами необходимо произвести проверку удвоенного числа соединений тем же методом контроля, по которому были получены неудовлетворительные результаты. Если при повторной проверке хотя бы одно из проверяемых соединений окажется неудовлетворительного качества, то сварщик отстраняется от работы и направляется для переаттестации или проверяется сварочная техника, которая использовалась для сварки этих стыков.

3.4.8. Методы испытаний, обязательные при проведении контроля качества сварных соединений напорных полиэтиленовых трубопроводов, принимаются с учетом способа сварки (табл. 5).

Таблица 5

	Метод испытаний*	Способ сварки
1.	Внешний осмотр	Нагретым инструментом встык, деталями с ЗН
2.	Испытание на осевое растяжение	Нагретым инструментом встык
3.	Ультразвуковой контроль	То же
4.	Пневматические испытания	Нагретым инструментом встык, деталями с ЗН
5.	Испытание на сплющивание	Деталими с ЗН
6.	Испытание на отрыв	Деталими с ЗН (только для

		седловых отводов)
--	--	-------------------

Примечание. Испытания под номерами 2, 4, 5 и 6 проводятся с привлечением специализированных организаций, например, ГУП «НИИМосстрой».

Обязательным методам оценки подвергаются сварные соединения, выполняемые перед началом строительства трубопроводов (допускные стыки) и отбираемые из числа стыков, сваренных каждым сварщиком на объекте строительства (контрольные стыки).

3.4.9. В особых случаях для контроля качества сварных соединений напорных полиэтиленовых трубопроводов может потребоваться использование специальных методов испытаний (табл. 6), которые должны проводиться специализированными организациями.

Таблица 6

Метод испытаний	Способ сварки
Испытание на статический изгиб	Нагретым инструментом встык
Испытание при постоянном внутреннем давлении	Нагретым инструментом встык, деталями с ЗН
Испытание на длительное растяжение	Нагретым инструментом встык
Испытания на стойкость к удару	Деталими с ЗН (только для седловых отводов)

Обязательные методы контроля сварных соединений

Внешний осмотр

3.4.10. Внешнему осмотру подвергаются соединения, выполненные любым способом сварки. Рекомендуется иметь на предприятии контрольные образцы соединений, по которым можно вести наглядное сравнение внешнего вида сварных соединений трубопровода. Порядок оформления контрольных образцов приведен в Приложении 3.4.

3.4.11. Внешний вид сварных соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом встык, должен отвечать следующим требованиям:

- валики сварного шва должны быть симметрично и равномерно распределены по окружности сваренных труб;

- цвет валиков должен быть одного цвета с трубой и не иметь трещин, пор и инородных включений;

- симметричность шва (отношение ширины наружных валиков грата к общей ширине грата) должна быть в пределах 0,3 - 0,7 в любой точке шва; при сварке труб с соединительными деталями это отношение допускается в пределах 0,2 - 0,8;

- смещение наружных кромок свариваемых заготовок не должно превышать 10% толщины стенки трубы (детали);

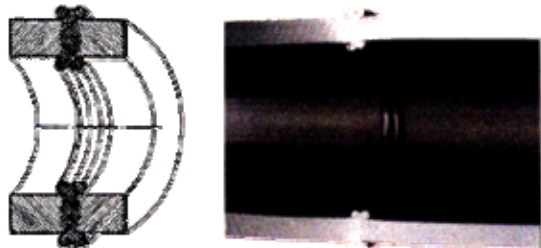
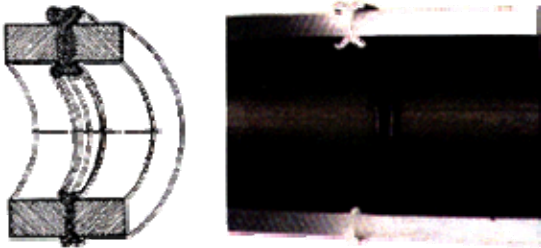
- впадина между валиками грата К (линия сплавления наружных поверхностей валиков грата) не должна находиться ниже наружной поверхности труб (соединительных частей) (см. рис. 2);

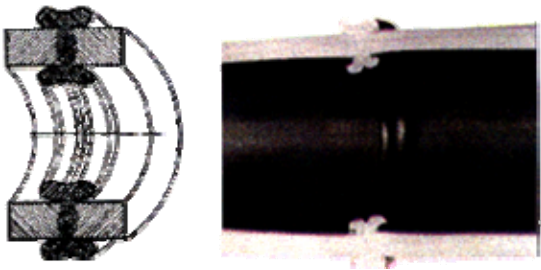
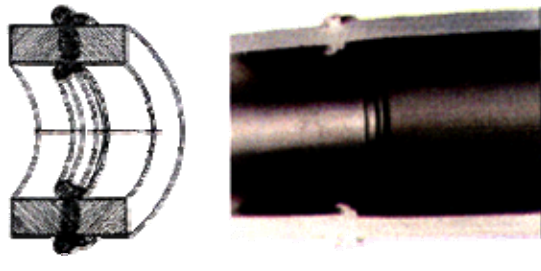
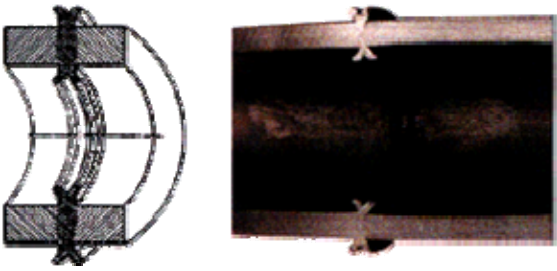
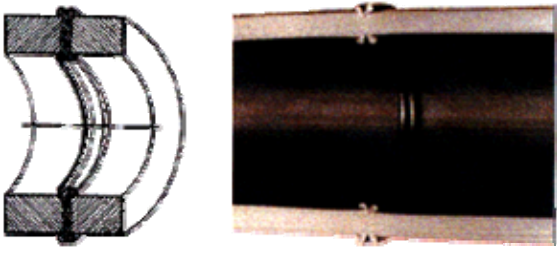
- угол излома сваренных труб или трубы и соединительной детали не должен превышать 5° ;

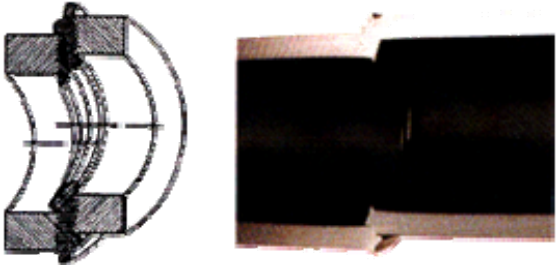
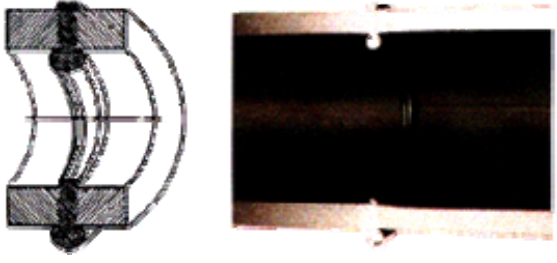
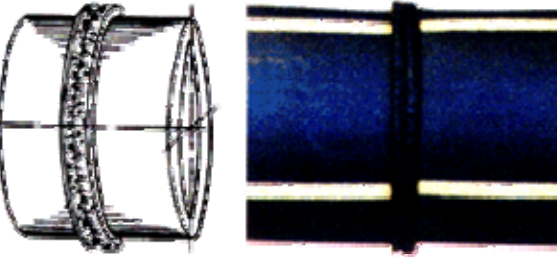
- количество контролируемых сварных соединений должно определяться по мере накопления опыта эксплуатации в зависимости от метода испытаний, условий прокладки, способа сварки, диаметра трубы и других факторов.

3.4.12. Соединения, выполненные сваркой нагретым инструментом встык, считаются удовлетворительными, если они имеют соответствующие внешний вид и размеры сварочного грата (табл.7).

Таблица 7.

Описание	Критерии оценки	Возможные причины брака	Изображение соединений
1. Хороший шов с гладкими и симметричным и валиками грата округлой формы	Размеры наружного грата и внешний вид шва соответствуют требованиям табл. 8	Соблюдены все технологические параметры сварки	
2. Брак - шов с несимметричными валиками грата одинаковой высоты в одной плоскости, но различной в противоположных точках шва	Различие по высоте более 50% в противоположных точках шва	Превышение допустимого зазора между торцами труб перед сваркой	

3. Брак - малый грат округлой формы	Величина наружного грата по высоте и ширине меньше верхних предельных значений, приведенных в табл. 8	Недостаточное давление при осадке шва или малое время прогрева	
4. Брак - большой грат округлой формы	Величина наружного грата по высоте и ширине больше верхних предельных значений, приведенных в табл. 8	Чрезмерное время прогрева или повышенная температура нагревателя	
5. Брак- грат несимметричный по всей окружности шва	Различие по высоте и ширине валиков грата по всей окружности шва превышает 40%	Различный материал свариваемых труб или деталей (ПЭ 63 с ПЭ 80) или различная толщина стенки труб ПЭ 80 с ПЭ 100	
6. Брак - грат высокий и узкий, не касается краями трубы	Высота валиков грата больше или равна его ширине	Чрезмерное давление при осадке стыка при пониженной температуре нагревателя	
7. Брак - малый грат с глубокой впадиной между валиками	Устье впадины расположено ниже наружной и выше внутренней образующих труб	Низкая температура нагревателя при недостаточном времени прогрева	

8. Брак- валики грата неравномерны и асимметричны	Различие по высоте валиков грата в одной плоскости более 40% с одновременным смещением образующих труб более 10% толщины стенки	Смещение труб относительно друг друга	
9. Брак- грат по периметру шва распределен неравномерно	Высота грата в месте неравномерного выхода больше ширины, впадина между валиками выражена нечетко или отсутствует. В противоположной точке шва грат имеет размеры, меньшие на 50% и более	Смещение нагревателя в процессе прогрева	
10. Брак- шов с многочисленными наружными раковинами по всему периметру с концентрацией по краям грата со следами растрескивания	Многочисленные раковины, расположенные вплотную друг к другу	Чрезмерная температура нагревателя, значение которой выше температуры деструкции данной марки полиэтилена	

3.4.13. Размеры валиков на сварном шве (Приложение 3.5.) определяют непосредственно в условиях строительного производства. Допускается производить определение расположения впадины между валиками грата и замер самих валиков после срезки наружного грата по всему периметру трубы. Срезка наружного грата должна производиться при помощи специальных приспособлений, не наносящих повреждений телу трубы и не выводящих толщину стенки за пределы допускаемых отклонений.

3.4.14. Размеры валиков наружного грата швов свариваемых труб и соединительных

деталей (см. рис. 2) не должны превышать значений учитывающих их диаметр и толщину стенки (табл. 8).

Таблица 8.

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Высота грата, мм	Ширина грата, мм
110	6,3	2,0-3,5	4,5-6,5
	10	2,5-4,5	6,5-9,5
125	7,1	2-4	5,5-7,5
	11,4	3-5	8,5-12
140	8,0	2,5-4,5	6-8,5
	12,7	3-5	9-13
160	9,1	2,5-4,5	6,5-9,5
	14,6	3-5	10-15
180	10,2	2,5-4,5	6,5-9,5
	16,4	3-5	11-16
200	11,4	3-5	8,5-12
	18,2	3-5	13-18
225	12,8	3-5	9-13
250	14,2	3-5	9,5-14,5
280	15,9	3-5	11-16,5
315	17,9	3-5	13-18

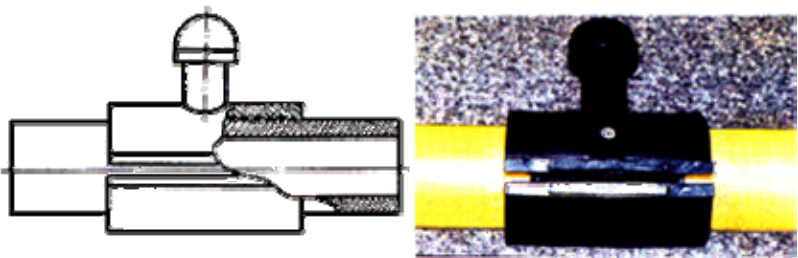
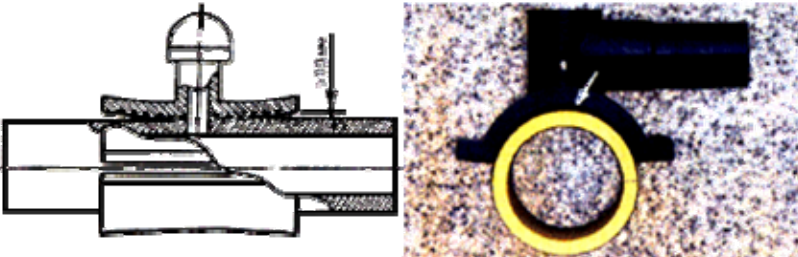
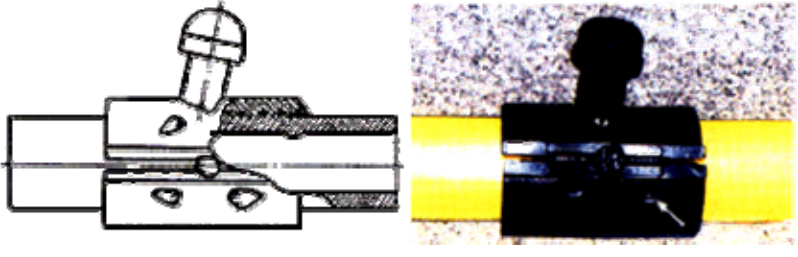
Отдельные наружные повреждения валиков сварного шва (срезы, сколы, вдавленности от клеймения стыка) протяженностью не более 20 мм и не затрагивающие основного материала трубы не являются браком.

3.4.15. Внешний вид сварных соединений, выполненных при помощи деталей с закладными электронагревателями, должен отвечать следующим требованиям:

- за пределами соединительной детали на поверхности труб должны просматриваться следы механической обработки (зачистки);
- индикаторы сварки на деталях должны находиться в выдвинутом положении;
- продольные оси сваренных труб (трубы и соединительной детали) не должны отклоняться от прямолинейности более 5°;
- соединительная деталь не должна иметь следов температурной деформации или сгоревшего полиэтилена;
- на соединительной детали не должно быть расплава полиэтилена, образовавшего в процессе сварки.

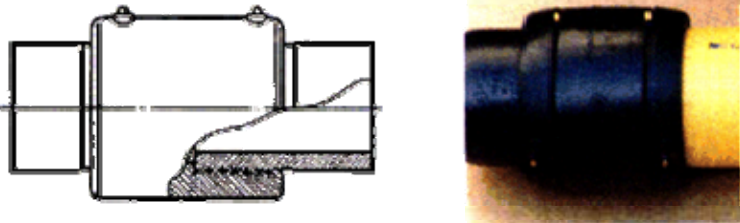
3.4.16. Соединения выполненные при помощи седловых отводов с закладными нагревателями считаются удовлетворительными, если они имеют соответствующий внешний вид (табл.9).

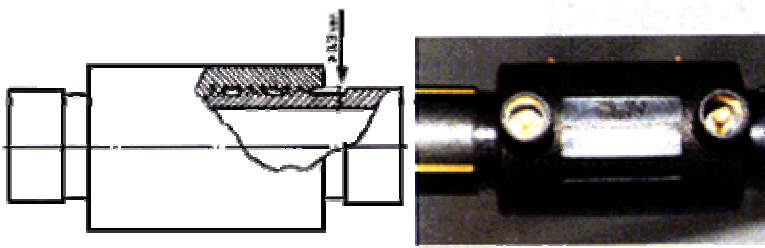
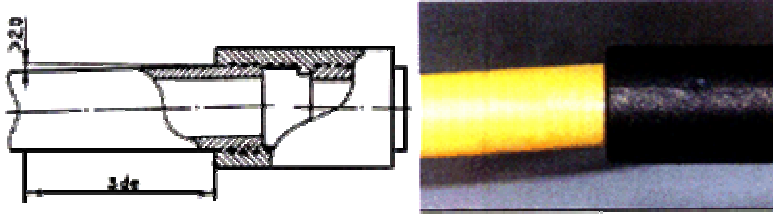
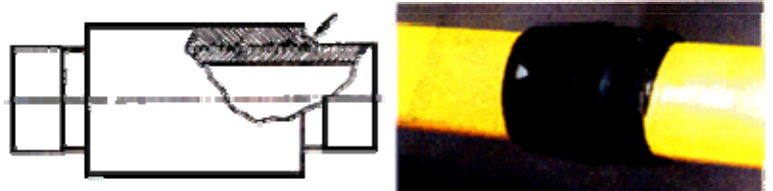
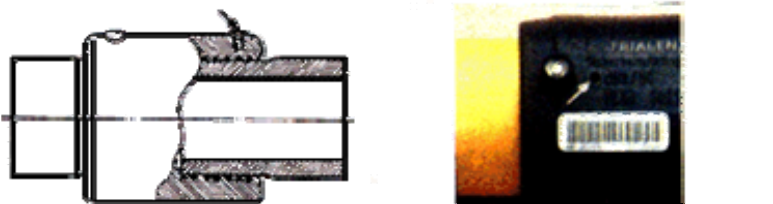
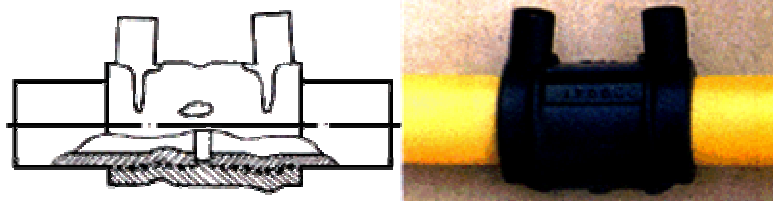
Таблица 9.

Описание	Критерии оценки	Возможные причины брака	Изображение
1. Хорошее соединение, отвод плотно облегает поверхность трубы	Гладкая поверхность отвода без искривлений и зазоров	Параметры сварки соблюдены	
2. Брак-зазор между охватывающей частью отвода и трубой	Более 0,3 мм	Чрезмерная обработка поверхности трубы или недостаточное усилие прижатия отвода	
3. Брак-температурная деформация наружной поверхности отвода	Появление гофра на поверхности	Превышение времени нагрева или напряжения электропитания	

3.4.17. Соединения, выполненных при помощи муфт, тройников, отводов и переходов с закладными нагревателями, считаются удовлетворительными, если они имеют соответствующий внешний вид (табл.10).

Таблица 10.

Описание	Критерии оценки	Возможные причины брака	Изображение
1. Хорошее соединение, деталь плотно охватывает концы свариваемых труб	Гладкая поверхность детали без видимых зазоров	Параметры сварки соблюдены	

2. Брак- зазор между охватывающей частью детали и трубой	Более 0,3 мм	Чрезмерная обработка поверхности трубы и/или детали и/или (труба) овалована	
3. Брак – непараллельность (искривление осей) трубы и детали	Более 2,0 мм на длине $L=3d_g$	Недостаточное заглубление концов труб в деталь и/или деформация соединения	
4. Брак- частичное появление расплава полиэтилена по торцам детали	Не допускается	Сдвиг трубы в процессе сварки и/или смещение спирали	
5. Брак-индикаторы сварки в исходном положении	Не допускаются	Недостаточное время сварки и/или напряжение, подаваемое на спираль	
6. Брак-местное расплавление поверхности детали	Не допускаются	Превышены время нагрева и/или напряжение электропитания	

Испытания разрушающим методом (на осевое растяжение)

3.4.18. Контроль разрушающими методами стыковых соединений сваренного полиэтиленового трубопровода должен производиться перед началом проведения основных сварочных работ на 8-10 образцах.

При испытаниях на осевое растяжение (Приложение 3.6.) образцов соединений полиэтиленовых труб, выполненных сваркой встык, выявляется тип разрушения:

- тип I наблюдается после формирования "шейки", т.е. типичного сужения площади поперечного сечения образца во время растяжения на одной из половин испытываемого

образца. Разрушение наступает, как правило, не ранее чем при достижении относительного удлинения более 50% и характеризует высокую пластичность. Линия разрыва проходит по основному материалу и не пересекает плоскость сварки;

- тип II отмечается при достижении предела текучести в момент начала формирования "шейки". Разрушение наступает при небольших величинах относительного удлинения, как правило, не менее 20 и не более 50% и характеризует низкую пластичность. Линия разрыва пересекает плоскость сварки, но носит вязкий характер;

- тип III происходит до достижения предела текучести и до начала формирования "шейки". Разрушение наступает при удлинении образца, как правило, не более 20% и характеризует хрупкое разрушение. Линия разрыва проходит точно по плоскости сварки.

3.4.19. Результаты испытания на осевое растяжение считаются положительными, если не менее 80% образцов имеют пластичный характер разрушения I типа. Остальные 20% образцов могут иметь характер разрушения II типа. Разрушение III типа не допускается.

При хрупком разрыве по шву для определения причин разрушения анализируются характер излома и дефекты шва.

3.4.20. При испытании на осевое растяжение определяют также относительное удлинение при разрыве (по ГОСТ 11262, за исключением п. 1.5 и п. 4.2, последний абзац). По результатам испытаний составляют соответствующий протокол.

Ультразвуковой контроль

3.4.21. Ультразвуковому контролю подвергаются соединения полиэтиленовых труб, выполненные сваркой нагретым инструментом встык и соответствующие требованиям визуального контроля (внешнего осмотра). Количество сварных соединений, подвергаемых ультразвуковому контролю следует определять по нормам СНиП 42-01 (Приложение 3.7.) в зависимости от условий прокладки трубопровода и степени автоматизации сварочной техники. Трубопроводы, прокладываемые в футлярах, должны подвергаться 100 %-му контролю сварных соединений, а трубопроводы открытой прокладки – в объеме 2-10 % сварных соединений в зависимости от рабочего давления.

Ультразвуковой контроль может осуществляться в ручном, механизированном или автоматизированном варианте в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86.

3.4.22. К выполнению работ по ультразвуковому контролю допускаются специалисты, имеющие сертификат установленной формы на право проведения контроля не ниже второго уровня квалификации по акустическим методам контроля, а также удостоверение о дополнительном обучении по контролю сварных стыковых соединений полиэтиленовых трубопроводов.

3.4.23. С помощью ультразвукового контроля должны выявляться внутренние дефекты (несплавления, трещины, отдельные или цепочечные скопления пор, инородные включения) с последующей оценкой их качества (Приложение 3.7.).

3.4.24. Дефекты сварных стыковых соединений полиэтиленовых трубопроводов по результатам ультразвукового контроля относят к одному из следующих видов:

- одиночные (поры, механические включения, примеси);
- протяженные (несплавления, трещины, удлиненные поры и инородные включения, цепочки или скопления пор, инородных включений).

3.4.25. Оценка качества сварных стыковых соединений полиэтиленовых трубопроводов производится по следующим признакам (Приложение 3.8.):

- максимально допустимой площади дефекта (амплитудный критерий);
- по условной протяженности дефекта (амплитудно-временной критерий);
- по количеству допустимых дефектов на периметре стыка (в соответствии с методикой ультразвукового контроля сварных стыковых соединений трубопроводов из полиэтилена, разработанной Управлением «Антикор» при контроле сварных швов трубопроводов диаметром свыше 315 мм грат срезается по всему периметру).

В случае определения разных значений условной протяженности дефекта при контроле сварного шва с двух его сторон оценка качества производится по большему из них. Результаты ультразвукового контроля сварных стыков оформляют соответствующим протоколом.

Пневматические испытания сварных соединений

3.4.26. Пневматическим испытаниям подвергаются полиэтиленовые трубопроводы со сварными соединениями, выполненными как сваркой нагретым инструментом встык, так и сваркой с помощью деталей с закладными электронагревателями в соответствии с требованиями СНиП 3.05.04-85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации и положениями настоящего ТР.

Испытание на сплющивание и на отрыв

3.4.27. Испытаниям на сплющивание (Приложение 3.9.) подвергают соединения полиэтиленовых труб, полученные сваркой при помощи деталей муфтового типа (муфт, переходов, отводов, тройников, заглушек и т.п.) с закладными электронагревателями. Испытания проводят на образцах-сегментах путем сжатия труб у торца соединения до величины равной двойной толщине стенки.

3.4.28. О стойкости сварного шва к сплющиванию судят по проценту отрыва

(отношению длины сварного шва, не подвергнувшейся отрыву, к полной длине сварного шва в пределах одной трубы). Результаты испытаний считают удовлетворительными, если на всех испытанных образцах отрыв не наблюдался или если отношение длины уцелевшей части шва к общей его длине составляет более 40%.

3.4.29. Испытаниям на отрыв (Приложение 3.10.) подвергаются сварные соединения полиэтиленовых труб и седловых отводов с закладными электронагревателями. Сварное соединение подвергается испытанию целиком и продолжается до полного отделения седлового отвода от трубы.

3.4.30. Для качественного соединения излом в месте сварки седлового отвода с трубой, произошедший в результате испытаний, должен иметь полностью или частично пластичный характер разрушения по замкнутому периметру сварного шва. Хрупкое разрушение характеризует некачественно произведенную сварку или брак детали, что не допускается. В процессе испытаний также фиксируется разрушающая нагрузка.

Специальные методы контроля

3.4.31. Испытаниям на статический изгиб (Приложение 3.11.) подвергаются соединения полиэтиленовых труб, выполненные сваркой нагретым инструментом встык. Испытания проводят на образцах-полосках с расположенным по центру сварным швом. При испытании на статический изгиб определяется угол загиба образца, при котором появляются первые признаки разрушения. Если испытываемые образцы выдерживают без разрушения и появления трещин изгиб на угол не менее 160° , соединения считаются сваренными удовлетворительно.

3.4.32. Испытаниям при постоянном внутреннем давлении (ГОСТ 18599-2001 и ГОСТ 24157) подвергаются сварные соединения, выполненные как сваркой нагретым инструментом встык, так и сваркой при помощи деталей с закладными электронагревателями.

3.4.33. При испытании (Приложение 3.12.) определяется стойкость при постоянном внутреннем давлении в течение заданного промежутка времени при нормальной и повышенной температурах и определенной величине начального напряжения в стенке трубы. Если до истечения контрольного времени испытания разрушился хотя бы один из образцов, назначается повторное испытание. Если при повторном испытании ни один из образцов не разрушился, качество сварки оценивается удовлетворительно.

3.4.34. Испытание сварных соединений на длительное растяжение (Приложение 3.13.) проводится для определения длительной несущей способности сварных соединений,

выполненных сваркой нагретым инструментом встык. Одновременно с испытанием оцениваемых образцов сварных швов при тех же условиях испытывают образцы других сварных соединений, сваренных при оптимальных параметрах сварки (базовые стыки). Образцы оцениваемых сварных соединений и базовые стыки должны быть изготовлены из одной марки материала и одной партии труб.

3.4.35. Испытания на длительное растяжение проводят до появления трещин не менее чем у 50% испытываемых образцов. Результаты испытания сравниваются по среднему значению времени до появления трещин. По мере проведения испытаний образцы должны подвергаться периодическому внешнему осмотру с целью выявления хрупкого излома и трещин в зоне шва. Изломы в области зажимов не учитываются. Если сварные соединения имеют среднее значение времени до появления трещин на образцах не ниже значений, полученных для базовых стыковых соединений, то качество сварки оценивается удовлетворительно.

3.4.36. Испытаниям на стойкость к удару (Приложение 3.14.) проводят на образцах в виде патрубков с расположенным посередине седловым отводом. При испытании на стойкость к удару определяется способность образца выдержать внутреннее пневматическое давление $(0,6 \pm 0,05)$ МПа в течение 24 ч после нанесения по нему двух ударов падающим грузом массой $(5,0 \pm 0,05)$ кг. Если оцениваемые образцы выдерживают испытание при отсутствии видимых разрушений и разгерметизации, то сварка крановых седловых отводов с полиэтиленовой трубой оценивается удовлетворительно.

3.5. Общие положения по испытанию и приемке трубопроводов

3.5.1. Границы участков и схема проведения испытаний на герметичность определяются рабочей документацией (ПОС). Испытания трубопроводов производят при температуре трубы не ниже минус 15 °С.

3.5.2. Предварительные испытания полиэтиленовых трубопроводов на герметичность проводят (при давлении 1,5 номинальных) перед их укладкой (протяжкой) при бестраншейных методах строительства и реконструкции. Испытания при этом рекомендуется проводить в течение 1 ч. За номинальное давление принимается давление в сети с учетом того, что по прочностным характеристикам труба соответствует условиям эксплуатации.

Полиэтиленовые напорные трубопроводы испытывают на герметичность в соответствии с требованиями СНиП и СП. Результаты испытания следует считать

положительными, если в период испытания давление в трубопроводе не меняется (нет видимого падения давления по манометру).

Окончательные испытания полиэтиленовых трубопроводов на герметичность производят (при давлении 1,3 номинальных) после полной (до проектных отметок) засыпки траншеи или после протяжки полиэтиленовой плети в соответствии с требованиями СНиП и СП.

3.5.3. Дефекты, обнаруженные в процессе испытания трубопроводов на герметичность, можно устранять только после снижения давления до атмосферного. Для обнаружения места утечки трубопровод освобождается от присыпки в местах нахождения сварных соединений, протянутая плеть извлекается из стального каркаса (футляра), после чего выявляются и устраняются дефекты (поврежденного участка или стыка). После этого испытания проводятся повторно.

3.5.4. Испытанный участок присоединяется к действующим участкам трубопровода в самое холодное время суток для снижения напряжений в трубах от воздействия температурных перепадов.

3.5.5. До проведения испытаний на герметичность необходимо произвести следующие работы:

- заделку концов футляров в соответствии с требованиями проекта;
- засыпку прямков и мест открытой прокладки.

3.5.6. Засыпка котлованов и открытых участков полиэтиленовых труб производится в соответствии с положениями СНиП, СП и с учетом настоящего ТР.

3.5.7. Приемка построенных вновь и реконструированных напорных трубопроводов проводится в соответствии с требованиями СНиП.

3.5.8. При приемке новых полиэтиленовых трубопроводов или реконструированных различными методами ветхих трубопроводов приемочной комиссии предъявляются:

- проектная документация в полном объеме;
- акт разбивки трассы;
- исполнительные чертежи (план, профиль) трубопровода с указанием его границ (пикетажа);
- строительный паспорт трубопровода, включая акт испытания его на герметичность;
- российские сертификаты или технические свидетельства на примененные материалы (полиэтиленовые трубы, фитинги и т.д.).

3.5.9. При выполнении работ по реконструкции с участием зарубежных фирм приемочной комиссии предъявляются техническое свидетельство на примененные материалы и технологию, а также гарантийное обязательство сроком не менее двух лет,

гарантирующее качество примененных материалов, качество и надежность произведенных работ и другие условия, оговоренные контрактом.

3.5.10. Сведения о методе проведенной реконструкции ветхого напорного трубопровода заносятся в его эксплуатационный паспорт.

3.5.11. После приемки трубопровода он подключается к действующей сети системы водоснабжения (напорной канализации) в соответствии с требованиями примененной технологии.

3.5.12. Пуск трубопровода в работу осуществляется постепенно с замером давления. В случае необходимости для контроля качества воды привлекается экспресс-лаборатория. При значительной протяженности сетей при пуске в эксплуатацию восстановленных линий по требованию заказчика может производиться манометрическая съёмка напоров в начале и конце восстановленного трубопровода для определения режима работы восстановленного участка с водопроводной сетью.

3.6. Приложения к разделу 3

Приложение 3.1.

Параметры стыковой сварки полиэтиленовых труб и соединительных деталей нагретым инструментом

Таблица 3.1.1. Температура рабочей поверхности нагретого инструмента, °C

Тип полиэтилена	Температура окружающего воздуха T_o , °C		
	- 15 до 0	- 0 до 20	20 - 45
ПЭ 100	230 ±10	220 ±10	210±10
ПЭ 80	220±10	210±10	200±10

Таблица 3.1.2. Время нагрева торцов труб t_n , с, из ПЭ 80 и ПЭ 100

Сортамент свариваемых труб		Температура окружающего воздуха T_o , °C		
Стандартное размерное отношение	Диаметр и толщина стенки трубы, мм	-15 до 0	0 до 20	20 - 45
<i>SDR 11</i>	110x10,0	100-140	85-140	70-125
	125x11,4-140x12,7	120-170	100-165	80-150
	160x14,6-180x16,4	155-210	135-200	105-185

	200x18,2-225x20,5	190-260	160-250	125-225
	250x22,7-315x28,6	250-360	225-350	210-310
<i>SDR 17,6</i>	90x5,2-110x6,3	70-105	55-100	45-90
	125x7,1-140x8,0	95-125	80-120	60-110
	160x9,1-180x10,3	105-140	90-140	70-125
	200x11,4-225x12,8	120-170	100-165	80-150
	250x14,2-315x18,5	135-200	115-190	90-180

Таблица 3.1.3. Время нарастания давления осадки t_d , с, для труб из ПЭ 80, ПЭ 100

Сортамент свариваемых труб		Время t_d , с
Стандартное размерное отношение	Диаметр и толщина стенки трубы, мм	
<i>SDR 11</i>	110x10,0	4-8
	125x11,4-140x12,7	4-11
	160x14,6-180x16,4	6-12
	200x18,2-225x20,5	8-14
	250x22,7-315x28,6	10-16
	355x32,2 – 450x40,9	12-19
	500x45,4 – 560x50,8	14-21
	630x57,2	15-22
<i>SDR 17,6</i>	90x5,2-110x6,3	3-6
	125x7,1-140x8,0	4-7
	160x9,1-180x10,3	4-8
	200x11,4-225x12,8	5-10
	250x14,2-315x18,5	8-12
	355x20,1-450x25,5	10-15
	500x28,3-630x35,7	13-18
	710x48,2-900x51,0	16-21
	1000x56,6-1200x59,3	18-23

Таблица 3.1.4. Время охлаждения стыка труб $t_{охл}$, мин,
из ПЭ 80 и ПЭ 100 (не менее)

Сортамент свариваемых труб		Температура окружающего воздуха T_o , °C		
Стандартное размерное отношение	Диаметр и толщина стенки трубы, мм	от - 15 до 0	от 0 до + 20	от + 20 до + 45
<i>SDR 11</i>	110x10,0	6-7	7-8	8-9

	125x11,4-140x12,7	8-11	10-13	12-15
	160x14,6-180x16,4	11-14	13-16	15-18
	200x18,2-225x20,5	16-21	18-23	20-25
	250x22,7-315x28,6	24-30	26-32	28-36
	355x32,2 – 450x40,9	32-39	33-40	34-41
	500x45,4 – 560x50,8	42-48	43-50	43-52
	630x57,2	52-58	53-59	54-60
<i>SDR 17,6</i>	90x5,2-125x7,1	4-5	5-6	6-7
	140x8,0-180x10,3	8-10	9-12	10-12
	200x11,4-225x12,8	10-11	11-13	13-15
	250x14,2-315x18,5	18-22	19-24	21-28
	355x20,1-450x25,5	22-27	24-29	26-31
	500x28,3-630x35,7	30-34	32-38	33-40
	710x48,2-900x51,0	39-42	40-51	42-54
	1000x56,6-1200x59,3	45-52	46-53	47-55

Приложение 3.2.

Таблица 3.2.1.

Машины (установки) для стыковой сварки труб из полиэтилена нагретым инструментом

Тип сварочной техники, изготовитель, страна	Диа- метры свари- ваемых труб, мм	Потреб- ляемая мощ- ность при работе, кВт	Способ управления сваркой			Габариты, мм	Масса перено- симого комплекта, кг
			Степень автомати- зации	Количество автоматически контролируе- мых параметров сварки			
				основ- ных, выпо- ня- емых маши- ной	общее		
ЗАО "Глобальные технологии", Санкт-Петербург Тел. (812)310 7222							
ААСС-ГТ-09 "Ласка"	63-250	3	Средняя	5		600x400x45 0	95
ООО "Метапласт+", Москва Тел/факс: (095) 971 5640, 971 5660 www.metaplast-group.ru							
WIDOS (Германия): WIDOS 4400	50-160	1,5	С ручным управлением			600x320x30 0	64

WIDOS 4600	63-250	2,5	С ручным управлением			750x420x460	92
WIDOS 4900	90-315	3,75	С ручным управлением			800x460x500	117
SPA 600 (блок управления сварочным процессом, контроля и протоколирования параметров сварки)		0,015	Средняя	5	10	350x280x120	6
CNC 3.0 (блок, включающий гидроагрегат с электронным автоматическим управлением процессом сварки с возможностью распечатывания протокола на принтере и интегрированным устройством ввода параметров с магнитной карты)		0,350	Высокая	6	13	640x520x440	41
Примечание - Блоки SPA 600 и CNC 3.0 устанавливаются на сварочные машины W4400, W4600 и W4900 для повышения степени автоматизации.							
ЗАО "Форгаз", Москва Тел. (095) 970 3959, тел/факс 365 0024 www.forgaz.ru							
Sauron (Франция):							
Pipefuse-250	63-250	3,3	Ручная	-		900x510x520	98
Prototfuse-250	63-250	3,3	Средняя	5	10	900x510x520	101
Pilotefuse-250	63-250	3,3	Высокая	6	13	900x510x520	104
Pipefuse-315	63-315	4,8	Ручная	-		1030x600x590	153
Prototfuse-315	63-315	4,8	Средняя	5	10	1030x600x590	156
Piotefuse-315	63-315	4,8	Высокая	6	13	1030x600x590	159
ЗАО "ОЛЬМАКС", Москва Тел.: (095) 792 5944/45, 955 7329/98, 290 7877 www.rothenberger.olmax.ru ; www.olmax.ru							
Rothenberger (Германия): ROWELD P160B CNC VA	40-160	1,75	Высокая	6	13	550x350x300	88
ROWELD P160B CNC SA	40-160	1,75	Средняя	5	13	550x350x300	83
ROWELD P250B CNC VA	63-250	2,5	Высокая	6	13	850x500x450	134
ROWELD P250B CNC SA	63-250	2,5	Средняя	5	13	850x500x450	126
ROWELD P315B CNC SA	90-315	3,4	Средняя	5	13	850x600x500	142

ROWELD P500B CNC SA	200-500	5,0	Средняя	5	13	1300x900x800	330
ROWELD P630B CNC SA	315-630	9,35	Средняя	5	13	1300x1060x920	509
Примечание - Процесс сварки выполняется по заранее установленной программе с поэтапной записью параметров сварки и с последующей распечаткой в виде протокола. При отклонениях от программы сварочное соединение бракуется. Нагревательный элемент убирается автоматически (ROWELD P160, 250B CNC VA) и вручную по сигналу компьютера (ROWELD P160-630B CNC SA). Распечатка протоколов сварки возможна на мобильном принтере в полевых условиях сразу после сварки или на стационарном принтере с компьютерного блока, где они накапливаются.							
Georg Fischer, Швейцария Представительство в Москве Тел. (095) 219 0348, 219 9604, факс 232 3625 www.georgfischer.ru							
GF 160 CMC/automatic heating element	40-160	1,82	Высокая	6	8	600x400x350	121
GF 250 CNC/automatic heating element	75-250	2,49	Высокая	6	8	850x500x450	181
GF 315 CNC/automatic heating element	90-315	4,170	Высокая	6	8	850x600x500	212
GF 500 CNC	200-500	5,510	Средняя	5	8	1300x900x800	498
GF 630 CNC	315-630	10,25	Средняя	5	8	1300x1060x920	627

Таблица 3.2.2.

Аппараты для сварки полиэтиленовых труб деталями с закладными нагревателями

Тип сварочного аппарата, изготовитель, страна	Диаметр свариваемых труб	Напряжение, В		Мощность, кВт	Режимы Сварки	Габариты, мм	Масса, кг	Рабочая температура, °С	Возможность протоколирования, да/нет	Дистанционное управление
		на входе	на выходе							
FRIATEC AG, Германия Представительства в Москве: тел. (095) 234 0476, 129 8002; факс 234 0479; в С.-Петербурге: тел./факс (812) 388 5383 www.friatec.ru, www.glynwed.ru										
FRIATMAT ® Премиум	20-710	220, (200-250)	8-48	Макс . 3,5	Штрих-код, ручной	290x440x430	11,0	-20/ +50	Да, стандартный интерфейс, блок внешней памяти. Разъемы: 1 х серийный, 1 х параллельн., 2 х USA, 1 х PCMCIA	Да

FRIATMAT Мемо	20-710	220, (200-250)	8-48	Макс . 3,5	Штрих-код, ручной	290x440x430	11,0	-20/ +50	Да, стандартный интерфейс, блок внешней памяти. Разъемы: 1 х серийный	Да
FRIATMAT Бейсик	20-710	220, (200-250)	8-48	Макс . 3,5	Штрих-код, ручной	290x440x430	11,0	-20/ +50	Нет, разъемы: 1 х серийный	Да
FRIATMAT Т	20-710	220, (180-270)	8-48	Макс . 3,5	Штрих-код, ручной	350x450x260	19,0	-20/ +50	Да, стандартный интерфейс, блок внешней памяти. Разъемы: 1 х параллельн.	Да
FRIATMAT Е	20-710	220, (180-270)	8-48	Макс . 3,5	Штрих-код, ручной	350x450x260	19,0	-20/ +50	Нет	Да
FRIATMAT BAT	20-110	Аккумулятор, батарея	8-48	2,5	Штрих-код, ручной	430x350x200	22,0	-20/ +50	Да, стандартный интерфейс, блок внешней памяти. Разъемы: 1 х параллельн.	Нет
Plasson Ltd., Израиль Тел. (095) 782 8892, факс 191 3257 www.plasson.com										
POLYMATIC PLUS	20-630	185-300	8-48	3,6	Фьюзаматик, штрих-код, ручной	440x380x320	20	-10/ +50	Да	Нет
DIGIMATIC	20-630	185-300	8-48	3,2	Фьюзаматик, ручной	440x380x320	18	-10/ +50	Да	Нет
ООО "АОСТ", Москва Тел/факс (095) 440 0132										
ПРОТВА	20-315	190-250	8-42	4,0	Ручной, штрих-код	350x280x280	18	-10/ +40	Да	Нет
ЗАО "Форгаз", Москва Тел. (095) 970 3959, тел/факс 365 0024 www.forgaz.ru										
Saigon (Франция): BARBARA	20-630	48-55	8-48	4,2	Ручной, штрих-код, RAR, Фьюзаматик, МЕМО	350x230x160	8,5	-25/ +55	Да, стандартный интерфейс, блок внешней памяти	Нет

BARBARA	20-630	48-55	8-48	4,2	Ручной, штрих-код, (RAR-опция)	350x230x160	8,5	-25/+55	То же	Нет
JULIE	20-630	48-55	8-48	4,2	Ручной, штрих-код, RAR, Фьюзаматик, MEMO	550x350x330	30,0	-25/+55	"	Да
JULIE 123	20-630	48-55	8-48	4,2	Штрих-код, (RAR и/или ручной опция)	350x230x160	7,5	-25/+55	"	Нет
ONDINE TBTS (ANNA)	20-630	48-55	8-48	4,2	Ручной, штрих-код (RAR опция)	350x230x160	7,5	-25/+55	"	Нет
ONDINE Compact	20-315	230, (190-270)	8-48	3,6	Штрих-код, (RAR и/или ручной опция)	280x180x280	19,0	-25/+55	"	Нет
EMILIE Polimode	20-630	230, (190-270)	8-48	3,6	Ручной, штрих-код, RAR, Фьюзаматик, MEMO	550x350x330	21,0	-25/+55	"	Нет
EMILE Polyvalent	20-630	230, (190-270)	8-48	3,6	Ручной, штрих-код, RAR, Фьюзаматик, MEMO	550x350x330	21,0	-25/+55	Да, стандартный интерфейс, блок внешней памяти	Нет
Georg Ficher, Швейцария Представительство в Москве Тел. (095) 219 0348, 219 9604, факс 232 3625 www.georgficher.ru										
MSA 200	20-630	230, (180-264)	39,5	3,2	Ручной	230x340x160	19,0	-10/+45	Нет	Нет
MSA 250	20-630	230, (180-264)	8-48	3,78	Ручной, штрих-код (магн. карта)	284x364x195	11,5	-10/+45	Нет	Нет
MSA 300	20-630	230, (180-264)	8-48	3,78	Ручной, штрих-код (магн. карта)	284x364x195	11,5	-10/+45	Нет	Нет
MSA 350	20-630	230, (180-264)	8-48	3,78	Ручной, штрих-код (магн. карта)	284x364x195	11,5	-10/+45	Да	Нет
MSA 400	20-630	230, (180-264)	8-8	3,78	Ручной, штрих-код (магн. карта)	284x364x195	11,5	-10/+45	Да	Нет

Таблица 3.2.3.

Источники питания для сварочной техники (мини-электростанции)

Тип электростанции	Страна-изготовитель	Характеристики двигателя					Характеристики генератора		
		Габариты, мм	Вес, кг	Объем топливного бака, л	Система запуска	Вид топлива	Номинальное напряжение, В	Частота, Гц	Максимальная выходная мощность, В·А
ООО "СИЭЛТ" Россия, 127299, Москва, ул.Космонавта Волкова, дом 10, стр.1, 4-й этаж Тел/факс (095) 786 4812 e-mail: info@clt.ru, www.clt.ru									
SDMO SH 4000	Франция	720x560x590	70	26	Ручная	Бензин АИ 92	230	50	5000
SDMO DX 6000 E	Франция	870x560x560	101	13	Электростартер	Дизельное топливо	230	50	6500
"СИТЭС-Электро XXI век" Россия, 123100, Москва, а/я 104 Тел.(095) 231 3366 e-mail: ayrapetov@cts.ru, www.cts.ru									
Дизель-генератор Cummins ES 30	Великобритания	1670x855x1323	860	150	Электростартер	Дизельное топливо	380	50	30 (до 500 кВт·А)

Приложение 3.3.

Таблица 3.3.1.

Разъемные соединения «полиэтилен-сталь» на плоских фланцах

Размеры и масса фланцев стальных плоских приварных по ГОСТ 12820 и фланцев свободных по ГОСТ 12822 (исполнение 1)

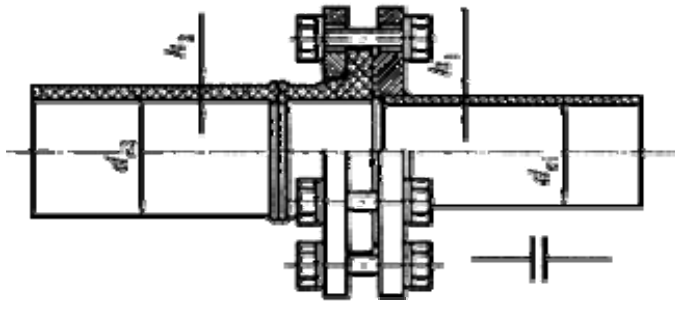
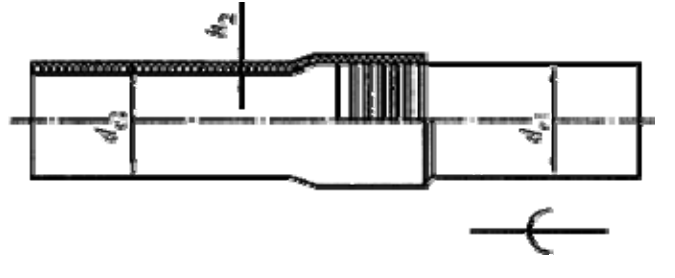
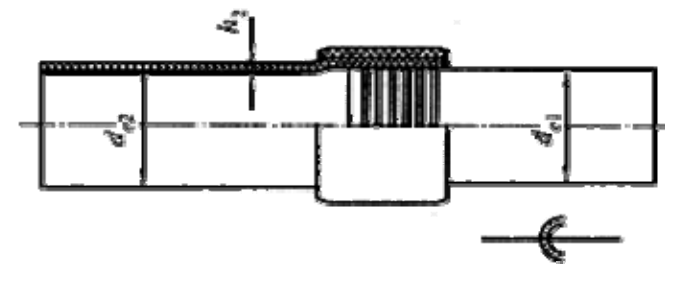
Размеры фланцев, мм, при давлении в трубопроводе											Масса, кг			
P_y до 0,6 МПа									P_y до 0,25 МПа	P_y до 0,6 МПа		ГОСТ 12820		ГОСТ 12822
D_y	D_B	D_{B1}	d_{e1}	d_{e2}	D_H	D_1	D_2	d	b	b	b_1	P_y до 0,25	P_y до 0,6	P_y до 0,6

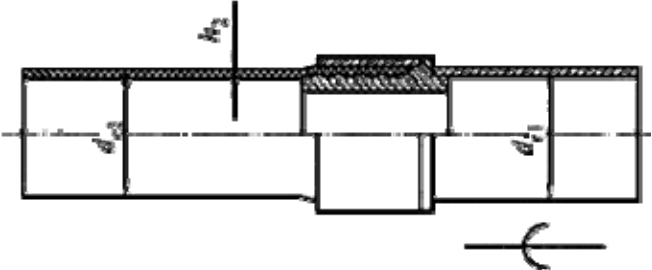
												МПа	МПа	МПа
50	59	73	57	63	140	110	90	14	10	13	12	1,04	1,33	1,11
65	78	85	76	75	160	130	110	14	11	13	14	1,39	1,63	1,55
80	91	102	89	90	180	150	128	18	11	15	14	1,84	2,44	2,05
100	110	124	108	110	205	170	148	18	11	15	14	2,14	2,85	2,38
100	116	124	114	110	205	170	148	18	11	15	14	2,05	2,73	2,26
125	135	137	133	125	235	200	178	18	11	17	14	2,60	3,88	2,84
125	142	154	140	140	235	200	178	18	13	17	14	2,47	3,68	2,68
150	161	174	159	160	260	225	202	18	13	17	16	3,43	4,39	3,72
200	222	238	219	225	315	280	258	18	15	19	18	4,73	5,89	4,93
Примечания: 1. Размер D_{B1} достигается путем дополнительной обработки фланца на токарном станке. 2. Количество отверстий диаметром d составляет: для фланца D_y до 100 мм - 4 шт.; для фланца D_y от 125 до 200 мм - 8 шт.														

Таблица 3.3.2.

Узлы соединений "полиэтилен-сталь" d_g 20-225 мм

Общий вид и условное графическое изображение	Размеры, мм			
	d_{g1}	$h_{1, \min}$	d_{g2}	h_2
Разъемное фланцевое соединение	57, 60	3,0	63	5,8
	76	3,0	75	6,8
	89	3,0	90	5,2; 8,2
	102, 114	4,0	110	6,3; 10,0
	133, 140	4,0	125	7,1; 11,4
	133, 140	4,0	140	8,0; 12,7
	159	4,5	160	9,1; 14,6

	219	4,5	225	12,8; 20,5
Неразъемное соединение на давление до 0,3 МПа 	57, 60	3,0	63	5,8
	70, 76	3,0	75	6,8
	89	4,0	90	5,2
	108, 114	4,0	110	6,3
	127	5,0	125	7,1
	133, 140	5,0	140	8,0
	159	5,0	160	9,1
	219	6,0	225	12,8
Неразъемное соединение на давление до 0,6 МПа 	57, 60	3,0	63	5,8
	70	3,0	75	6,8
	89	4,0	90	8,2
	108	4,0	110	10,0
	127	5,0	125	11,4
	133	5,0	140	12,7
	133, 140, 159	5,0	160	14,6
	219	6,0	225	20,5
Неразъемное соединение на давление до 0,3 МПа	20-25	2,5	20	3,0
	22-32	3,0	25	3,0

	25-40	3,0	32	3,0
	32-48	3,0	40	3,7
	40-57	3,0	50	4,6

Приложение 3.4.

Порядок оформления контрольных образцов

Контрольный образец представляет собой сварное соединение труб между собой или с соединительной деталью, отвечающее требованиям настоящего ТР. Длина контрольного образца должна составлять не менее двух диаметров трубы, при этом сварной шов должен располагаться посередине.

Контрольный образец снабжается опломбированным ярлыком, в котором указывают:

- условное обозначение свариваемых труб (соединительных деталей);
- наименование предприятия, выполняющего сварочные работы;
- гриф утверждения образца главным инженером предприятия, заверенный круглой печатью с датой утверждения;
- дату сварки и номер протокола сварочного процесса.

Сварку контрольных образцов производят на сварочном оборудовании, имеющем устройство для автоматического протоколирования сварки и при температуре наружного воздуха близкой к условиям проведения строительства.

Контрольные образцы хранят на предприятии, выполняющем сварочные работы.

Допускается использование типовых контрольных образцов для ряда типоразмеров труб и соединительных деталей.

Приложение 3.5.

Методика определения внешнего вида и размеров сварных соединений

Внешний вид сварных соединений определяют визуально без применения увеличительных приборов путем сравнения оцениваемого соединения с контрольным образцом, а также путем измерения наружного сварочного грата с точностью $\pm 0,1$ мм.

Измерения швов проводят как минимум в двух взаимнопротивоположных зонах по периметру шва.

Контроль ширины и высоты наружного грата осуществляют штангенциркулем по ГОСТ 166. Допускается использование шаблонов с проходным и непроходным размерами.

Для контроля симметричности валиков наружного грата по ширине производят замер их с помощью измерительной лупы ЛИ-Зх. Затем рассчитывают отношение замеренных размеров с округлением до целого значения процента. Расчет симметричности валиков наружного грата по высоте производят аналогично.

Для измерения смещения кромок может использоваться специальный шаблон (рис. 3.5.1), который устанавливают по образующей одной из труб, прижимая его к трубе в околошовной зоне. Из-за смещения кромок при этом на другом конце опорной площадки шаблона наблюдается его подъем над поверхностью трубы. С помощью щупа производят замер зазора между поверхностью заготовки и пяткой шаблона. Далее рассчитывают отношение (в процентах) измеренного абсолютного значения смещения кромок к номинальной толщине стенки трубы. Расчет производят с округлением до целого значения процента.

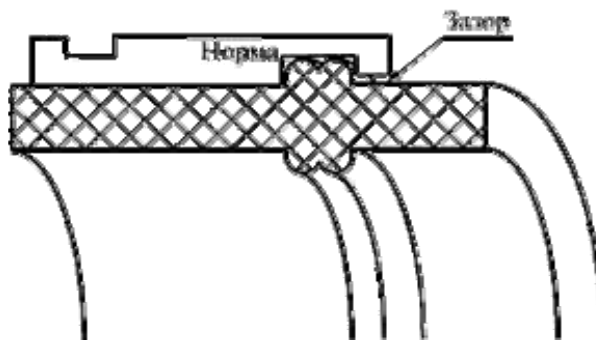


Рис. 3.5.1. Схема измерения смещения кромок на сварных встык образцах полиэтиленовых труб при помощи шаблона

Приложение 3.6.

Методика испытаний сварных соединений на осевое растяжение

Испытания выполняют на образцах-лопатках типа 2 по ГОСТ 11262.

Образцы-лопатки изготавливают механической обработкой из отрезков сварных соединений длиной не менее 160 мм. Допускается для труб с номинальной толщиной до 10 мм включительно вырубать образцы штампом-просечкой.

Из каждого контролируемого стыка вырезают (вырубают) равномерно по периметру шва не менее пяти образцов.

При изготовлении ось образца должна быть параллельна оси трубы. Толщина образца должна быть равна толщине стенки трубы. Сварной шов должен быть расположен посередине образца (рис. 3.6.1.) с точностью ± 1 мм. Образцы не должны иметь раковин, трещин и других дефектов.

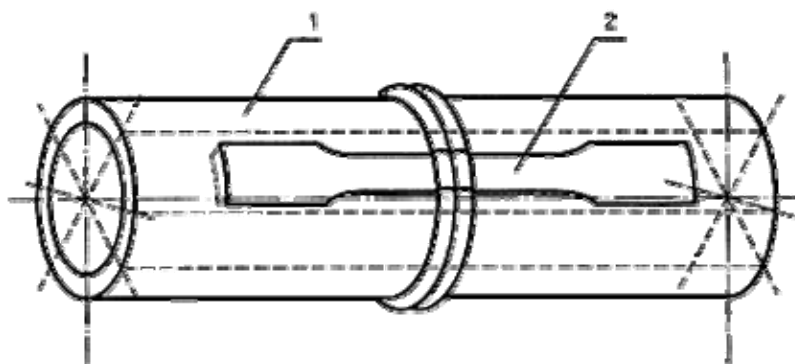


Рис. 3.6.1. - Схема вырезки образцов из сварного соединения для испытания на осевое растяжение

1 - патрубок со сварным соединением; 2 - расположение образцов

Перед испытанием образцы кондиционируют по ГОСТ 12423 при температуре (23 ± 2) °С не менее 2 ч. Испытания проводят при скорости раздвижения зажимов испытательной машины равной (100 ± 10) мм/мин для образцов труб с номинальной толщиной стенки менее 6 мм и $(25 \pm 2,0)$ мм/мин для образцов труб с номинальной толщиной стенки 6 мм и более.

Испытание на растяжение производится на любой разрывной машине, обеспечивающей точность измерения нагрузки с погрешностью не более 1% измеряемого значения, мощность которой позволяет разорвать образцы (прикладываемое усилие от 5000 до 10000 Н) и которая имеет регулируемую скорость. При испытании определяют характер (тип) разрушения образца, а также относительное удлинение при разрыве и предел текучести при растяжении. Испытание на растяжение производят не ранее чем через 24 ч после сварки.

Методика ультразвукового контроля сварных соединений

Ультразвуковой контроль сварных стыковых соединений осуществляют в ручном, механизированном или автоматизированном режиме, а также в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86.

При проведении ультразвукового контроля следует применять:

- ультразвуковые эхо-импульсные дефектоскопы общего назначения отечественного или зарубежного производства, рассчитанные на рабочую частоту ультразвука в диапазоне от 1 до 2,5 МГц или специализированные дефектоскопы;
- стандартные образцы предприятия (СОП) с эталонными отражателями для настройки параметров контроля, размеры которых в зависимости от диаметра и толщины стенки полиэтиленового трубопровода определены в Приложении 3.8;
- пьезоэлектрические преобразователи на рабочую частоту в диапазоне от 1 до 2,5 МГц, работающие по совмещенной, раздельно совмещенной, раздельной или комбинированной схемам.

Применяемое для проведения ультразвукового контроля оборудование должно быть сертифицировано в установленном порядке.

Ультразвуковой контроль сварного стыкового соединения должен проводиться при температуре в околошовной зоне стыка не выше 30 °С.

Перед проведением контроля околошовные поверхности сварного стыкового соединения тщательно очищаются от загрязнений побочными продуктами. Ширина зоны очистки определяется конструкцией применяемых пьезоэлектрических преобразователей и технологией контроля.

Подготовленные для ультразвукового контроля поверхности непосредственно перед проведением операции прозвучивания стыкового соединения покрываются слоем контактирующей жидкости. В качестве контактирующей жидкости в зависимости от температуры окружающего воздуха следует применять: специальные водорастворимые гели типа "Ультрагель", обойный клей или глицерин (при положительных температурах окружающего воздуха), а также моторные масла, разведенные до необходимой концентрации дизельным топливом (при отрицательных температурах). При применении глицерина и моторных масел поверхность трубы после проведения ультразвукового контроля должна быть очищена и обезжирена.

Контроль качества стыкового соединения проводят на двух уровнях

Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	3	2	2	2	3	3	3	4	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Таблица 3.8.2.

Критерии оценки качества	Диаметр х толщина стенки, мм, труб для <i>SDR</i>													
	17,6										9	7,4		
	110х 6,3	125х 7,1	140х 8,0	160х 9,1	180х 10,3	200х 11,4	225х 12,8	250х 14,2	280х 15,9	315х 17,9	180х 20,0	110х 15,1	160х 21,9	225х 30,8
Максимально допустимая площадь, мм ²	1,48	1,9	2,4	3,13	4,0	4,88	6,16	7,89	9,89	12,52	7,25	3,12	6,61	9,98
Диаметр плоскостного отверстия, мм	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	3,3	3,6	4,1	3,3	2,2	3,2	4,6
Протяженность дефекта, мм	10	10	20	20	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30
Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	6	6	4	4	4	5	4	4	4	5	3	2	3	4

Группа дефектов - одиночные

Поры, механические включения (примеси)

Таблица 3.8.3.

Критерии оценки качества	Диаметр х толщина стенки, мм, трубы <i>SDR</i> 11									
	110х 10	125х 11,4	140х 12,7	160х 14,6	180х 16,4	200х 18,2	225х 20,5	250х 22,7	280х 25,4	315х 28,6
Максимально допустимая площадь, мм ²	2,37	3,05	3,08	5,0	5,56	6,82	8,68	13,36	16,75	21,22
Диаметр плоскостонного отверстия, мм	1,8	2,1	2,3	2,6	3,0	3,3	3,4	3,7	4,2	4,7
Условная протяженность дефекта, мм	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15
Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	6	6	5	5	6	7	7	8	9	10

Таблица 3.8.4.

Критерии оценки качества	Диаметр х толщина стенки, мм, трубы для <i>SDR</i>													
	17,6										9	7,4		
	110х 6,3	125х 7,1	140х 8,0	160х 9,1	180х 10,3	200х 11,4	225х 12,8	250х 14,2	280х 15,9	315х 17,9	180х 20,0	110х 15,1	160х 21,9	225х30, 8
Максимально-допустимая площадь, мм ²	1,48	1,9	2,4	3,13	4,0	4,88	6,16	7,89	9,89	12,52	7,25	3,12	6,61	9,98
Диаметр плоскодонного отверстия, мм	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	3,3	3,6	4,1	3,3	2,2	3,2	4,6
Протяженность дефекта, мм	5	5	5	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15
Допустимое количество дефектов на периметре стыка, мм	10	10	10	8	9	10	8	8	9	10	6	4	5	8

Приложение 3.9.

Методика испытаний сварных муфтовых соединений полиэтиленовых труб на сплющивание

Для определения стойкости муфтовых соединений к сплющиванию подготавливаются патрубки с расположенными по центру муфтами (рис. 3.9.1.) с соответствующей длиной патрубка и количеством образцов (табл. 3.9.1.) .

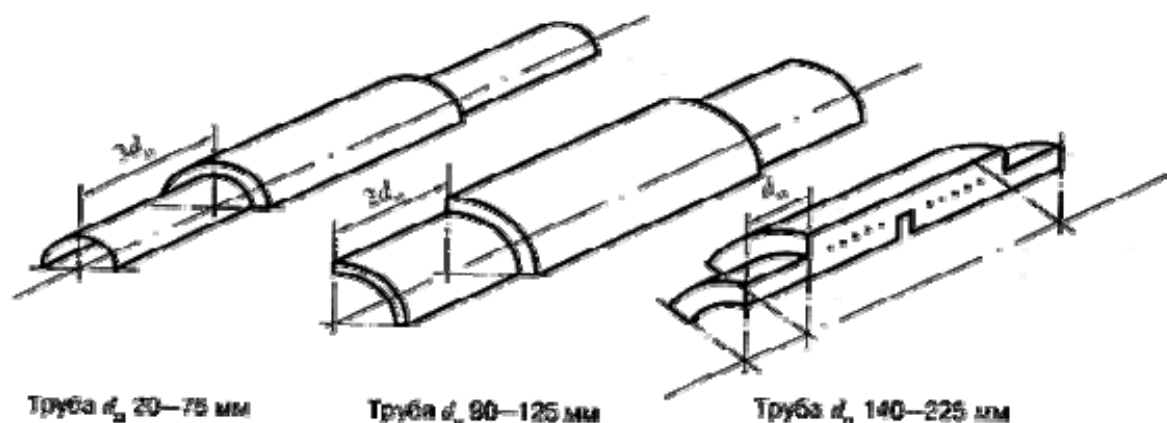


Рис. 3.9.1. Общий вид полиэтиленовых образцов-сегментов

Таблица 3.9.1.

Номинальный диаметр труб с d_H , мм	Длина свободной части образца L , мм, не менее	Количество образцов из одного патрубка, шт.	Угол сегмента, град.
125	$2d_H$	4	90
140-225	d_H	8	45

Не ранее чем через 24 ч после сварки производят разрезание сварного муфтового соединения вдоль оси на испытательные образцы-сегменты в диаметральном сечении. Испытания проводят при температуре $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. При указанной температуре образцы выдерживают не менее 2 ч. Для испытаний применяют механизированный процесс, обеспечивающий сближение плит со скоростью (100 ± 10) мм/мин; допускается использование пресса со скоростью сближения плит (20 ± 2) мм/мин.

Подготовленный к испытанию образец устанавливают между обжимными плитами пресса (рис. 3.9.2.). Затем осуществляют сближение обжимных плит до тех пор, пока расстояние между ними не сократится до удвоенной толщины стенки трубы.

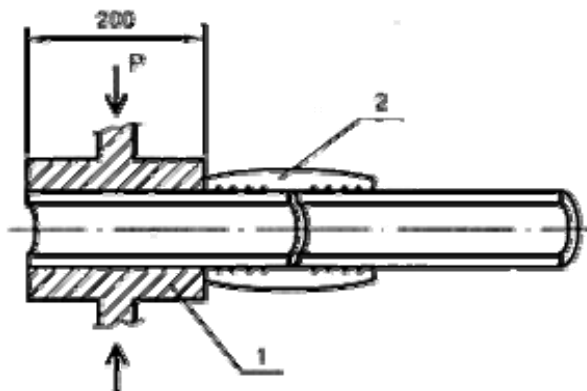


Рис. 3.9.2. Схема испытания полиэтиленовых образцов-сегментов на сплющивание

1 - обжимные плиты; 2 - испытываемый образец

Допускается проведение испытаний с использованием обжимных плит без округления кромок. В этом случае в начале испытания расстояние от торца соединительной детали до торца губок должно быть (20 ± 3) мм. При согласовании с заказчиком допускается испытание образцов соединений труб диаметром до 63 мм включительно производить в слесарных тисках по ГОСТ 4045 плавным деформированием образца. После снятия нагрузки

образец извлекают из пресса или тисков и визуально осматривают, определяя наличие отрыва трубы от муфты или соединительной детали. В случае, если на части длины шва обнаружен отрыв трубы или соединительной детали от муфты, штангенциркулем по ГОСТ 166 измеряют длину части шва не подвергнутой отрыву и расстояние между крайними витками закладного нагревателя в зоне сварки в пределах одной трубы, которое принимают за длину шва.

Длина шва, не подвергнутая отрыву при сплющивании C_c в % определяется по формуле

$$C_c = \frac{l}{L} 100,$$

где l - длина шва, не подверженная отрыву, мм;

L - длина зоны сварки (длина шва) в пределах одной трубы, определяемая по расстоянию между крайними витками спирали закладного нагревательного элемента, мм.

Для удобства измерения допускается дополнительное разрезание образца любым режущим инструментом в продольном и поперечном направлениях.

Приложение 3.10.

Методика испытаний седловых отводов на отрыв

Испытания на отрыв проводят на образцах седловых отводов, сваренных с полиэтиленовыми трубами с номинальным наружным диаметром до 225 мм в зависимости от типоразмера седлового отвода. Длина полиэтиленовой трубы (патрубка) принимается равной длине седелки. Перед испытанием образцы кондиционируют при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ не менее 2 ч.

Допускается для упрощения фиксации образца в испытательной машине производить срезание хвостика седлового отвода, а также укорочение горловины (отводящего патрубка).

Испытания проводят при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Для проведения испытаний возможно использование машин для испытания на сжатие типа ИП6010-100-1 с наибольшей предельной нагрузкой 100 кН. Испытательная машина должна быть снабжена оснасткой, изготовленной по чертежам, утвержденным в установленном порядке, и обеспечивающей приложение нагрузки по одной из двух схем (рис. 3.10.1.).

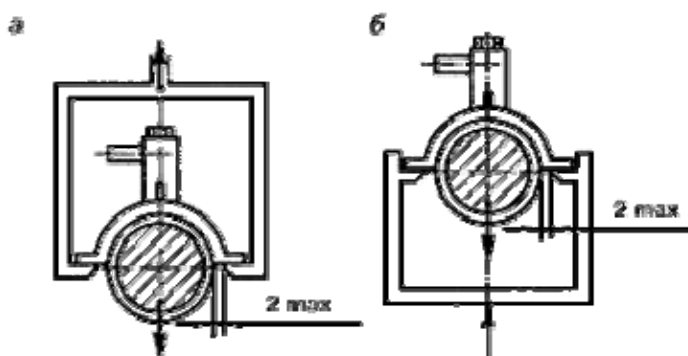


Рис. 3.10.1. Схемы испытания седловых полиэтиленовых отводов на отрыв
а - при растяжении; б - при сжатии

Внутри полиэтиленового патрубка испытываемого образца для передачи усилия необходимо вводить металлический сердечник с наружным диаметром, соответствующим испытываемым трубам (табл. 3.10.1.).

Таблица 3.10.1.

Диаметр трубы, мм	<i>SDR</i>	Диаметр сердечника, мм
110	17,6	95,5-0,2
	11	87,5-0,2
125	17,6	108,7-0,2
	11	99,3-0,2
140	17,6	121,9-0,2
	11	111,5-0,2
160	17,6	139,0-0,2
	11	127,0-0,2
180	17,6	156,4-0,2
	11	143,0-0,2
200	17,6	174,0-0,2
	11	159,0-0,2
225	17,6	196,0-0,2
	11	179,0-0,2

Нагружать испытываемый образец следует при скорости (100 ± 10) мм/мин до полного отрыва корпуса седелки от полиэтиленовой трубы или до деформации деталей узла соединения, вследствие чего испытательная нагрузка снижается до нуля. Допускается проводить испытания при скорости (20 ± 2) мм/мин.

Приложение 3.11.

Методика испытаний стыковых соединений полиэтиленовых труб на статический изгиб

Испытания на статический изгиб выполняют на образцах-полосках (рис. 3.11.1.) с соответствующими размерами (табл. 3.11.1.).

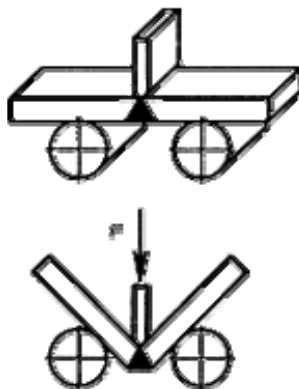


Рис. 3.11.1. Схема испытания полиэтиленовых образцов на статический изгиб

Таблица 3.11.1.

Размер образца, мм			Длина пролета между роликовыми опорами, мм	Толщина траверсы мм
Толщина	Ширина	Длина		
3-5	20	150	80	4
5-10	20	200	90	8
10-15	30	200	100	12,5
15-20	40	250	120	16
20-30	50	300	160	25

Образцы-полоски вырезают (вырубают) из контрольных стыков сваренных полиэтиленовых труб равномерно по периметру в количестве не менее 5 штук. Нагрузка передается на образец через траверсу, устанавливаемую на середине образца напротив сварного шва. Местное утолщение грата образца со стороны опорной траверсы снимается. Испытательные образцы устанавливаются таким образом, чтобы внутренняя сторона трубы находилась в зоне растяжения. Скорость приложения нагрузки должна составлять 50 мм/мин. Испытания продолжают до достижения угла изгиба 160°.

Методика испытаний сварных соединений полиэтиленовых
труб на стойкость к постоянному внутреннему давлению

Испытание сварных соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом встык и с использованием соединительных деталей с закладными электронагревателями приводят на образцах, свободная длина которых должна включать длину соединительной детали (табл. 3.12.1.).

Таблица 3.12.1.

Диаметр трубы D , мм	Свободная длина образца L , мм
< 200	$3D + 250$
225 - 400	1000

Для проведения испытаний на каждый уровень начального напряжения отбирают не менее трех образцов. Испытания сварных соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом встык и при помощи деталей с закладными электронагревателями, проводятся по ГОСТ 24157 при значениях показателей, учитывающих тип полиэтилена (табл. 3.12.2.).

Таблица 3.12.2.

Наименование показателя	SDR	ПЭ 80	ПЭ 100
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 20 °С, ч, не менее для:	11	100 (при давлении 2,0 МПа)	100 (при давлении 2,48 МПа)
	17,6	100 (при давлении 1,2 МПа)	100 (при давлении 1,49 МПа)
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 80 °С, ч, не менее для:	11	165 (при давлении 0,92 МПа)	165 (при давлении 1,1 МПа)
		1000 (при давлении 0,80 МПа)	1000 (при давлении 1,0 МПа)
	17,6	165 (при давлении 0,55 МПа)	165 (при давлении 0,66 МПа)
		1000 (при давлении 0,48 МПа)	1000 (при давлении 0,60 МПа)

Приложение 3.13.

Методика испытаний сварных соединений полиэтиленовых
труб на длительное растяжение

Испытания проводятся на образцах типа 2 по ГОСТ 11262. Образцы для испытания

должны изготавливаться, как правило, штампом-просечкой, при этом наружный и внутренний грат не удаляется. Образцы не должны иметь надрезов, трещин, раковин и т.д.

Испытанию должны подвергаться не менее шести образцов из каждого оцениваемого сварного соединения и не менее шести контрольных образцов других сварных соединений, выполненных при оптимальных параметрах сварки. Результаты испытаний сравниваются.

Для проведения испытаний используется специальное нагружающее приспособление (рис. 3.13.1.). С помощью его создается и поддерживается в образцах постоянное статическое растягивающее усилие в течение всего времени испытания.

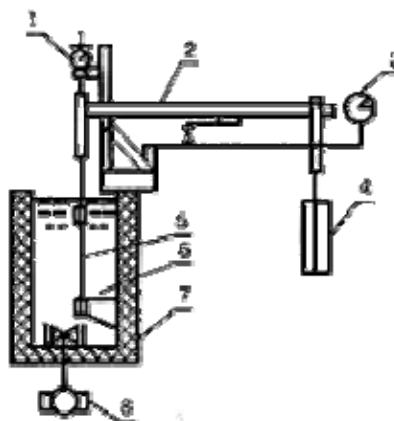


Рис. 3.13.1. Схема испытания образцов сварных швов полиэтиленовых труб на длительное растяжение

1 - стрелочный индикатор; 2 - рычаг для передачи силы; 3 - прибор для учета времени; 4 - контрольный груз; 5 - образец; 6 - испытательная среда; 7 - теплоизолированная ванна; 8 - насос для циркуляции жидкости

Допускается использование нагружающего приспособления, позволяющего создавать нагрузку в образцах путем их предварительной (5 - 20%) деформации и закрепления в специальных струбцинах. Испытание в этом случае проводится при релаксации напряжений. Сравнивать результаты испытаний проведенных по различным схемам нагружения не допускается.

Перед нагружением образцы кондиционируют при температуре $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ с последующим погружением в испытательную среду. Нагружение образцов осуществляется плавно после выравнивания температуры в испытательной ванне или до погружения образцов в ванну. В качестве испытательной среды рекомендуется использовать дистиллированную воду с 2 % содержанием смачивающего поверхностно-активного

вещества типа ОП-7 или ОП-10 по ГОСТ 8433. Следует обеспечивать неизменную концентрацию смачивающего вещества с точностью $\pm 5\%$. Испытания на длительное растяжение могут проводиться при различных температурах окружающей среды и различных нагрузках. Испытательные напряжения следует выбирать с таким расчетом, чтобы в образцах начали проявляться только хрупкие изломы, а время испытания (до обнаружения изломов на каждом образце невооруженным глазом) было минимальным (табл.3 13.1.).

Таблица 3.13.1.

Минимальное испытательное напряжение, Н/мм	Температура испытательной среды, °С	Время минимальной выдержки, ч
4,0	95	30
4,0	80	500

Если в течение минимального времени испытаний хрупких изломов не появилось, следует устанавливать большие величины испытательного напряжения или деформации.

Приложение 3.14.

Методика испытаний сварных соединений полиэтиленовых седловых отводов на стойкость к удару

Сущность метода заключается в нанесении удара падающим грузом цилиндрической формы с высоты $(2,0 \pm 0,01)$ м по поверхности крышки седлового отвода с последующим определением герметичности испытываемого образца (рисунке 3.14.1.).

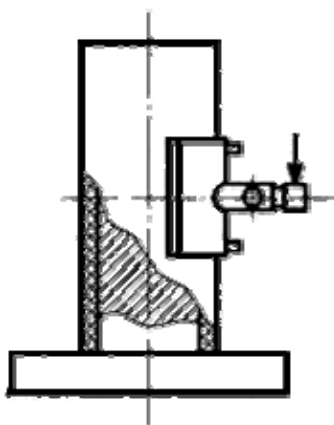


Рис. 3.14.1. Схема испытания сварных соединений полиэтиленовых седловых отводов на стойкость к удару падающим грузом

Испытываемый образец должен представлять собой седловой отвод, приваренный посередине полиэтиленового патрубка, длина свободных концов которого должна равняться номинальному наружному диаметру трубы с погрешностью в пределах ± 10 мм. Перед испытаниями образцы кондиционируют при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ не менее 2 ч. Испытания проводят при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$. Сварной образец надевают на стальной сердечник, установленный на жесткой опоре. Диаметр сердечника выбирается соответственно внутреннему диаметру трубы. Образец фиксируется таким образом, чтобы удар падающего груза был бы направлен параллельно оси трубы и приходился на середину крышки на горловине седлового отвода. После нанесения первого удара образец разворачивают на 180° , чтобы следующий удар нанести с противоположной стороны. После нанесения двух ударов образец визуально осматривают на наличие видимых разрушений. При отсутствии видимых разрушений производят испытание на герметичность образца.

Определение герметичности проводят при температуре $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$. В качестве рабочей среды используют воздух или азот. Аппаратура, используемая для испытания на герметичность, должна соответствовать ГОСТ 24157. Образцы подвергают испытательному давлению постепенно в течение 15 - 60 с от начала нагружения и выдерживают при этом давлении не менее 24 ч или до момента потери герметичности. Для испытания образцы погружают в водяную ванну. Нарушение герметичности определяют по показанию манометров или по пузырькам воздуха или азота.

4. Прокладка трубопроводов из полиэтиленовых труб

4.1. Прокладка напорных трубопроводов

Общие положения

4.1.1. Трасса для прокладки полиэтиленовых трубопроводов выбирается аналогично трассе для трубопроводов из традиционных материалов (стали, чугуна), но с учетом специфических свойств полиэтилена, в частности:

- недопущением превышения расчетной температуры стенки трубопроводов из-за воздействия каких-либо тепловых источников (например, теплосетей и т.д.);

- обеспечением компенсации значительных изменений длины трубопровода при колебаниях температуры (путем установки компенсаторов, неподвижных опор и т.д.);

- исключением работы полиэтиленовых трубопроводов в качестве несущих конструкций;

- осуществлением прокладки полиэтиленовых трубопроводов с учетом горючести материала.

4.1.2. Прокладка полиэтиленовых трубопроводов напорных систем должна осуществляться преимущественно в грунте (бесканальная прокладка) с несущей способностью не ниже 0,1 МПа, что соответствует мягкому (песчаному) грунту.

Возможность наземной прокладки на отдельных участках трассы полиэтиленовых напорных трубопроводов в каждом конкретном случае должна обосновываться технико-экономическими расчетами с привлечением соответствующих специалистов.

4.1.3. При бесканальной прокладке глубина заложения полиэтиленовых труб устанавливается проектом с учетом следующих рекомендаций:

- максимальная глубина заложения (до верха трубы) не должна превышать 3,5 м (при необходимости превышения глубины заложения требуется проведение расчета на прочность труб);

- минимальная глубина заложения должна быть не менее 1 м до верха трубы независимо от интенсивности движения транспорта (в особых случаях при соответствующем обосновании теплотехническими и прочностными расчетами минимальная глубина заложения для труб диаметром до 700 мм может быть уменьшена до 0,5 м);

- глубина заложения должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта;

- максимальная глубина заложения полиэтиленовых труб должна определяться расчетом с учетом конкретных условий в соответствии с СП 40-102-2000, Приложение Д.

4.1.4. При подземной бесканальной прокладке полиэтиленовых труб допускается их параллельная совмещенная прокладка без теплоизоляции с трубопроводами горячего

водоснабжения и теплоснабжения, укладываемыми бесканально.

Расстояние между осью полиэтиленового трубопровода и стенкой ближайшего теплопровода, а также минимальную глубину заложения полиэтиленового трубопровода следует принимать по табл. 11.

Таблица 11. Минимальная глубина заложения трубопровода и расстояние между ним и теплопроводом

Наружный диаметр полиэтиленового трубопровода, мм	Минимальная глубина, м	Расстояние, м
75	1,4	0,89
160	1,55	0,97
250	1,88	1,06
630	2,4	1,35

4.1.5. При параллельной подземной прокладке полиэтиленовых труб с каналом, в котором проложены трубопроводы горячего водоснабжения или теплоснабжения, расстояние в свету между наружными стенками полиэтиленовой трубы и канала должно быть не менее 0,6 м.

4.1.6. При параллельной прокладке полиэтиленовых трубопроводов с водоотводящими сетями, транспортирующими агрессивные, пахучие и токсичные жидкости, полиэтиленовый трубопровод прокладывают выше в соответствии с рекомендациями СП 40-102-2000, п. 4.4. При невозможности осуществления данного варианта полиэтиленовая труба на соответствующем участке заменяется стальной.

4.1.7. При пересечении полиэтиленовых трубопроводов с водоотводящими на расстоянии менее 0,4 м (по вертикали в свету) они заключаются в футляры из асбестоцементных или металлических труб, длина которых от обреза до пересекаемого трубопровода составляет не менее 5 м в каждую сторону (для глинистых грунтов) и 10 м (для крупнообломочных и песчаных грунтов).

4.1.8. При пересечении полиэтиленовых трубопроводов с теплопроводами и кабелями они заключаются в футляры из асбестоцементных или металлических труб; расстояние от стенок футляра до кабеля или стенки основания перекрытия канала теплосети принимают не менее 0,5 м.

4.1.9. Полиэтиленовые трубопроводы, пересекающие железные или автомобильные дороги, а также трамвайные пути следует прокладывать в футлярах с указаниями СНиП по проектированию наружных сетей водоснабжения и водоотведения. Длина концов футляра, выступающих за пределы пересекаемого сооружения, должна быть не менее 1,5 м, а

внутренний диаметр футляра должен быть больше наружного диаметра трубы на 0,2 м.

4.1.10. На поворотах полиэтиленового трубопровода допускается прокладывать их по пологой кривой в соответствии с требованиями СНиП по производству и приемке работ на наружных сетях и сооружениях водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.

4.1.11. Компенсация линейных расширений трубопроводов из полиэтиленовых труб производится установкой неподвижных опор или упоров призматической формы из бетона (в местах поворотов трассы, узлах крепления в колодцах), обеспечивающих утяжеление отдельных узлов трубопроводной системы (например, вблизи колодцев и в колодцах) и / или крепления к изначально неподвижным конструкциям (см. раздел 6).

Размеры упоров (опорных площадей) следует принимать по номограммам Мосинжпроекта (Проектирование пластмассовых трубопроводов. Справочные материалы, Издательство ВНИИМП, 2002 год).

4.1.12. Для участков полиэтиленовых трубопроводов, прокладываемых на поверхности земли на опорах в коллекторах, линейная компенсация обеспечивается расстановкой креплений и специальных компенсирующих деталей.

Земляные работы

4.1.13. Земляные работы при строительстве напорных трубопроводов с применением полиэтиленовых труб, крепление стенок траншей, водоотлив и водопонижение следует производить в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01.

4.1.14. Ширина траншеи по дну должна приниматься равной наружному диаметру трубы плюс 40 см.

4.1.15. При плотных и твердых грунтах на дне траншеи перед укладкой труб необходимо устраивать основание из насыпного грунта толщиной 100-150 мм, не содержащего твердых комков, кирпича, камня, щебня и других твердых включений крупностью более 0,1 наружного диаметра трубопровода и менее 20 мм.

4.1.16. После укладки труб на дно траншеи и их сварки должна производиться насыпка песка слоями толщиной не более 100 мм с каждой стороны трубопровода одновременно.

4.1.17. При сборке труб в траншее в месте производства сварочных работ по всей ширине дна траншеи устраиваются прямки глубиной 100 - 150 мм; длина прямков принимается равной 2 - 3 наружным диаметрам.

4.1.18. Засыпку траншеи грунтом следует вести в следующей технологической последовательности:

- подбивать грунт под трубопровод вручную до высоты 0,1 - 0,2 от наружного диаметра трубы,
- засыпать пазухи (от трубы до стенки траншеи с обеих сторон) одновременно с уплотнением грунта слоями высотой 10 - 15 см до верха трубопровода,
- устраивать над верхом трубопровода защитный слой высотой не менее 0,3 м (из песка или мягкого грунта с крупностью частиц 0,1 от наружного диаметра трубопровода и менее 20 мм); защитный слой не должен содержать твердых включений с острыми гранями,
- оставлять не засыпанными пазухи траншеи и не укладывать защитные грунтовые слои над сварными соединениями до проведения предварительных испытаний на герметичность;
- выполнять засыпку прямков и сварных соединений с укладкой защитных слоев и с уплотнением грунта до проектной степени по завершении предварительных испытаний,
- производить засыпку траншей поверх защитного слоя до высоты 700 мм над трубопроводом грунтом, не содержащим твердых включений, обломков строительных деталей и т.п. размерами более 200 мм,
- уплотнять грунт в пазухах до степени более 90 % посредством трамбовок ИЭ-4505 или других аналогичного типа за несколько проходов поверх одного и того же слоя (для глинистого и песчаного грунтов для достижения степени уплотнения 93 % требуется один проход; за два прохода грунт уплотняется до степени 95 % и за три – до 96 % и т.д.),
- уплотнять до проектной степени вышележащие над трубопроводом слои грунта с использованием любых других уплотняющих механизмов.

Укладка и сборка трубопроводов

4.1.19. Монтаж напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб и трубных изделий следует вести с максимальным использованием промышленных методов, связанных с подготовкой концов труб к соединению.

4.1.20. Трубы, соединительные части и комплектующие изделия, поступающие на стройку, должны проходить входной контроль качества (ВКК):

- при приемке труб, соединительных частей и комплектующих изделий от поставщика и при складировании на базе следует провести: контроль наличия оформления поступающей трубной продукции и комплектующих изделий сопроводительной документации, в том числе, сертификатов качества и гигиенических; визуальный осмотр всех труб и комплектующих, на которых должны быть маркировка, содержащая информацию о диаметре, материале, размерном соотношении (SDR), а также сведения об изготовителе

(применять трубы при отсутствии на них маркировки без дополнительных их испытаний в лабораторных условиях категорически запрещается); выборочный контроль размеров концов, овальности труб и соединительных частей; контроль качества складирования и хранения труб и соединительных частей;

- на приобъектном складе следует производить: проверку наличия сертификатов или их копий; контроль соответствия труб и соединительных частей условному обозначению, указанному на ярлыке (копии ярлыка); выборочный контроль размеров труб и соединительных частей с использованием соответствующего измерительного инструмента согласно технической документации;

- непосредственно перед монтажом должны производиться: визуальный осмотр труб и соединительных частей; контроль размеров и овальности наружного диаметра гладких концов и толщины стенки труб и соединительных частей с использованием измерительного инструмента или специальных шаблонов.

При обнаружении на любом этапе входного контроля трещин, вмятин и т.п. на изделии, разрывов на гладких концах труб и соединительных частях, чрезмерное отступление от размеров по наружному диаметру и толщине стенки трубные изделия отбраковываются.

4.1.21. При монтаже россыпью трубы и соединительные части раскладываются по трассе (на бровке траншеи на расстоянии 1-1,5 м от края) в объеме, определяемом сменной выработкой.

4.1.22. Полиэтиленовые трубы, уложенные на дно спланированной по расчетному уклону траншеи, выравниваются в одну линию (в вертикальной плоскости) и закрепляются грунтом. Отклонение полиэтиленового трубопровода от проектного положения по вертикали не должно быть ниже принятой линии уклона ($\approx 0,005$).

4.1.23. Сборка трубопровода осуществляется по технологической схеме, при которой сварка полиэтиленовых труб выполняется непосредственно на дне траншеи.

4.1.24. Сборка труб между собой либо с соединительными частями должна производиться электроимпульсной сваркой или встык с использованием сварочных механизмов (устройств и приспособлений любых конструкций при условии обеспечения производительной и высококачественной сборки).

4.1.25. Сварку полиэтиленовых труб рекомендуется производить при температуре наружного воздуха до минус 10°C. При температуре ниже 0°C сварочные работы следует производить в специально оборудованных тепляках по специальной технологии, предусматривающей предварительный подогрев концов соединяемых трубных элементов.

4.1.26. Операционный контроль качества сварных соединений выполняют

посредством определения и соблюдения режимов и параметров сварки, а также размеров сварочных швов.

4.1.27. Сборку полиэтиленовых труб с использованием фланцевых соединений выполняют традиционными методами.

4.1.28. Обработку полиэтиленовых труб при необходимости выполняют механизированным путем с использованием пил и станков любой конструкции, обеспечивающих качественную их резку.

Резка полиэтиленовых соединительных частей запрещается.

4.1.29. Полиэтиленовые соединительные части, изготовленные сваркой встык под углом из труб с таким же значением стандартного соотношения (SDR), как и у труб, используемых для прокладки, следует усилить предварительным обматыванием стеклотканью с полиэфирным (эпоксидным) клеем или бетонированием непосредственно при монтаже. При этом следует использовать бетон марки не ниже 400 и арматуру диаметром 6 - 8 мм. Толщина слоя бетона должна быть в диапазоне 1,2 - 1,5 наружных диаметров трубопровода.

Проход трубопроводов в камерах переключения

4.1.30. Сопряжение двух соседних участков напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб, устройство ответвлений, установку специальных устройств обычно осуществляют в камерах переключения (колодцах) из железобетона или кирпича путем расположения в них соединительных частей и арматуры.

4.1.31. Проход трубопровода сквозь стенки камер переключения (колодцев) из железобетонных колец и другие строительные конструкции следует осуществлять с помощью гильз из отрезков труб (асбестоцементных, бетонных, железобетонных) или путем непосредственного бетонирования полиэтиленовых труб в месте прохода через стенку (с предварительной установкой двух резиновых колец).

4.1.32. Гильзы рекомендуется устанавливать на концах труб, примыкающих к камерам переключения (колодцам), перед засыпкой пазух траншеи с проложенным трубопроводом.

4.1.33. Уплотнение пространства между полиэтиленовой трубой и гильзой следует выполнять с использованием резиновых колец, мастик или герметиков.

4.1.34. Бетонирование гильз (труб) в ж/б (кирпичной) стенке колодца следует производить с устройством опалубки, которая после набирания бетоном соответствующей прочности должна обязательно сниматься.

4.1.35. Монтаж фланцевых соединительных частей и арматуры на напорных

трубопроводах из полиэтиленовых труб выполняется в камерах переключения (колодцах) в соответствии со сложившейся практикой.

4.1.36. Расположение фланцевых соединений непосредственно в грунте должно сопровождаться их обязательной защитой от коррозии, для этого должен разрабатываться специальный регламент.

Испытания трубопроводов и сдача их в эксплуатацию

4.1.37. Испытания напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб должны проводиться в соответствии с проектом и с учетом требований СНиП 2.04.02 и 3.05.04.

4.1.38. После окончания строительства сдача в эксплуатацию напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб осуществляется в соответствии с требованиями проекта, СНиП 3.01.04-87 и МГСН 8.01-00 «Приемка и ввод в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения».

4.1.39. Порядок проведения промывки и дезинфекции трубопроводов водоснабжения из полиэтиленовых труб должен соответствовать требованиям СНиП 3.05.04.

Требования безопасности

4.1.40. При производстве работ по монтажу напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб необходимо соблюдать требования СН и П 12.03-2000 «Безопасность труда в строительстве», Свода правил по проектированию и строительству СП 12-135-2003 "Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда" и требования, указанные в настоящем разделе.

4.1.41. Складирование полиэтиленовых труб, соединительных частей, ж/б колец, других строительных изделий и материалов для устройства камер переключения (колодцев) и упоров должно осуществляться с учетом требований разделов соответствующих технических условий на них.

4.1.42. Погрузочно-разгрузочные работы с полиэтиленовыми трубами, соединительными частями, ж/б кольцами и другими строительными изделиями должны производиться с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений (строп, мягких полотенец, траверс, захватов и т.п.) с учетом применяемых подъемно-транспортных механизмов.

4.1.43. При перемещении грунта, полиэтиленовых труб, соединительных частей, ж/б колец и т.п. работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

4.1.44. Необходимо постоянно следить за состоянием откосов при работе людей в нераскрепленных траншеях и котлованах, а в раскрепленных – за элементами креплений.

4.1.45. При проведении гидравлических испытаний напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб давление следует поднимать постепенно. Запрещается находиться перед заглушками, в зоне временных и постоянных упоров.

4.1.46. При осмотре камер переключения (колодцев) необходимо открыть все люки, проверить их газоанализатором на степень загазованности. Категорически запрещаются попытки проверки загазованности открытым пламенем.

4.1.47. Испытания следует прервать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

4.1.48. При проведении испытаний напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб работники, участвующие в монтаже, должны находиться на безопасном расстоянии от возможного места их разрушения (при пневматических испытаниях не ближе 6 м). Обнаруженные дефекты можно устранять только после снятия давления методами, согласованными с проектировщиками. Простукивать трубопровод во время испытаний категорически запрещается.

Охрана окружающей среды

4.1.49. Меры по охране окружающей среды должны соответствовать требованиям СНиП 3.05.03-85 и настоящего раздела.

4.1.50. Без согласования с соответствующей организацией не допускается производить рытье траншей (котлованов) и т.п. на расстояниях менее 2 м от стволов деревьев и 1 м от кустарников. Запрещается перемещение грузов кранами на расстоянии ближе 0,5 м от крон или стволов деревьев. Не допускается складирование полиэтиленовых труб и других изделий на расстоянии менее 2 м от стволов деревьев без временных ограждающих или защитных устройств вокруг них.

4.1.51. Промывку трубопроводов систем водоснабжения следует выполнять с повторным использованием воды. Слив воды из трубопроводов после проведения испытаний, промывки (дезинфекции) производить в места, предусмотренные ППР.

4.1.52. Территория по завершении строительства трубопроводной сети должна быть очищена и восстановлена согласно проекту.

4.1.53. Отходы полиэтиленовых труб, железобетонных колец и других материалов следует вывозить на заводы для переработки или на захоронение в места, согласованные с органами Мосгорсанэпиднадзора.

4.2. Прокладка безнапорных трубопроводов

Общие положения

4.2.1. Работы по прокладке самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб следует производить с учетом общих требований СНиП 12-01-2004 и в соответствии с проектами прокладки канализационной сети, организации строительства (ПОС) и производства работ (ППР).

4.2.2. Прокладка канализационных трубопроводов с использованием полиэтиленовых труб должна осуществляться с учетом требований СНиП 3.05.04-85.

4.2.3. При прокладке самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб должны использоваться технологические процессы, предусмотренные типовым технологическим регламентом, состав и очередность выполнения которых должны увязываться с конкретными условиями строительства.

4.2.4. Монтаж самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб должен производиться при температуре наружного воздуха не ниже минус 15 °С.

4.2.5. После окончания отдельных технологических этапов производства работ, предусмотренных в проекте, оформляются приемосдаточные акты об их выполнении с участием производителя работ, представителей организаций, проектирующих и эксплуатирующих самотечную канализационную сеть.

4.2.6. Перед прокладкой самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб необходимо производить входной контроль качества трубных изделий:

- проверку сопроводительной документации,
- тщательный осмотр (визуально),
- сравнение с эталонными образцами,
- выборочное измерение размеров,
- проверку на соответствие ТУ, ГОСТ и т.п. на изделия и паспортам на материалы.

4.2.7. Размеры всех элементов труб (диаметров, толщин их стенок и т.п.) должны соответствовать установленным нормам. Торцы цилиндрической части труб должны быть перпендикулярны ($\pm 0,5$ град.) продольной оси и иметь круговое очертание с овальностью не более допустимой для соответствующего диаметра труб в соответствии с паспортными данными.

4.2.8. Глубина заложения полиэтиленовых труб устанавливается проектом в

соответствии с типом труб и наружным диаметром.

Максимальная глубина заложения полиэтиленовых труб должна определяться расчетом с учетом конкретных условий в соответствии с СП 40-102-2000, Приложение Д.

При необходимости прокладки труб на глубинах больше рекомендуемых для соответствующего типа труб должно проводиться соответствующее обоснование и расчет на прочность.

Земляные работы

4.2.9. Разработку траншей (котлованов) и работы по устройству оснований для прокладки самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб следует производить с учетом требований СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты».

4.2.10. При рытье траншей и котлованов грунт должен выбрасываться на бровку в отвал или в кузов самосвала на вывоз. Глубина и ширина по верху выемок принимаются в соответствии с проектом: ширина траншеи по дну должна приниматься равной наружному диаметру труб плюс 0,4 м.

4.2.11. Для укладки самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб должна производиться специальная подготовка дна траншеи с обеспечением проектного уклона согласно проекту. При естественном основании это должно достигаться ровной срезкой грунта с профилированием на угол (по проекту). При искусственном основании - насыпкой песка, гравия, щебня с утрамбовкой слоями толщиной 100 - 150 мм до проектной степени уплотнения, бетонированием (монолитным, сборным), установкой свайных опор.

4.2.12. Засыпка траншеи вручную или экскаватором – планировщиком должна включать:

- подсыпку песка (мягкого талого грунта) под полиэтиленовый трубопровод и выше до горизонтального диаметра труб с уплотнением до степени не ниже 0,92;
- укладку такого же грунта вокруг соединений (после проведения предварительных испытаний) с уплотнением не ниже степени 0,92;
- засыпку пазух траншеи песком до верха труб с уплотнением до степени не ниже 0,9;
- насыпку защитного слоя песка над трубой толщиной 0,25 - 0,3 м без уплотнения с тщательным разравниванием;
- присыпку труб на высоту $0,8 \pm 0,1$ м.

4.2.13. После завершения гидравлических испытаний самотечного трубопровода из полиэтиленовых труб следует произвести окончательную засыпку траншеи местным

грунтом, не содержащим твердых включений крупнее 200 мм (строительного мусора, камней, кирпичей и пр.), экскаватором-планировщиком или бульдозером по уплотненному присыпанному слою грунта с уплотнением до степени по проекту.

Укладка и сборка трубопроводов

4.2.14. Сборочные работы по прокладке систем самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб следует производить по специальным технологическим регламентам, утвержденным в установленном порядке. Работы должны производиться работниками, прошедшими специальное обучение и получившими право на их выполнение.

4.2.15. Перед укладкой самотечного трубопровода следует проверять выборочным измерением размеры концов полиэтиленовых труб на пригодность к соединению между собой с помощью сварки.

4.2.16. Непосредственно перед сборкой самотечного трубопровода должен проводиться входной контроль качества всех полиэтиленовых труб: тщательный визуальный осмотр и сравнение с эталонными образцами.

4.2.17. Безнапорный трубопровод следует монтировать, начиная с раскладки полиэтиленовых труб вдоль траншеи на бровке на расстоянии 1 - 1,5 м от края.

4.2.18. Сборку самотечного трубопровода из полиэтиленовых труб можно производить непосредственно на дне траншеи, над траншеей и на бровке траншеи. Для каждого конкретного случая необходимо разрабатывать технологические карты с указанием технологических схем укладки труб в траншеи и используемых машин, оборудования и оснастки.

4.2.19. Отдельные полиэтиленовые трубы (трубные плети) следует опускать в траншею плавно и без рывков способами, исключающими удары их о твердые предметы, стенки и дно; опускание труб производится вручную и посредством соответствующих их массе грузоподъемных механизмов.

4.2.20. Перед укладкой следует в обязательном порядке проверить устойчивость и целостность стенок траншеи. При укладке основание трубы следует располагать в проектное положение (опирание полиэтиленовых труб на временные жесткие прокладки запрещается); под трубами не должно находиться камней, кирпича и других твердых предметов (их предварительно удаляют из траншеи, а образовавшиеся пустоты засыпают песком с последующим уплотнением по проекту).

4.2.21. При проходе полиэтиленовых труб сквозь стенки колодцев (рис.13) на них следует устанавливать защитные отрезки труб или резиновые кольца из натурального

каучука марки 3311.

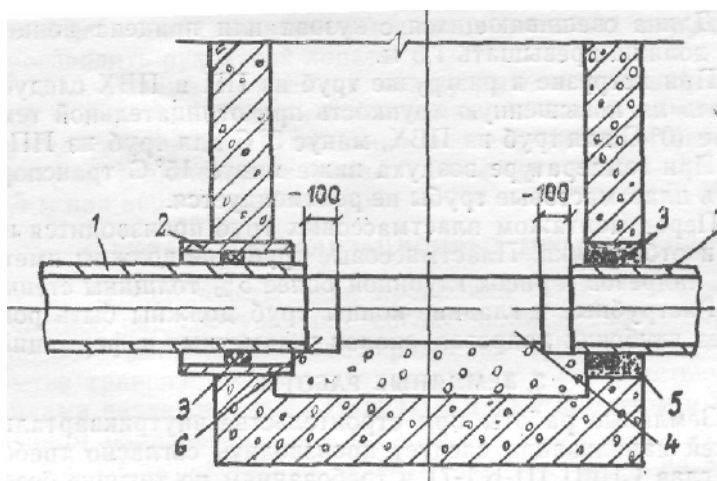


Рис. 13. Схема прохода самотечного трубопровода из полиэтиленовых труб через стенки колодца

1 - труба; 2 - асбестоцементная гильза; 3 - резиновое кольцо;

4 - бетонный лоток; 5 - заделка расширяющимся цементом;

6 - пространство в лотке, оставленное для удлинения концов труб

4.2.22. Внутренний диаметр резиновых колец следует принимать равным 0,8 - 0,85 от наружного диаметра труб, а ширину колец 15 – 25 мм. Располагать резиновые кольца следует на концах входящих в колодцы труб таким образом, чтобы они попадали в стенку (рис. 14). Лотки в колодцах следует набивать цементным раствором. Возможно обустраивать лотки путем пропускания трубы через колодец с последующим удалением ее верхней части до уровня горизонтального диаметра. Вертикальную часть лотка и бермы следует также набивать цементным раствором.

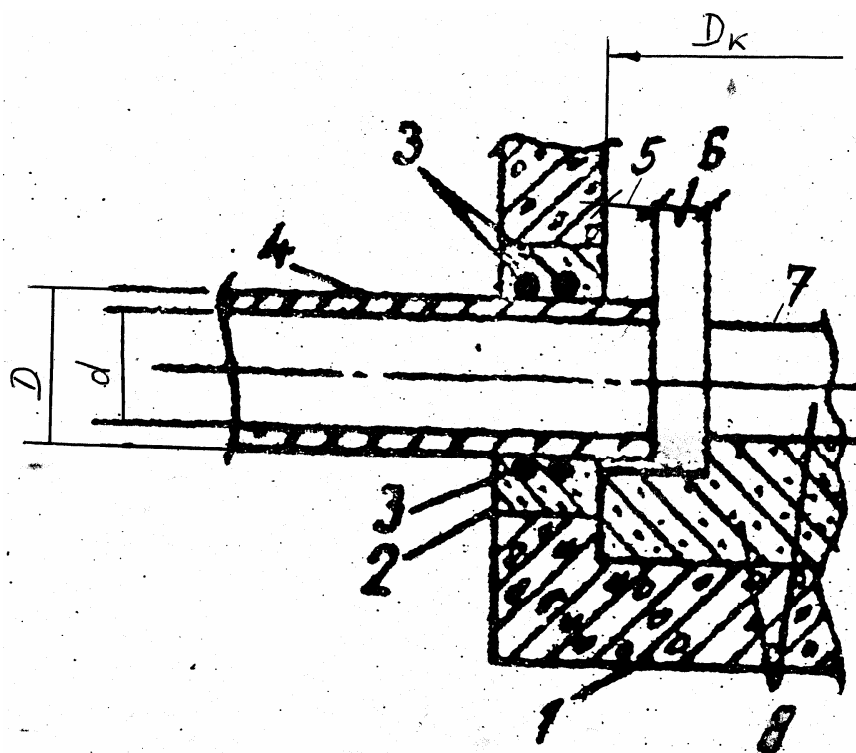


Рис. 14. Схема входа полиэтиленовых труб в колодец с заделкой в стенке канализационного колодца

1-основание, 2- заделка, 3- резиновые кольца, 4- труба, 5- выступающая часть трубы (~ 50мм), 6- зазор между трубой и лотком (~ 10мм), 7- берма, 8- цементный лоток

Обозначения: D –наружный диаметр трубы, d – внутренний диаметр трубы,
 D_k – внутренний диаметр колодца

4.2.23. При выходе колец из стенки канализационного колодца, концы полиэтиленовых труб следует замоноличивать (рис. 15, 16).

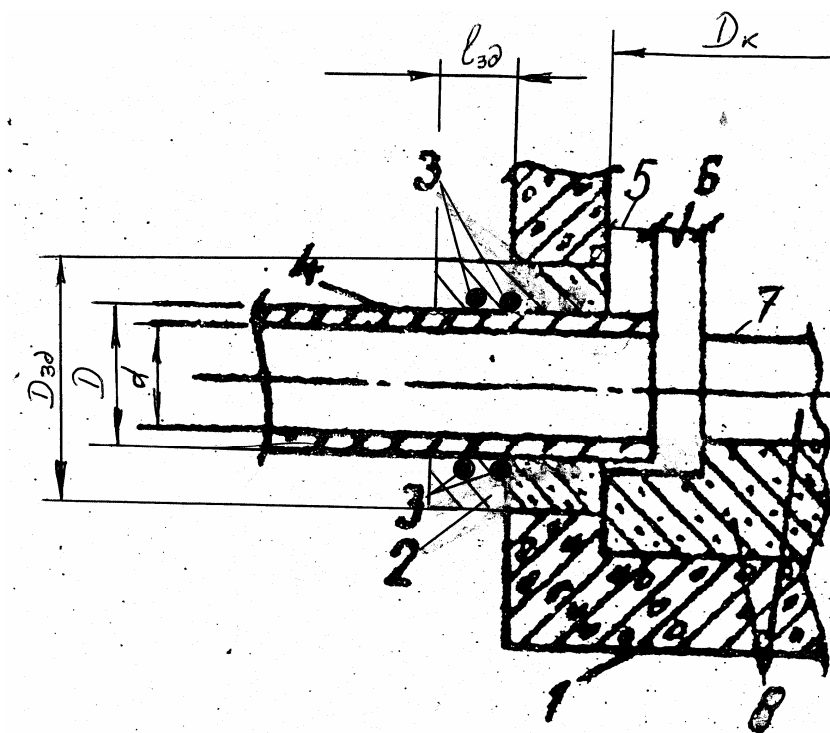


Рис. 15. Схема входа полиэтиленовой трубы в канализационный колодец с выступающей за пределы кольца заделкой

1-основание, 2- заделка, 3- резиновые кольца, 4- труба, 5- выступающая часть трубы ($\sim 50\text{мм}$), 6- зазор между трубой и лотком ($\sim 10\text{мм}$), 7- берма, 8- цементный лоток.

Обозначения: D – наружный диаметр трубы, d – внутренний диаметр трубы,
 D_k – внутренний диаметр колодца, $D_{зд}$ – наружный диаметр заделки,
 $l_{зд}$ – толщина заделки

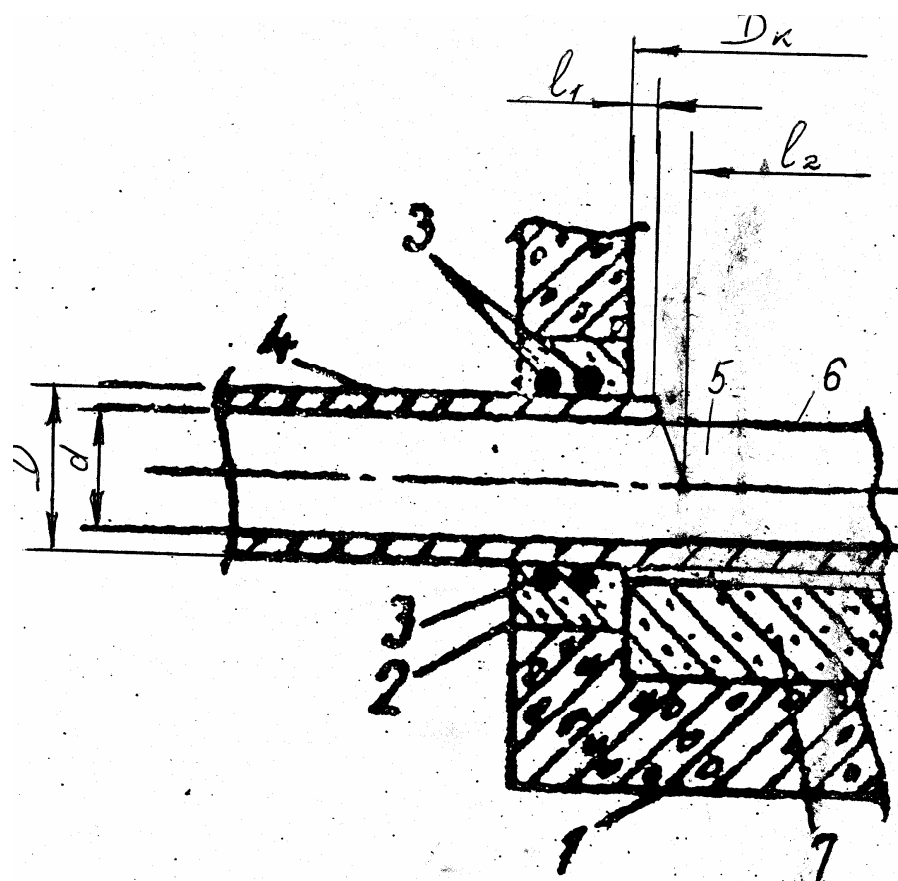


Рис. 16. Схема входа полиэтиленовой трубы в канализационный колодец с заделкой в стене и лотком «полиэтиленовая труба – цементный раствор»

1-основание, 2- заделка, 3- резиновые кольца, 4- труба,
5- цементная часть лотка, 6- берма, 7- дно колодца.

Обозначения: D – наружный диаметр трубы, d – внутренний диаметр трубы,
 D_k – внутренний диаметр колодца, l_1 – расстояние выступающей в колодец части верха трубы, l_2 – расстояние до середины срезанной части трубы до стенки колодца

4.2.24. При проходе полиэтиленовых труб через смотровые канализационные колодцы производят:

- надевание резиновых колец на трубы в соответствии с рис. 14 -16;
- введение трубы в проем стенки колодца так, чтобы было выдержано расстояние между торцом трубы и стенкой (см. рис. 14 –16);
- обустройство опалубки вокруг проема с трубой, с учетом размеров труб и стенок колодцев (см. рис. 16);
- закладку цементно-песчаного раствора (бетонирование проема с трубой) в опалубку (при этом отверстие в трубе должно быть закрыто);
- обустройство грунтовых зон вокруг трубы и колодца;
- разборку опалубки после набирания бетоном требуемой прочности;
- набивку цементно-песчаного лотка в колодце с устройством берм (с учетом разветвленности лотков все трубы, входящие и выходящие из колодца, должны быть заделаны в стенках колодца не зависимо от того, из какого материала они изготовлены).

При использовании схемы, согласно которой частью лотка является нижняя половина трубы (см. рис. 16), необходимо своевременно вырезать верхнюю половину трубы по шаблону.

Испытания, сдача и приемка в эксплуатацию

4.2.25. Испытания самотечных, а также напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб должны проводиться в соответствии с проектом и с обязательным учетом всех основных требований СНиП 2.04.02-84, 2.04.03-85, 3.05.04-85 и СП 40 -102 - 2000 .

4.2.26. При проведении испытаний используются типовые технологические процессы и испытательное оборудование, аналогичное применяемому при гидравлическом (пневматическом) испытании трубопроводов из других материалов.

4.2.27. Сдача в эксплуатацию сетей из полиэтиленовых труб должна осуществляться в соответствии с проектом, а также с учетом требований СНиП 3.01.04-87, СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», «Правил подготовки и производства земляных работ, обустройства и содержания строительных площадок в городе Москве» и МГСН8.01-00.

4.2.28. После письменного уведомления генерального подрядчика о готовности строительного объекта к приемке заказчик назначает рабочую комиссию из представителей заказчика (председатель), эксплуатационного предприятия (МГУП «Мосводоканал»), подрядчика, проектной организации, а при необходимости и других заинтересованных

ведомств. Рабочая комиссия проверяет соответствие выполненных строительно-монтажных работ утвержденному проекту, производит проверку качества строительства сетей, дает заключение об их готовности к приемке в эксплуатацию (составляет ведомость недоделок, если таковые имеются, и устанавливает срок их устранения).

4.2.29. Для окончательной приемки в эксплуатацию законченных строительством сетей заказчик по согласованию с эксплуатационным предприятием назначает приемочную комиссию и устанавливает срок ее работы. При этом заказчик и генеральный подрядчик представляют комиссии следующие документы:

- утвержденную проектно-сметную документацию на строительство сетей из полиэтиленовых труб с внесенными в нее с согласия проектной организации изменениями (если таковые имелись);
- списки специализированных организаций, принимавших участие в выполнении строительно-монтажных работ, с указанием должностей и фамилий инженерно-технических работников, ответственных за их выполнение;
- материалы исполнительной геодезической съемки фактического положения элементов трубопроводов и сооружений на сетях, «Акт на разбивку трассы трубопроводных сетей»;
- исполнительные чертежи на построенные сети;
- акты сдачи и приемки отдельных этапов работ по монтажу трубопроводов (если было предусмотрено проектом их оформление);
- исполнительные чертежи на построенные трубопроводные сети со штампом Геотреста;
- акты приемки-сдачи скрытых работ;
- акт о проведении испытаний трубопроводов.

4.2.30. Комиссия, принимающая законченный строительством объект в эксплуатацию, после ознакомления с представленными материалами и проверки соответствия выполненных работ утвержденному проекту оформляет акт по форме, приведенной в МГСН 8.01-00. Акт составляется в 5-ти экземплярах (два для эксплуатационной организации, два заказчику и один генеральному подрядчику) и должен быть подписан председателем и всеми членами комиссии. Если приемочная комиссия по каким-либо причинам не считает возможным принять объект в эксплуатацию, то она предоставляет аргументированное заключение с назначением нового срока приемки.

4.2.31. Для устранения дефектов, произошедших в процессе строительства или при

эксплуатации самотечных и/или напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб, должны применяться технологии, согласованные с заказчиком, проектной организацией и МГУП «Мосводоканал».

4.2.32. При небольшом механическом повреждении полиэтиленовых труб дефектное место следует очистить от грязи, пыли, масел и пр. и заделать трещину экструзионной сваркой (посредством сварного шва или наложением заплатки из полиэтиленового листа) или использовать бандаж из термоусаживаемой манжеты, а также бандажно-сварное соединение.

4.2.33. Для удаления поврежденного участка его следует вырезать. Резку труб можно производить любым способом. После резки поверхности концов труб должны быть очищены. Торцы цилиндрической части должны быть перпендикулярны ($\pm 0,5$ град.) продольной оси труб. Бракованный отрезок трубы заменяется новым на экструзионной сварке. Можно использовать соединения на подвижной муфте с уплотнением резиновыми кольцами.

Требования безопасности и охраны окружающей среды

4.2.34. При производстве работ по прокладке самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб необходимо соблюдать требования СНиП 12.04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство», включая изменения, касающиеся погрузочно-разгрузочных и земляных работ, гидравлических и пневматических испытаний.

4.3.35. Складирование труб, ж/б колец, строительных изделий и материалов должно осуществляться согласно требований технических условий на них.

4.3.36. Погрузка и разгрузка полиэтиленовых труб, ж/б колец и других строительных изделий должны производиться с использованием инвентарных грузозахватных приспособлений (строп, мягких полотенец, траверс, захватов и т.п.) с учетом применяемых подъемно-транспортных механизмов. При перемещении грунта, труб, ж/б колец и т.п. работники должны находиться в безопасной зоне проведения работ.

4.3.37. Работа на любых строительных машинах должна производиться лицами, имеющими специальное разрешение, и в соответствии с проектом производства работ. Использовать в работе разрешается только исправные машины, инструменты, приспособления и средства малой механизации, что должно проверяться в установленном порядке с указанием сроков, оговоренных в техпаспортах.

4.3.38. Необходимо постоянно следить за состоянием откосов при работе людей в не

раскрепленных траншеях и котлованах, а в раскрепленных – за элементами креплений.

4.3.39. Все рабочие должны пройти полный инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный, повторный и внеплановый).

4.3.40. При хранении полиэтиленовых труб, железобетонных колец колодцев на объекте строительства и на месте монтажа следует соблюдать правила противопожарной безопасности (ГОСТ 12.1.004 - 76). Запрещается разводить огонь и проводить огневые работы в непосредственной близости (не ближе 2 м) от бытовок, складов, хранить рядом горючие и легковоспламеняющиеся жидкости.

4.3.41. При пожаре следует использовать обычные средства пожаротушения.

4.3.42. В случае гидравлических (в зимний период - пневматических) испытаний предварительно заготовленных на поверхности земли полиэтиленовых трубных плетей запрещается находиться перед заглушками, в зоне заглушек и временных упоров.

4.3.43. При осмотре колодцев (камер) необходимо открыть все люки, проверить их газоанализатором на загазованность. Категорически запрещаются попытки проверки загазованности зажженной спичкой, горящей бумагой или пламенем горелки. Испытания следует прервать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

4.3.44. Меры по охране окружающей среды при производстве работ, связанных с прокладкой самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб должны соответствовать требованиям СНиП 3.05.03-85 и настоящего раздела.

4.3.45. Без согласования с соответствующей организацией не допускается производить рытье траншей (котлованов) и т.п. на расстояниях менее 2 м от стволов деревьев и 1 м от кустарников. Запрещается перемещение грузов кранами на расстоянии ближе 0,5 м от крон или стволов деревьев. Не допускается складирование труб и других изделий на расстоянии менее 2 м от стволов деревьев без временных ограждающих или защитных устройств вокруг них.

4.3.46. Слив воды из канализационных трубопроводов после проведения испытаний следует производить только в места, предусмотренные ППР.

4.3.47. Территория по завершении строительства трубопроводной сети должна быть очищена и восстановлена в соответствии с проектом.

4.3.48. Отходы полиэтиленовых труб, железобетонных колец следует вывозить на заводы для переработки или в места захоронений, согласованные с Санэпиднадзором. Непригодные для вторичной переработки отходы подлежат уничтожению в соответствии с санитарными правилами и нормами, предусматривающими порядок накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения промышленных отходов.

5. Перекладка трубопроводов с использованием полиэтиленовых труб

Перекладка действующих трубопроводов систем водоснабжения и канализации по причине их выхода из строя (например, в случае ветхости, наличия различного типа дефектов), а также в целях увеличения пропускной способности, повышения напора или устройства дополнительных ответвлений может производиться с использованием полиэтиленовых труб.

При перекладке действующего трубопровода должны учитываться особенности напорных и безнапорных режимов течения жидкости и материалы трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения.

5.1. Перекладка напорных трубопроводов

5.1.1. Для напорного трубопровода, восстанавливаемого с помощью новых полиэтиленовых труб, необходимо установить его характеристики, а также расположение в подземном пространстве (глубину заложения, вид грунтов, наличие грунтовых вод, количества и характера пересекающихся и параллельных коммуникаций и т.д.) и расположение по отношению к инженерным объектам на поверхности земли.

5.1.2. Особое внимание следует обращать на наличие поворотов труб и ответвлений непосредственно в грунте, виды соединений, типы запорной арматуры, размеры и материалы водопроводных (канализационных) колодцев (камер переключения).

5.1.3. Определить взаиморасположение напорного трубопровода по отношению к соседствующим инженерным сооружениям (теплотрассам, каналам связи, трубопроводам систем канализации и водостокам, электрокабелям и др.) и коммуникациям специального назначения.

5.1.4. При реконструкции (ремонте) производится освобождение напорного трубопровода от грунта и удаление земляного массива из зоны работ.

5.1.5. При прохождении под дорогами с усовершенствованными покрытиями над трубопроводом необходимо:

- разобрать асфальт, бетон с использованием соответствующих машин и механизмов, погрузить в автосамосвалы и вывезти на свалку в отведенное для этого место,
- разработать грунт с помощью экскаватора соответствующей диаметру трубопровода мощностью,
- вручную освободить трубопровод от грунта.

5.1.6. При прохождении трубопровода под газонами необходимо:

- разработать грунт с помощью экскаватора,

- вручную освободить трубопровод от грунта.

5.1.7. При извлечении трубопровода из грунтового массива необходимо:

- разрезать стальной трубопровод на отрезки длиной по 6 - 12 м с помощью газовой резки, извлечь полученные части трубопровода на поверхность и отправить для использования, например, при прокладке временных трубопроводных сетей,
- расчеканить чугунные и асбестоцементные трубопроводы (например, путем расстыковки резиновых соединений в виде колец), вынести трубы на поверхность, погрузить на транспортные средства и отправить на утилизацию,
- разбить трубопроводы из железобетонных труб с помощью отбойного молотка, перерезать арматуру с помощью газовой резки, погрузить в автосамосвалы и вывезти для переработки на заводы по переработки ЖБИ или на свалку в отведенные для этого места,
- погрузить в автосамосвалы и отправить в утиль для последующей переплавки части трубопроводов, которые из-за своей ветхости не могут быть использованы для прокладки временных трубопроводных сетей.

5.1.8. При перекладке напорных трубопроводов необходимо подготовить дно и оборудовать стенки траншеи с учетом ее глубины, вида грунта, наличия грунтовых вод и интенсивности их притока с целью обеспечения условий для качественной, производительной и безопасной укладки нового трубопровода из полиэтиленовых труб,

Прокладка полиэтиленовых труб производится аналогично новому строительству напорных полиэтиленовых трубопроводов.

5.1.9. По мере возможности прокладка напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб должна производиться с использованием методов, оборудования и инструмента, аналогичных рекомендуемым к применению при новом строительстве напорных полиэтиленовых трубопроводов (см. раздел 4.1.).

5.2. Перекладка безнапорных трубопроводов

5.2.1. Для безнапорного трубопровода намеченного к перекладке с использованием полиэтиленовых труб необходимо установить его характеристики, а также расположение в подземном пространстве (глубину заложения, вид грунтов, наличие грунтовых вод, наличие соседствующих коммуникаций), и расположение относительно сооружений на поверхности земли.

5.2.2. В обязательном порядке произвести осмотр трубопровода, особое внимание обращая на наличие ответвлений в грунте, просадок, смещений и изменений направления; при необходимости привести данные по результатам разработки шурфов, материалу труб и

видах соединений, типах запорной арматуры, размерах и материалах канализационных колодцев (камер переключения), полученных по имеющимся проектным данным и результатам инвентаризации, произведенным в процессе эксплуатации системы канализации.

5.2.3. Отобразить на соответствующих чертежах трассу самотечного трубопровода.

5.2.4. Выявить нахождение по трассе самотечного трубопровода различных препятствий в виде отдельных сооружений, трамвайных путей, а также определить вид дорожного покрытия.

5.2.5. Определить взаиморасположение безнапорного трубопровода с рядом находящихся в непосредственной близости инженерных сооружений (теплотрасс, каналов связи, трубопроводов систем водоснабжения и водостоков, электрокабелей и других коммуникаций различного назначения).

5.2.6. Освободить безнапорный трубопровода от грунта и удалить из земляного массива.

5.2.7. При прохождении под дорогами с усовершенствованными покрытиями над трубопроводом необходимо:

- разобрать асфальт, бетон с использованием соответствующих машин и механизмов с погрузкой в автосамосвалы и вывозом на свалку в отведенное для этого место,
- разработать грунт с помощью экскаватора соответствующей диаметру трубопровода мощностью,
- вручную освободить трубопровод от грунта.

5.2.8. При прохождении под газонами над трубопроводом необходимо:

- разработать грунт с помощью экскаватора соответствующей диаметру трубопровода мощностью,
- вручную освободить трубопровод от грунта.

5.2.9. При извлечении трубопровода из грунтового массива необходимо:

- чугунные и асбестоцементные трубы разобрать путем расчеканки соединений (расстыковки на резиновых кольцах); извлечь их на поверхность, погрузить на транспортные средства и отправить для использования при прокладке временных трубопроводных коммуникаций,
- трубопроводы из бетонных труб разрушить с помощью отбойного молотка, погрузить в автосамосвалы и отправить на дальнейшую переработку в щебень или на свалку,
- керамические трубопроводы разбить с помощью отбойного молотка, погрузить в автосамосвалы и отправить на свалку; осколки керамических труб не должны оставаться в местном грунте, который в дальнейшем может быть использован для засыпки траншеи с

полиэтиленовым трубопроводом,

- части трубопроводов, которые по причине ветхости не могут быть использованы для прокладки временных трубопроводных сетей, следует погрузить в автосамосвалы и отправить в утиль для последующей переплавки (металлические трубы) или на свалку.

5.2.10. При подготовке дна траншеи особое внимание должно обращать на обеспечение проектного уклона и организацию обустройства стенок траншеи с учетом ее глубины, вида грунта, наличия грунтовых вод и интенсивности их притока с целью обеспечения условий для качественной, производительной и безопасной укладки нового трубопровода из полиэтиленовых труб вместо старых.

5.2.11. Прокладка безнапорных трубопроводов из полиэтиленовых труб должна осуществляться с использованием методов, оборудования и инструмента, аналогичных для нового строительства самотечных полиэтиленовых трубопроводов (см. раздел 4.2.).

6. Санация эксплуатируемых трубопроводов

6.1. Санация напорных трубопроводов методом протягивания полиэтиленовых труб в старые с их разрушением и без разрушения

Общие положения

6.1.1. Санации методом протягивания полиэтиленовых труб подлежат стальные и чугунные напорные трубопроводы систем водоснабжения и водоотведения.

При производстве работ по восстановлению ветхих трубопроводов способом протягивания в них полиэтиленовых труб необходимо руководствоваться СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», СП-40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов», СНиП Ш-8-76 «Земляные сооружения».

Для восстановления ветхих подземных трубопроводов систем водоснабжения (напорной канализации) методом протягивания должны применяться трубы из полиэтилена ПЭ 80 SDR 9, 11 и 13,6 и ПЭ 100 SDR 11, 13,6 и 17, соответствующие ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена» (см. Приложения, раздел 8).

6.1.2. Ремонтно-восстановительные работы должны выполняться по утвержденному проекту и технологическому регламенту при обязательном контроле организации-заказчика,

на которую возложен технический надзор, приемка и дальнейшая эксплуатация восстановленных трубопроводов.

6.1.3. Персонал организаций, ведущих строительство, технадзор, приемку работ и эксплуатацию полиэтиленовых трубопроводов, должен пройти обучение по специальным программам.

6.1.4. Входной контроль используемых труб, фасонных частей и оборудования осуществляется представителями технадзора, заказчика и строительно-монтажной организацией, допущенной к выполнению работ по реконструкции ветхих подземных трубопроводов.

Входной контроль полиэтиленовых труб и соединительных деталей включает следующие операции:

- проверка целостности упаковки;
- проверка маркировки труб и соединительных деталей на соответствие данным, указанным в сертификате;
- внешний осмотр наружных поверхностей труб и соединительных деталей, а также внутренней поверхности соединительных деталей;
- измерение и сопоставление нормализованных наружных и внутренних диаметров и толщин стенок требованиям норм с помощью штангенциркуля и металлической линейки; измерения следует производить не менее чем по двум взаимно перпендикулярным диаметрам; результаты измерений должны соответствовать маркировочным обозначениям и величинами, указанным в сертификатах на трубы и соединительные детали; эллипсность концов труб и соединительных деталей, выводящих их за пределы допускаемых отклонений, не допускается;
- проверка сертификата на соответствие стандартам и проекту.

6.1.5. Не допускается использовать для строительства пластмассовые трубы и соединительные детали с технологическими дефектами и царапинами в осевом направлении глубиной более 0,5 мм, в кольцевом (вдоль окружности поперечного сечения) – более 0,7 мм, а также с отклонениями допусков больше, чем предусмотрено стандартом на трубы.

6.1.6. На водопроводных сетях работы следует проводить на участках между водопроводными колодцами.

6.1.7. При проведении работ на протяженных напорных сетях систем водоотведения трубопровод должен разбиваться на участки, протяжённость которых принимается с учетом допустимой по условиям прочности (протягивание без разрушения) длины протягиваемой плети либо с учетом возможностей используемого способа и мощности тягового оборудования, например, пневмоударных машин (ПУМ), мощных лебёдок (МЛ) с тяговым

усилием свыше 1 тс или машин с наборными штангами (МНШ), а также состояния старого трубопровода. Примерная протяжённость участка может составлять 100-150 м и более в зависимости от диаметра труб из условия, чем больше диаметр, тем меньше протяженность. Конкретные значения должны быть установлены по мере накопления практического опыта.

Процесс подачи труб должен контролироваться с помощью встроенных приборов на лебёдке, автоматически измеряющих и регистрирующих тяговое усилие, значение которого зависит от диаметра и толщины стенки трубы.

6.1.8. В подлежащие ремонту трубопроводы допускается протягивать полиэтиленовые трубы только со сварными встык соединениями; полиэтиленовые соединительные детали под сварку встык должны применяться заводского изготовления с маркировкой аналогичной маркировке труб.

6.1.9. Сопряжение смежных восстановленных протягиванием участков на трубопроводах должно осуществляться путем установки между ними полиэтиленовой трубы на муфтах с закладными электроспиральями без упоров.

Соединения труб и соединительных деталей с закладными нагревателями рекомендуется производить непосредственно в грунте или колодцах.

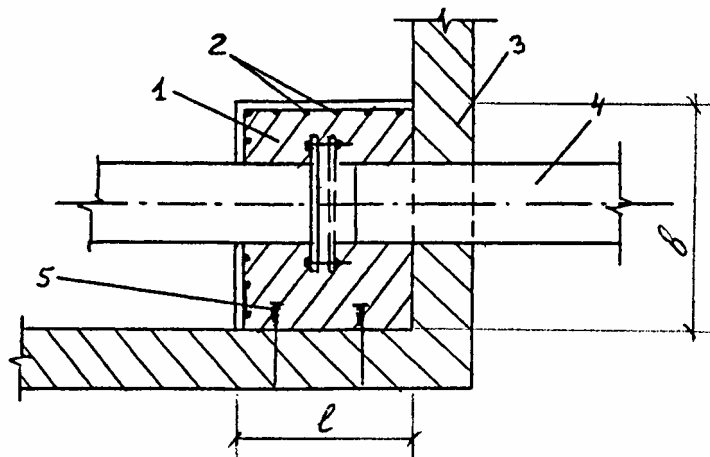
6.1.10. Допускается прохождение поворотов трассы трубопроводом под углом до 15° протягиванием полиэтиленовых трубных плетей без разрушения стенок старого трубопровода.

При больших углах поворотов трассы и при использовании протягивания полиэтиленовых труб с разрушением старого трубопровода изменение направления трассы трубопровода должно осуществляться в колодцах либо за счет использования отводов с закладными электроспиральями, которые могут размещаться непосредственно в грунте. В исключительных случаях допускается использование отводов с фланцевыми соединениями, которые могут располагаться в грунте только при условии обязательной защиты от коррозии путем заливки герметизируемыми составами.

6.1.11. В качестве мер противодействия возможному усилию по растяжению (сжатию) от температурных напряжений стенок полиэтиленового трубопровода и соединительных частей должны применяться неподвижные опоры, обеспечивающие утяжеление отдельных узлов трубопроводной системы (например, вблизи колодцев и в колодцах) и / или крепления к изначально неподвижным конструкциям.

Для утяжеления и крепления используются соответственно высокоплотные материалы (например, бетон) и анкерные устройства (винтового или раскрывающегося типа длиной до 1 м соответственно для глинистых и песчаных грунтов). Анкерование может осуществляться также и в бетонные стенки колодца в виде закладных деталей.

6.1.12. Устройство неподвижной опоры на трубе может производиться как внутри колодца (при демонтаже трубопроводной арматуры в период производства ремонтно-восстановительных работ) согласно рис. 17, так и за его пределами непосредственно у стенок с помощью короткой муфты (рис. 18а) при сохранении существующей трубопроводной арматуры в колодцах. Конструкция неподвижного крепления полиэтиленовой трубы в грунте в месте сопряжения с футляром из старой трубы может выполняться также согласно рис. 18б.



с. 17. Конструкция неподвижного крепления полиэтиленовой трубы в колодце

- 1- утяжелитель (бетонный короб), 2- арматурная сетка, 3- стенки колодца,
4- полиэтиленовая труба, 5-анкеры

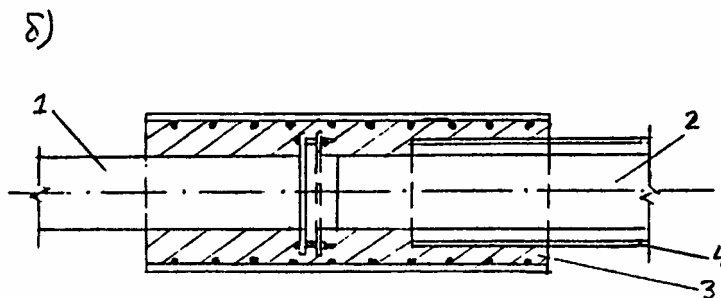
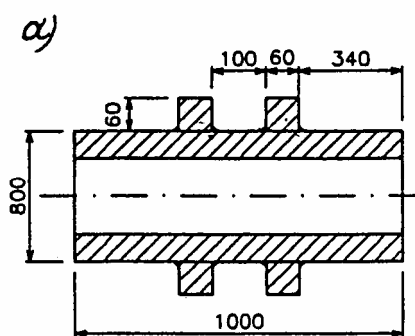


Рис. 18. Фрагменты неподвижного крепления

- а). первый вариант крепления с помощью короткой муфты с приваренными выступами (показан без бетонного короба) для полиэтиленовых трубы диаметром 900 мм;
б). второй вариант крепления: 1- стальная труба, 2- полиэтиленовая труба, 3- бетонный короб, 4- старая стальная труба.

Таким образом, усилия растяжения (сжатия) от температурных напряжений будут передаваться на смежные участки трубопровода, не нарушая узлов крепления трубы с

арматурой в колодце.

6.1.13. В качестве неподвижных опор могут использоваться муфты с закладными электронагревателями, устанавливаемыми непосредственно у стенок колодца (в месте прохода трубы). Места сопряжений металлического и полиэтиленового трубопроводов с муфтой (или используемых в качестве альтернативы переходных патрубков, фланцев или втулок под фланец с прокладкой) как за колодцем, так и внутри него бетонируются с образованием усиленной прямоугольной в плане неподвижной опоры, примыкающей к стенке колодца.

Размер внешней опоры (короба в виде куба или параллелепипеда), в которой закрепляется труба с муфтой, зависит от диаметра трубы. Габариты (длина l от стенки колодца и высота b) бетонной опоры, обеспечивающие его определённую массу, противодействующую сдвигу колодца, рекомендуется принимать следующими: для труб 110 мм ($l=380$ мм, $b=200$ мм), 160 мм ($l=430$ мм, $b=400$ мм), 225 мм ($l=520$ мм, $b=460$ мм), 280 мм ($l=660$ мм, $b=560$ мм) и 315 мм ($l=700$ мм, $b=660$ мм).

6.1.14. В местах поворотов трассы необходимо устанавливать упоры призматической формы из бетона при повороте на 90 градусов (рис. 19) и в виде сегмента при повороте на 45 градусов. Упоры предотвращают смещение отводов. Размеры их опорных площадей следует принимать по номограммам Мосинжпроекта (Проектирование пластмассовых трубопроводов. Справочные материалы, Издательство ВНИИМП, 2002 год).

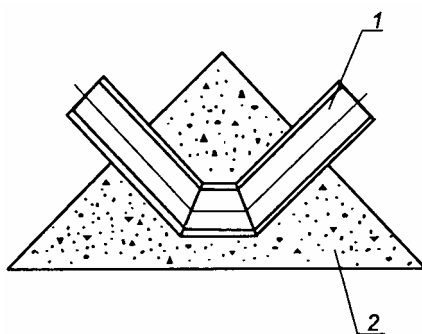


Рис. 19. Разрез призматической бетонной неподвижной опоры по оси трубопровода на повороте трассы
1- трубопровод, 2-бетон

Типовые технологические процессы производства работ

6.1.15. Технология монтажа по восстановлению трубопроводов методом протягивания полиэтиленовых труб должна предполагать качественное выполнение комплекса технологических процессов, представленных в табл. 12 и 13.

Таблица 12. Варианты типовых технологических процессов восстановления ветхих

трубопроводов протягиванием трубных плетей из полиэтиленовых труб

Технологический процесс	С разрушением ветхой трубы						Без раз- рушения	
	ПУМ		МЛ		МНШ			
	1	2	1	2	1	2	1	2
Прекращение транспортирования воды	+	+	+	+	+	+	+	+
Деление трубопровода на участки	-	+	-	+	-	+	-	+
Разборка и удаление соединительных частей из колодца	-	+	-	+	-	+	-	+
Диагностирование внутренней поверхности трубы (теледиагностика и внутреннее обследование)	-	+	-	+	-	+	+	+
Подготовка сети к размещению в ней полиэтиленового трубопровода: - прочистка ветхого трубопровода - протаскивание контрольного отрезка трубы - разработка котлована (траншеи) - установка оснастки								
	-	+	-	+	-	+	+	+
	-	-	-	-	-	-	+	+
	-	+	-	+	-	+	-	+
	+	+	+	+	+	+	+	+
Подготовка оборудования к сварке труб	-	+	-	+	-	+	-	+
Подготовка полиэтиленового трубопровода к протягиванию: - сварка трубных плетей - предварительные гидравлические испытания - установка оснастки	+	+	+	+	+	+	+	+
	-	+	-	+	-	+	-	+
	-	+	-	+	-	+	-	+
	+	+	+	+	+	+	+	+
Подготовка оборудования к протягиванию	+	+	+	+	+	+	+	+
Размещение полиэтиленового трубопровода в ветхом трубопроводе:	+	+	+	+	+	+	+	+

- опускание	+	+	+	+	+	+	+	+
- соединение	-	+	-	+	-	+	-	+
- протягивание	+	+	+	+	+	+	+	+
- забутовка межтрубного пространства	-	-	-	-	-	-	+	+
- контроль	+	+	+	+	+	+	+	+
Сопряжение смежных трубопроводов	+	+	+	+	+	+	+	+
Испытание	+	+	+	+	+	+	+	+
Пуск сети в эксплуатацию	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание к табл. 12: представлены два варианта технологических процессов 1 и 2 (их может быть больше в зависимости от местных условий); «+» и «-» технологический процесс соответственно используется и не используется.

Таблица 13. Варианты типовых технологических процессов восстановления ветхих трубопроводов протягиванием отдельных полиэтиленовых труб

Технологический процесс	С разрушением ветхой трубы						Без раз- рушения	
	ПУМ		МЛ		МНШ			
	1	2	1	2	1	2	1	2
Прекращение транспортирования воды	+	+	+	+	+	+	+	+
Деление трубопровода на участки	-	+	-	+	-	+	-	+
Разборка и удаление соединительных частей из колодца	-	+	-	+	-	+	-	+
Диагностирование внутренней поверхности трубы (теледиагностика и внутреннее обследование)	-	+	-	+	-	+	-	+
Подготовка сети к размещению в ней полиэтиленового трубопровода: - прочистка ветхого трубопровода - протаскивание контрольного								
	-	+	-	+	-	+	+	+

отрезка трубы	-	-	-	-	-	-	+	+
- разработка котлована (траншеи)	-	+	-	+	-	+	-	+
- установка оснастки	+	+	+	+	+	+	+	+
Подготовка оборудования к сварке труб	-	+	-	+	-	+	-	+
Подготовка полиэтиленового трубопровода к протягиванию:	+	+	+	+	+	+	+	+
- сварка трубных плетей	-	+	-	+	-	+	-	+
- установка оснастки	+	+	+	+	+	+	+	+
Подготовка оборудования к протягиванию	+	+	+	+	+	+	+	+
Размещение полиэтиленового трубопровода в ветхом трубопроводе:	+	+	+	+	+	+	+	+
- протягивание	+	+	+	+	+	+	+	+
- контроль	+	+	+	+	+	+	+	+
Сопряжение смежных трубопроводов	+	+	+	+	+	+	+	+
Испытание	+	+	+	+	+	+	+	+
Пуск сети в эксплуатацию	+	+	+	+	+	+	+	+

6.1.16. При реализации вариантов технологических процессов монтажные работы по протягиванию полиэтиленовых труб внутри прочищенных старых согласно СП 42-103 допускается проводить при температуре наружного воздуха в диапазоне $+5^{\circ} - 35^{\circ} \text{C}$ или с применением специальных отапливаемых модулей (палаток).

Крепление труб между собой и с соединительными деталями и арматурой должны производиться по специально разработанному технологическому регламенту.

Технологические схемы производства работ и рекомендации по их выбору

6.1.17. Типовые технологические схемы производства ремонтно-восстановительных работ приведены на рис. 20-31. Выбор типовой технологической схемы производства работ производится с учетом способа размещения нового полиэтиленового трубопровода в старом, а также его диаметра.

6.1.18. При поставках полиэтиленовых труб в бухтах (на барабанах) выбирают способ реновации трубопровода через колодец и смежные участки (рис. 20-22), а также через футляры с использованием обычных или мощных лебедок (рис. 23), машин с наборными штангами (рис. 24).

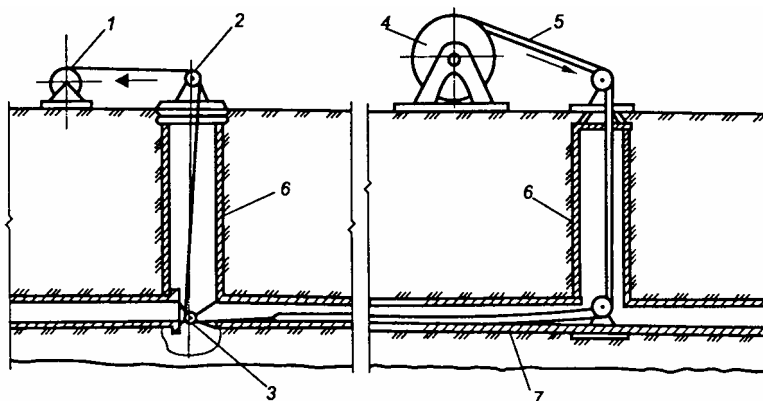


Рис. 20 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовой трубой сматываемой с барабана через колодец с использованием ручной лебёдки

1- лебёдка, 2,3- опорные ролики, 4- барабан, 5- полиэтиленовая труба, 6- колодец, 7- восстанавливаемый трубопровод

6.1.19. В технологических схемах с протягиванием полиэтиленовых труб сматыванием с барабанов через колодцы целесообразно использовать трубные плети промышленного производства. При хорошем состоянии камер переключения (колодцев), когда не предполагается производить их замену, барабан размещают непосредственно над камерой переключения. При недостаточных размерах камеры переключения (колодца), когда допустимый радиус изгиба R для труб больше ширины колодца по ходу реконструируемого трубопровода, трубы протаскивают через образуемый для этого в ее стенке проем (рис. 21).

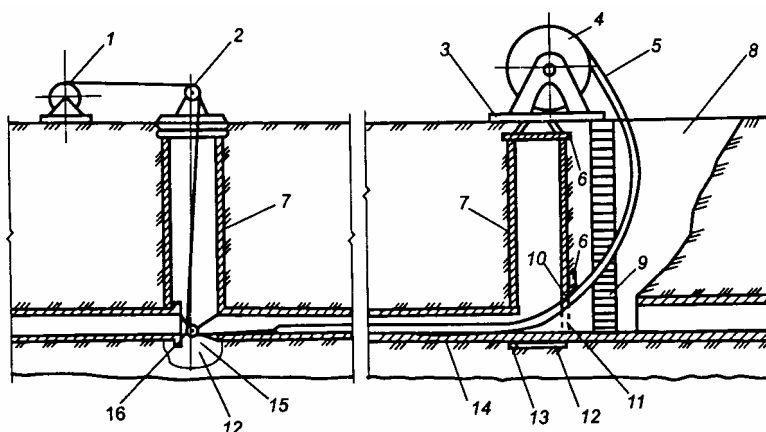


Рис. 21 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовыми трубами сматываемыми с барабана через

проём в стенке колодца с использованием ручной лебёдки

1- лебёдка, 2- блок, 3- настил, 4- барабан, 5- полиэтиленовая труба, 6- крепления стенок колодца, 7- колодец, 8- котлован, 9- лестница, 10- опора для полиэтиленовых труб, 11- проём в стенке колодца, 12- дно колодца, 13- защитный колпак, 14- восстанавливаемый трубопровод, 15- опорное устройство для троса, 16- фланец

Барабан в этом случае следует размещать так, чтобы для сматывания трубной плети требовались наименьшие усилия. Тогда трубная плеть при вводе в старый трубопровод будет изгибаться только в вертикальной плоскости, переходя с уровня поверхности земли на уровень ложа восстанавливаемого трубопровода.

Работы по восстановлению ветхих трубопроводов по технологии протягивания полиэтиленовых труб с барабана через колодец (или котлован у колодца) с помощью лебедки (см. рис. 20-21) выполняются в следующей последовательности:

- подготавливают и устанавливают барабан с полиэтиленовой трубой;
- подготавливают распорные и скользящие устройства;
- устанавливают лебедку;
- в случае необходимости отрывают котлован;
- закрепляют колодец от выдавливания его грунтом;
- выполняют разборку и удаление узлов из колодцев;
- производят прочистку с контролем калибровочным снарядом;
- пробивают в колодце отверстие размером не более двух диаметров протаскиваемой трубы;
- устанавливают скользящую опору из ролика при входе трубы в колодец;
- устанавливают направляющие блоки и раскрепляют их;
- пропускают в действующий трубопровод фибергласовый стержень или прочную арматурную проволоку и протаскивают ими трос лебедки;
- устанавливают на входе в ремонтный участок старого трубопровода (в пределах колодца или вне его) предохранительный колпак – «тюльпан» (на рис. 21 не показан), который защищает от повреждений полиэтиленовый трубопровод в период операции протяжки;
- закрепляют трос с помощью специального устройства за плеть полиэтиленовой трубы;
- протаскивают плеть труб в старый трубопровод с помощью лебедки;
- монтируют при необходимости упоры;
- заделывают отверстия в колодце;

- монтируют водопроводный узел в колодце, сопрягая смежные участки сети;
- демонтируют все упорные и скользящие и предохраняющие устройства, направляющие блоки;
- испытывают на плотность уложенный трубопровод после присыпки его в открытой траншее на 30 см выше верха трубы;
- засыпают траншею грунтом на всю высоту;
- производят гидравлические испытания трубопровода;
- восстанавливают территорию.

6.1.20. При затрудненном доступе к месту ремонта реновация ветхого трубопровода может осуществляться через смежный участок с разработкой котлована (рис. 22) или с использованием футляров (рис. 23-28), забивка которых может производиться с помощью ПУМ, обеспечивающих требуемый угол наклона трубопровода в период протягивания.

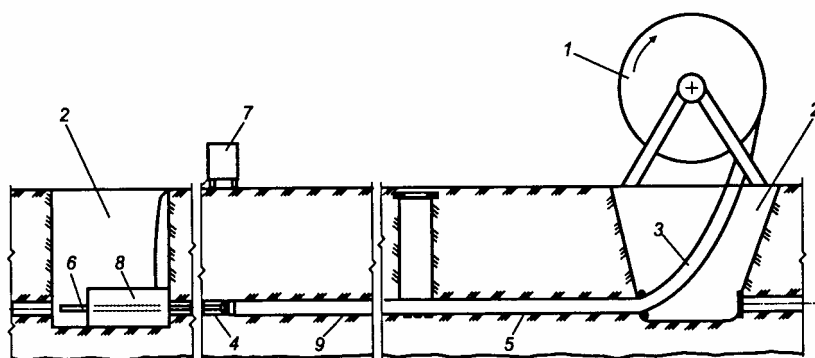


Рис. 22 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовыми трубами сматываемыми с барабана через трубопровод смежного участка с использованием машины с наборными штангами

- 1- барабан, 2- котлованы, 3- полиэтиленовая труба, 4- ветхий трубопровод, 5- трубопровод смежного участка, 6- наборная штанга, 7- блок питания и управления, 8- машины с наборными штангами, 9- восстановленный трубопровод

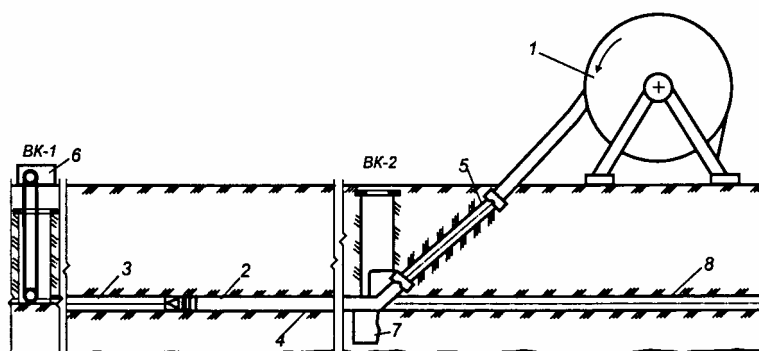


Рис. 23 Технологическая схема бестраншейного восстановления

трубопровода полиэтиленовыми трубами сматываемыми с барабана
через футляр с использованием мощной лебёдки

1- барабан, 2- полиэтиленовая труба, 3- старый трубопровод, 4- восстановленный
трубопровод, 5- футляр, 6- мощная лебёдка, 7- монтажная полость, 8- смежный участок

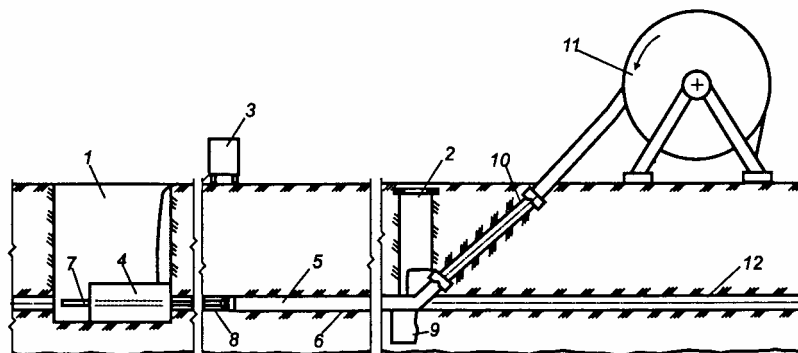


Рис. 24 Технологическая схема бестраншейного восстановления

трубопровода полиэтиленовыми трубами сматываемыми с барабана
через футляр с использованием машины с наборными штангами

1-котлован, 2- колодец, 3- блок питания и управления, 4- машина с наборными штангами, 5,6 – полиэтиленовый и восстановленный трубопроводы, 7- штанги, 8- ветхий трубопровод, 9- монтажная полость, 10- футляр, 11- барабан, 12- смежный участок

6.1.21. При использовании трубных плетей применяют аналогичные технологические схемы бестраншейного восстановления через футляр с роликами с использованием пневмударных машин* (см. рис. 25), а также через футляр с отводом с использованием мощной лебёдки (см. рис. 26) и машины с наборными штангами (см. рис. 27).

*) пневмударные машины допускается использовать на трубопроводах, отстоящих от коммуникаций, которые могут быть повреждены, на 200 мм – при параллельном расположении и 100 мм – при пересечении их под углом не менее 45 градусов (по мере накопления статистических данных представленные значения могут быть откорректированы).

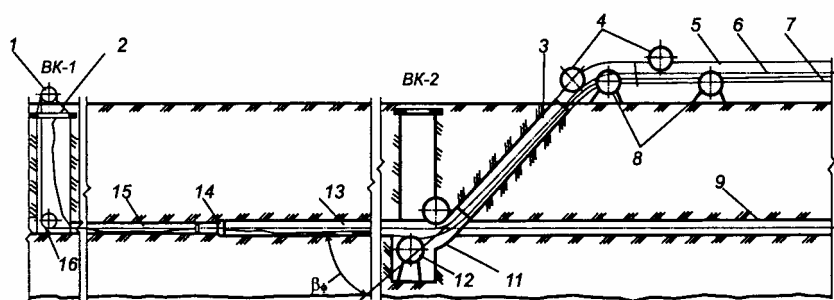


Рис. 25 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода трубной плетью через футляр с роликами

1- лебёдка, 2- шланг передней подачи сжатого воздуха, 3- футляр, 4- направляющие прижимные ролики, 5- полиэтиленовый трубопровод, 6- страховочный трос, 7- шланг задней подачи сжатого воздуха, 8- направляющие опорные ролики, 9- трубопровод смежного участка, 10- опорный ролик, 11- монтажная полость, 12- прижимной ролик, 13- восстанавливаемый трубопровод, 14- пневмоударный узел (ПУМ и расширитель), 15- трос, 16- опорное устройство, $\beta_{\text{ф}}$ - угол забивки футляра.

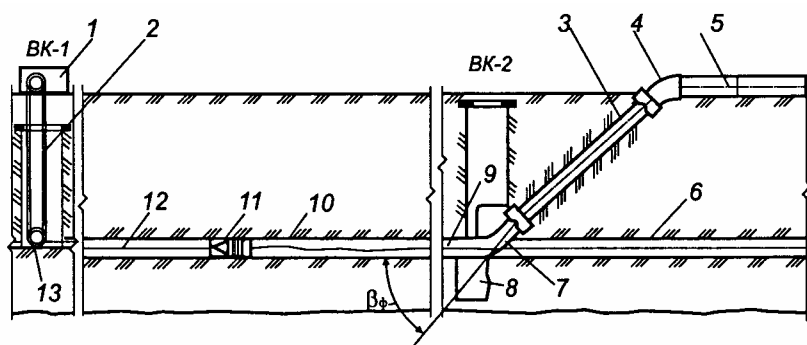


Рис. 26 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовой трубной плетью через футляр с отводом с использованием мощной лебёдки

1- мощная лебёдка, 2- корпус опорного устройства, 3- футляр, 4- отвод на входе в футляр, обеспечивающий минимальный радиус изгиба трубопровода, 5- полиэтиленовый трубопровод, 6- трубопровод на смежном участке, 7- отвод на выходе из футляра, 8- монтажная полость, 9- вход в ветхий трубопровод, 10- ветхий трубопровод, 11- расширитель, 12- трос, 13- опорное устройство; $\beta_{\text{ф}}$ - угол забивки футляра.

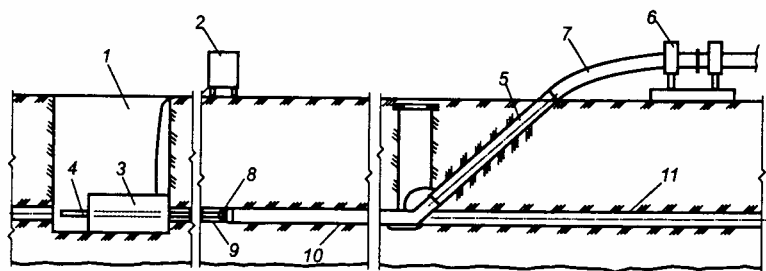


Рис. 27 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовыми плетями через футляр с использованием машины с наборными штангами

1- котлован, 2- блок питания и управления, 3- машина с наборными штангами, 4- наборная штанга, 5- футляр, 6-сварочная установка на поверхности земли, 7- полиэтиленовая плеть, 8- расширитель, 9- восстанавливаемый трубопровод, 10- восстановленный трубопровод, 11- смежный участок

6.1.22. При больших диаметрах полиэтиленовых труб выбирают способ протяжки трубных плетей в восстанавливаемый трубопровод с использованием мощной лебёдки (рис. 28); при этом может потребоваться разработка котлована или траншеи, размеры и профиль которых следует принимать с учетом направления ввода трубных плетей в реконструируемую сеть. Расположение плетей может совпадать с направлением трассы реконструируемого трубопровода или находиться под некоторым углом к нему, что определяется характером окружающей обстановки и расположением над трубопроводной сетью зданий, сооружений, временных строений и т.п.

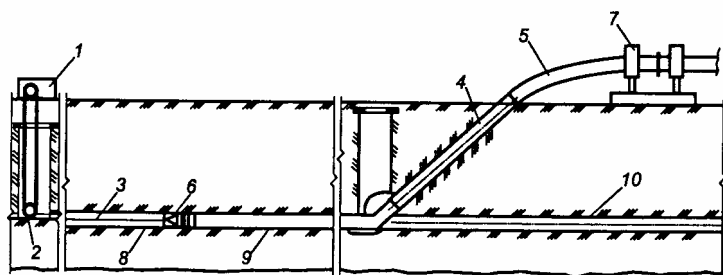


Рис. 28 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода

трубной полиэтиленовой плетью через футляр с использованием мощной лебёдки
1- мощная лебёдка, 2- опорное устройство, 3- трос, 4- футляр, 5- полиэтиленовая трубная плеть, 6- расширитель, 7- сварочная установка с опорными стойками на поверхности земли, 8- восстанавливаемый трубопровод, 9- восстановленный трубопровод, 10- смежный участок

6.1.23. При больших глубинах заложения трубопроводной сети, а также в стесненных условиях на поверхности земли ремонтно-восстановительные работы производят непосредственно в котловане. При этом применяют трубы определённой длины или

специально заготовленные секции, включающие две, три и т.д. трубы (рис. 29).

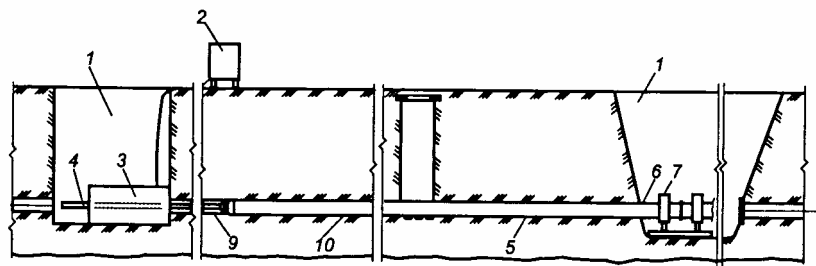


Рис. 29 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовыми трубами через трубопровод смежного участка с использованием машины с наборными штангами

- 1- котлованы, 2- блок питания и управления, 3- машина с наборными штангами, 4- наборная штанга, 5- смежный участок трубопровода, 6- полиэтиленовый трубопровод, 7- сварочная установка с опорными стойками, 8- расширитель, 9- восстанавливаемый трубопровод, 10- восстановленный трубопровод

6.1.24. При наличии на трубопроводе стальных ремонтных муфт их следует извлекать путём забивки над ними (с помощью ПУМ) обсадной трубы. В нижней части обсадной трубы делают вырезы для пропуска концов трубопровода. Ремонтная муфта изымается из обсадной трубы. На месте обсадной трубы после её изъятия (с помощью ПУМ) монтируется новый колодец из железобетонных колец.

При разработке конкретных технологических схем производства восстановительных работ должны учитываться следующие условия и обстоятельства:

- диаметр подлежащего восстановлению трубопровода и глубина его заложения;
- состояние колодцев;
- диаметр и длина полиэтиленовых труб;
- загруженность поверхности по трассе проведения работ;
- состояние грунтов (например, категория грунта, наличие подземных вод);
- сезон проведения работ;
- возможности организации, которая будет осуществлять восстановительные работы (наличие соответствующего оборудования для протяжки, сварочных устройств и т.п.).

6.1.25. При реализации технологических схем, в которых сборка отдельных полиэтиленовых труб осуществляется на уровне отметки заменяемого трубопровода необходимо указывать размеры котлована (рис. 30).

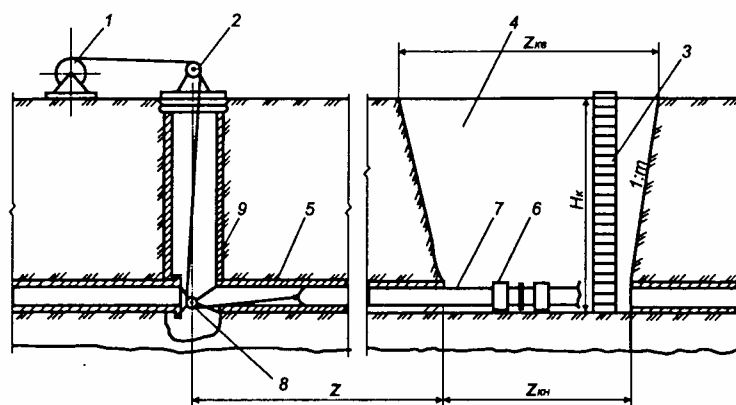


Рис. 30 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода отдельными полиэтиленовыми трубами из котлована с использованием ручной лебёдки

1- лебёдка, 2- блок, 3- лестница, 4- котлован, 5- восстанавливаемый трубопровод, 6- сварочная установка с опорными стойками, 7- полиэтиленовая труба, 8- опорное устройство для троса, 9- колодец

Котлован (траншея) разрабатывают с плоским дном, устраиваемым ниже основания старого трубопровода с возможностью размещения средств механизации для сборки и проталкивания труб (трубных секций).

Верхняя часть старого трубопровода может удаляться; длину удаляемой части принимают из расчета обеспечения надлежащих условий для введения нового трубопровода в старый. При значительном объеме работ по реконструкции, выполняемых в котловане (траншее), устраивают настил, например, из железобетонных плит или деревянных щитов, на которых располагаются оборудование и оснастка, а также монтажники-трубоукладчики в период проведения работ. При необходимости стенки котлована (траншеи) крепят, а также организуют водоотлив.

Ширину котлованов (траншей) принимают с учетом диаметра протягиваемых труб; при этом должны быть обеспечены нормальные условия для установки опорных и прижимных направляющих роликов, которые могут закрепляться с помощью анкерования в грунте. Размеры котлована (траншеи) должны обеспечивать условия для свободного размещения труб (секций труб), оборудования и оснастки, с помощью которых осуществляется сборка и протягивание нового трубопровода в реконструируемую сеть, а также для выполнения всех процессов принятой технологической схемы реконструкции с соблюдением требований безопасного ведения восстановительных работ.

Работы по реновации ветхих трубопроводов по технологии протягивания полиэтиленовых труб из траншеи с помощью лебедки (см. рис. 30) выполняются в

следующей последовательности:

- выполняют разборку водопроводных узлов в колодцах;
- отрывают траншею;
- вскрывают действующий трубопровод;
- производят прочистку и калибровку старого трубопровода;
- устанавливают лебедку и направляющие блоки;
- пропускают фибerglassовый стержень или прочную арматурную проволоку в старый трубопровод и протаскивают с помощью них трос лебёдки;
- сваривают две трубы;
- протаскивают трубы с помощью лебедки на длину захода в старый трубопровод,

затем сваривают стык 2-й и 3-й труб и протаскивают плеть труб на длину одной трубы и т.д. в той же последовательности;

- демонтируют оборудование и приспособления;
- восстанавливают разрушенные трубы и присыпают их грунтом на 30 см выше верха трубы;
- устанавливают при необходимости упоры;
- производят испытание трубопровода на плотность;
- засыпают котлован (траншею) на всю высоту;
- восстанавливают водопроводные узлы в колодцах;
- производят гидравлические испытания трубопровода на герметичность;
- передают в эксплуатацию восстановленный трубопровод.

6.1.26. В случае использования длинномерных отрезков труб (например, на бобинах) работы по восстановлению ветхих трубопроводов по технологии протягивания плети из полиэтиленовых труб могут осуществляться непосредственно с машин (рис. 31) в следующей последовательности:

- разбирают водопроводные узлы в колодцах, сваркой отрезают фланцы от старого трубопровода;
- отрывают траншеи с помощью строительных машин, удаляют часть старого трубопровода, пробивают отверстия в колодцах, раскрепляют колодцы, устанавливают упорные и скользящие устройства, прочищают и калибруют трубопровод, протаскивают трос;
- закрепляют трос за плеть трубы и протаскивают её с помощью лебёдки.

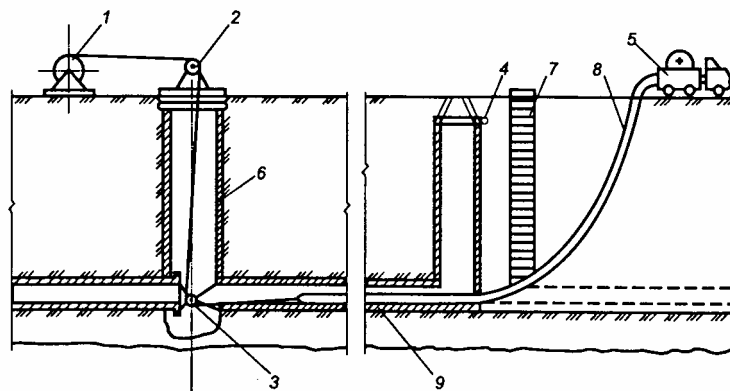


Рис. 31 Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовой трубой, сматываемой с барабана расположенного на автомобиле (на расстоянии 10-15 м) с использованием лебёдки

1- лебёдка, 2,3- опорные ролики для троса, 4- крепление колодца, 5- автомашина с барабаном полиэтиленовых труб, 6- колодец, 7- лестница переставная, 8- полиэтиленовая труба, 9- восстанавливаемый трубопровод

Во всех случаях использования лебёдки отверстия трубопровода, в которые вводятся новые полиэтиленовые трубы, должны быть оборудованы специальными устройствами с целью предупреждения повреждения стенок полиэтиленовых труб.

Обратная засыпка котлованов и размещенных в них пластмассовых трубопроводов должна производиться местным грунтом с обязательным уплотнением до степени 0,95-0,96.

6.1.27. В каждой из рассмотренных выше технологических схем должны быть учтены габариты используемых машин (МНШ, МЛ, ПУМ, компрессоров и т.п.), оборудования (сварочных приспособлений и др.), оснастки (роликов, оголовников, расширителей, разрушающих наконечников в виде роликовых ножей или режущих продольных выступов), а также подъемно-транспортных средств.

6.1.28. При использовании технологических схем с футляром (см. рис. 23-28) для определения его геометрических размеров (рис. 32), в частности, минимальной длины, угла забивки, а также соответствующих расстояний от места забивки футляра до места ввода полиэтиленовой трубы в старый трубопровод (в плане) и от места сопряжения со старой трубой и местом забивки (в плане) можно воспользоваться следующими приближёнными формулами:

$$\cos \beta_{\phi} = 1,035 R / (R + d),$$

$$l = (H-d) / \sin \beta_{\phi},$$

$$Y = (H-d) / \operatorname{tg} \beta_{\phi},$$

$$X = (H-d) / \operatorname{tg} \beta_{\phi} + \sqrt{d(2R+d)},$$

где β_{ϕ} – угол забивки футляра, град

d – наружный диаметр трубопровода, м

R – минимальный радиус изгиба, принимаемый равным $16d$ (м) при продолжительности процесса протягивания 0,5 ч,

1,035 – коэффициент запаса, обеспечивающий допустимые (без деформации стенок) радиусы свободного изгиба для трубопроводов из термопластов в диапазоне диаметров 110-315 мм; свободным считается изгиб, получаемый без применения специальных устройств, не допускающих смятие стенок,

l – минимальная длина футляра, м

H – средняя глубина заложения трубопровода в месте проведения работ (от поверхности земли до лотка, м)

Y – расстояние (в плане) от места сопряжения футляра со старой трубой и местом его забивки, м

X – расстояние (в плане) от места забивки футляра до места ввода полиэтиленовой трубы в старый трубопровод, м

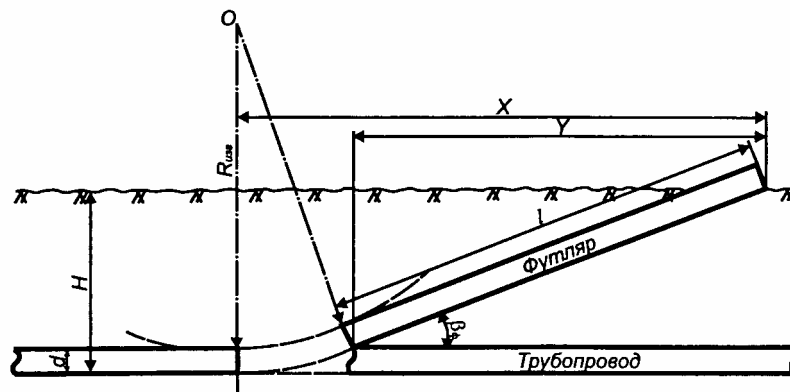


Рис. 32 Схематичное изображение установки футляра, сопряжённого с ветхим трубопроводом для обеспечения требуемого радиуса изгиба полиэтиленовой трубы ($R_{\text{изг.}} \geq 16 d$)

Для удобства пользования представленными формулами в табл. 14 приведены расчётные значения параметров при глубине залегания трубопровода $H = 2,5$ м, различных диаметрах (до 315 мм) и угле забивки футляра 13 градусов.

Таблица 14. Расчётные значения Y, l, X

Расчётные значения, м	Диаметры, мм									
	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315
Y	10,35	10,29	10,22	10,13	10,05	9,96	9,85	9,74	9,61	9,46
L	10,62	10,55	10,49	10,40	10,31	10,22	10,11	10,0	9,87	9,71
X	10,97	11,01	11,22	11,05	10,97	11,12	11,14	11,18	11,22	11,27

Подготовительные работы

6.1.29. В перечень подготовительных работ входят: демонтаж арматуры и фасонных частей, отделение фланцев от стальных трубопроводов, углубление дна колодца; очистка внутренней поверхности трубы от обрастаний и случайных предметов; телевизионный контроль состояния трубопровода.

6.1.30. Демонтаж оборудования ведётся от стартового колодца (котлована) по направлению движения восстановительных работ. Из водопроводных колодцев изымается вся трубопроводная арматура. Собранное оборудование размещается на поверхности и после проведения ревизии отдельных деталей на пригодность для дальнейшей эксплуатации отправляется в утиль.

Для удобства ведения работ в стартовом колодце (котловане) углубляют дно. В местах обвалов или непроходных участков на реконструируемых трубопроводах напорной канализации производятся работы по пробивке скважины или забивке обсадной трубы, удалению ремонтных вставок и освобождению трубопровода от засоров и завалов.

6.1.31. В случае восстановления подверженных защите от электрохимической коррозии стальных трубопроводов независимо от расположения контактных устройств на них требуется предварительное согласование на проведение работ со специализированными организациями (для условий эксплуатации Московского водопровода Управлением по защите инженерных сетей от коррозии «Антикор»).

6.1.32. Работы по очистке внутренней поверхности ветхих трубопроводов от обрастаний и других случайных предметов производятся до начала проведения монтажных работ по протягиванию в них полиэтиленовых труб (в технологии без разрушения старого трубопровода).

При наличии отложений на внутренней поверхности восстанавливаемого трубопровода производится его гидродинамическая очистка или очистка с помощью

механических скребков и эластичных дисков.

6.1.33. После очистки внутренней полости старого трубопровода через него протаскивается контрольный образец в виде отрезка полиэтиленовой трубы длиной 2-3 м и диаметром равным диаметру протягиваемой полиэтиленовой трубы. На незащищенном контрольном образце после протяжки не должно быть повреждений глубиной более 5-10 % т толщины стенки. Если во время контрольной протяжки отрезок трубы застревает, то вблизи места нахождения препятствия, фиксируемого длиной каната, производится телеинспекция и удаление препятствия с помощью ремонтного робота. При невозможности проведения телеинспекции вблизи места нахождения препятствия отрывается дополнительный котлован, вырезается участок трубопровода и устраняется причина, препятствующая прохождению контрольного образца. Удаление препятствия может быть произведено с помощью ремонтного робота

Для предотвращения повреждений полиэтиленовых труб в местах ввода и выхода их из реконструируемых стальных трубопроводов следует предусматривать установку гладких втулок с конусным раструбом.

Перед операцией протягивания полиэтиленового трубопровода в полость разрушаемого ветхого прочистка не производится.

6.1.34. Телевизионный контроль проводится до реновации трубопровода с целью принятия решения о производстве восстановительных работ бестраншейным или традиционным методом с отрывкой траншей или котлованов. В результате обследования выявляется степень коррозионного обрастания внутренней поверхности трубопровода, характер солевых и биологических отложений, а также фиксируется наличие выступающих элементов (врезок, грата на сварных швах), посторонних предметов и других дефектов: вмятин, сколов, свищей, трещин и т.д.

Телевизионный контроль должен производиться и после реновации сети (перед сдачей и приемкой участка трубопровода в эксплуатацию). При условии качественного выполнения сварных швов его целью является выявление изменения геометрии трубы на ремонтном участке, а также наличие посторонних предметов.

6.1.35. Для проведения телевизионного контроля должны использоваться видеоустановки высокой разрешающей способности.

6.1.36. По результатам телевизионного контроля должен составляться письменный отчет (протокол), в котором представляется полное описание нарушений стыковых соединений, ответвлений и всех дефектов внутренней поверхности. В заключении отчета должны помещаться выводы о необходимости проведения соответствующих ремонтных работ и профилактических мероприятий.

Земляные работы

6.1.37. При восстановлении трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения земляные работы должны проводиться с учетом требования СНиП 3.02.01-87, СНиП 3.05.04-85, СП 40-102-2000 и Правил подготовки и производства земляных работ, обустройства и содержания строительных площадок в городе Москве.

6.1.38. Место для разработки котлованов выбирают с учетом конкретной обстановки: застроенности территории, наличия подъездных путей, учёта подземных и надземных инженерных и транспортных коммуникаций, удобства расположения оборудования и размещения протаскиваемых труб, а также состояния элементов восстанавливаемого трубопровода. Котлованы с целью уменьшения объемов земляных работ следует разрабатывать в местах наименьшего заглубления трубопроводов или в местах просадки грунта.

6.1.39. Стартовый (входной) котлован целесообразно располагать в местах удобных для проведения протягивания в обе стороны восстанавливаемого трубопровода. Входные котлованы следует разрабатывать в виде траншеи с уклоном передних и задних стенок, обеспечивающих радиус изгиба труб более 16 наружных диаметров трубы для обеспечения беспрепятственной протяжки плети с уровня поверхности земли к ложу восстанавливаемого трубопровода.

6.1.40. Котлованы (траншеи) разрабатываются с плоским дном, устраиваемым ниже основания восстанавливаемого трубопровода для размещения средства механизации для сборки и протаскивания труб (трубных секций) по оси старого трубопровода. При этом часть восстанавливаемого трубопровода подлежит удалению; длина этой части принимается из расчета обеспечения надлежащих условий для введения нового трубопровода в старый.

Допускается также разработка стенок котлованов с углами естественного откоса.

При разработке котлованов с вертикальными боковыми стенками в неустойчивых грунтах, а также при глубине их больше 1,5 м в любых грунтах должны устанавливаться крепления стенок котлована. Ширина котлованов (траншей) принимается в зависимости от диаметра протягиваемых труб; при этом должны быть обеспечены условия для установки опорных и прижимных направляющих роликов.

6.1.41. Засыпка котлованов и траншей должна осуществляться в следующем порядке: сначала подготавливают песчаную постель трубопровода толщиной не менее 10 см, а затем засыпают песком слоями по 10-15 см и уплотняют на высоту до 25 см над верхней образующей трубопровода. Дальнейшая засыпка производится из отвала с использованием

механизмов.

При использовании для устройства постели и засыпки на участках открытой прокладки полиэтиленовых труб местного грунта он должен быть проверен на отсутствие содержания каменистых включений и других предметов, способных повредить полиэтиленовую трубу.

Гидравлические испытания

6.1.42. Гидравлические испытания напорных полиэтиленовых трубопроводов производятся на прочность и плотность в соответствии с положениями СНиП 3.05.04 два раза (предварительное и окончательное) при положительной температуре окружающей среды не ранее, чем через 24 ч после монтажа последнего узла (т.е. соединения труб друг с другом или арматурой).

6.1.43. Гидравлические испытания производятся на участках между соседними камерами (колодцами). После демонтажа запорной арматуры устанавливаются металлические заглушки: с патрубком на одном торце и без патрубка на другом. Испытательные давления принимаются в соответствии с требованиями СП 40-102-2000, т.е. 1,5 рабочих при предварительных испытаниях и 1,3 рабочих при окончательных. Давление создается при помощи насосов, подключаемых к патрубку на заглушке. Для фиксации давления используются образцовые манометры.

6.1.44. Предварительное гидравлическое испытание напорных трубопроводов производится в следующем порядке:

- трубопровод заполняют водой и выдерживают без давления в течение 2 ч;
- в трубопроводе создают испытательное давление (например, 1 МПа) и поддерживают его в течение 0,5 ч;
- испытательное давление снижают до расчетного (например, 0,6 МПа) и производят осмотр трубопровода.

Выдержка трубопровода под рабочим давлением производится в течение 0,5 ч. По причине возможной деформации оболочки трубопровода не исключается поддерживать в нём испытательное давление подкачкой воды.

Трубопровод считается выдержавшим предварительное гидравлическое испытание, если под испытательным давлением не обнаружено разрывов труб или стыков и соединительных деталей, а под рабочим давлением не обнаружено видимых утечек воды.

При обнаружении дефектов в стенках труб или в сварных швах места дефектов вырезаются и заменяются качественными отрезками труб.

6.1.45. Окончательное испытание реконструированного трубопровода на плотность

проводят после протяжки полиэтиленовой плети в старый трубопровод до засыпки траншеи и установки трубопроводной арматуры, вместо которых устанавливают заглушки. Давление принимают равным расчетному рабочему, умноженному на коэффициент 1,3.

Окончательное гидравлическое испытание на плотность проводится в следующем порядке:

- в трубопроводе создают давление, равное расчетному рабочему (например, 0,6 МПа) и поддерживают его в течение 2 ч; при падении давления на 0,02 МПа производится подкачка воды;
- давление поднимают до уровня испытательного (например, 1 МПа) за период не более 10 мин и поддерживают его в течение 2 ч.

Выявленные в результате испытаний дефекты должны быть устранены, после чего проводятся повторные испытания по полной программе.

Трубопровод считается выдержавшим окончательное гидравлическое испытание, если объем подкаченной воды для поддержания испытательного давления не превысил на 1 км его длины следующих величин (в л/мин): 0,28; 0,38; 0,5; 0,56; 0,7; 0,8; 0,85 соответственно для диаметров 110, 140, 180, 200, 250, 280 и 315 мм. При диаметрах труб 355 мм и более объем подкаченной воды не должен превышать 1,3 л/мин на 1 км трубопровода.

6.1.46. Ремонт отдельных участков полиэтиленовых трубопроводов из-за нарушения их целостности должен производиться путём замены дефектных участков на новые трубы. Восстановление поврежденных участков трубопроводов должно осуществляться аналогичными материалами по той же технологии, которая применялась при строительстве ремонтируемого трубопровода.

При положительном результате испытаний восстанавливаются (в случае повреждений) днища камер и производится обвязка трубопроводов. По завершении этих работ совместно с представителем эксплуатирующей организации водопроводная сеть подвергается хлорированию и окончательной промывке и сдается в эксплуатацию как вновь построенный объект.

После проведения испытаний производится засыпка котлованов (траншей) в следующей последовательности: вскрытый участок трубы засыпают с помощью экскаватора-планировщика на 30 см выше верха трубы, затем грунт разравнивают и уплотняют вручную; после этого грунт засыпают на всю высоту траншеи с помощью бульдозера с обязательным послойным уплотнением электротрамбовками.

6.1.47. Приемку в эксплуатацию восстановленных трубопроводов необходимо проводить, руководствуясь основными положениями СНиП 3.01.04-87, СНиП 3.05.04-85 и

МГСН 801-00.

При сдаче трубопроводов в эксплуатацию должны составляться:

- акты на скрытые работы (по основанию, опорам и строительным конструкциям на трубопроводах и т.д.);
- акты наружного осмотра трубопроводов, сооружений и элементов сети (камер, колодцев, отдельных узлов и т.д.);
- акты испытаний на прочность и плотность трубопроводов;
- акты на промывку и дезинфекцию водопроводов;
- акт, устанавливающий соответствие выполненных работ проекту (с учётом ранее согласованных изменений);
- акты входного контроля качества труб и соединительных деталей (паспорта на трубы, строительные материалы и детали).

Машины, оборудование, специальные устройства и приспособления
для реализации отдельных технологий протягивания полиэтиленовых труб

6.1.48. Полный перечень используемых машин, оборудования, специальных устройств и приспособлений должен находиться в ППР.

Для подачи в котлован отдельных труб (секций труб) должны использоваться автокраны и трубоукладчики соответствующей грузоподъемности.

6.1.49. Для протягивания полиэтиленовых труб могут применяться ручные и механизированные лебедки, машины с наборными штангами или пневмоударные машины. Для работы пневматических лебедок, пневмоударных машин и машин с наборными штангами должны применяться компрессоры соответствующей мощности, а также тросы, пневмошланги и т.п.

Для обеспечения качественного протягивания полиэтиленового трубопровода в старый необходимо использовать специальные оголовники (см. рис. 12).

6.1.50. В случае реализации технологии производства работ с применением сварочных процессов на строительной площадке должны использоваться сварочные машины (отечественного или импортного производства) с высокой или средней степенью автоматизации процесса сварки, а также источники питания для сварочной техники (миниэлектростанции). Допускается также использовать машины с ручным управлением процессом сварки, но с обязательным автоматическим поддержанием заданной температуры нагретого инструмента.

Сварка труб встык в монтажных условиях производится, как правило, на сварочных установках, обеспечивающих автоматизацию их основных процессов и компьютерный

контроль с регистрацией технологического процесса.

6.1.51. В ППР должны быть указаны тип применяемой сварочной машины, название фирмы-изготовителя, страны, где произведена машина и сопутствующее оборудование, а также указаны режим сварки (например, ручной, штрих-код, RAR, MEMO и т.д.) и диапазоны диаметров труб, допускаемых для сварки на данной машине.

6.1.52. Значение параметров режимов сварки должно отвечать требованиям технологических норм для каждого полимерного изделия, в частности, определённого типа протягиваемой полиэтиленовой трубы. Независимо от метода сварки используемые сварочные машины должны проходить систематическое ежегодное сервисное обслуживание предприятием или фирмой-изготовителем. Дата последующего сервисного обслуживания должна автоматически вводиться в протоколы сварки при проведении строительно-монтажных работ.

6.1.53. При выполнении земляных и монтажных работ в ППР должны быть представлены исчерпывающие сведения о применяемых буровых установках (для забуривания стволов), экскаваторов (с указанием типа ковшей и выполняемых работ на соответствующих захватках), бульдозеров, автосамосвалов, автокранов (для погрузочно-разгрузочных работ и извлечения стволов), лебёдках (для протаскивания полиэтиленовых труб), домкратных установок и контрольно-измерительной аппаратуре (динамометров для контроля тяговых усилий, манометров, расходомеров и т.д.).

6.1.54. При выполнении специальных работ по нагнетанию цементного раствора в межтрубную полость для фиксации полиэтиленового трубопровода со старой трубой в ППР должны быть представлены сведения о бетононасосах, бетоносмесителях, компрессорах, растворомешалках и другого вспомогательного оборудования для приготовления раствора и его нагнетания.

6.1.55. При использовании оборудования для разрушения труб, в частности, пневмомолотов, пневматических лебёдок и компрессоров должны выполняться специальные санитарные требования по предотвращению попадания отработанных газов, содержащих масла, в полиэтиленовый трубопровод; при производстве работ выхлопной тракт должен располагаться в подлежащем замене трубопроводе или в затрубном пространстве заменяемой трубы.

6.1.56. При реализации технологии протягивания полиэтиленовых труб в старые без их разрушения, а также других технологий, где остов старой трубы остаётся ненарушенным, эффективная прочистка отдельных участков восстанавливаемой трубопроводной сети должна производиться следующими основными методами:

-гидродинамическим с использованием устройств с вращательными головками (при

диаметре трубопровода до 300 мм, протяжённости обрабатываемого участка до 1000 м и необходимости удаления бугристых наростов и биологических обрастаний),

-механическим с помощью скребковых устройств и лебёдок (при любом диаметре трубопровода при плотных наростах карбонатных отложений и ржавчины).

После прочистки водопроводных трубопроводов их внутренняя поверхность должна проверяться на отсутствие воды, пыли, грязи, рыхлой ржавчины и масляных пятен.

6.1.57. Основным технологическим способом прочистки напорных и безнапорных водоотводящих трубопроводов является гидродинамическая мойка внутренней поверхности. Смываемые со стенок труб загрязнения транспортируются потоком до ближайшего смотрового колодца. Из колодцев загрязнения отсасываются с помощью вакуумного оборудования.

6.1.58. Работы по прочистке водоотводящих сетей могут выполняться различными каналоочистительными машинами; в зависимости от применяемого рабочего оборудования они делятся на четыре типа:

-каналопромывочные, включающие ёмкости с водой, насос и рукав высокого давления, комплект реактивных каналопромывочных насадок (например, каналопромывочные машины малой вместимости ДКТ-240 (на дизельном шасси ЗИЛ 5301 НС), средней вместимости типа КО- 502Б2 (на шасси ЗИЛ-433362), КО – 514 и КО – 514 М (на двухосном шасси КамАЗ-4925) и большой вместимости КО – 512 и КО – 512 М),

-илососные, оборудованные цистерной с разгрузочной крышкой, вакуумным насосом и всасывающим рукавом (например, илососные машины малой вместимости КО-510, средней вместимости КО – 519, КО –524 и КО – 507 А и большой вместимости КО – 507 А2 и КО – 530),

-комбинированные каналоочистительные, включающие каналопромывочное и илососное рабочее оборудование, позволяющее одновременно промывать трубопроводы и всасывать загрязнения из колодца вакуумным способом,

-комбинированные каналоочистительные с регенерацией, имеющие каналопромывочное и илососное оборудование и оснащённые многоступенчатой системой очистки засасываемой илососным оборудованием пульпы для повторного использования очищенной воды для промывки трубопроводов струями высокого давления.

6.1.59. Для создания высоконапорных струй, обеспечивающих эффективное рыхление загрязнений в трубе, а также смыва и транспортировки наносов к колодцу следует применять

каналопромывочные насадки, например, отечественного производства, выпускаемые фирмой «Доркомтехника» (рис. 33).



Рис. 33 Классификация и общий вид каналопромывочных насадок

1- «пуля», 2- «граната», 3- «бомба», 4- 2копье, 5- двухрежимная реверсивная насадка с передними и задними струями, 6- двухрежимный насадок с мощной мониторной передней струей, 7 и 8 - трёхрежимные реверсивные насадки для жировых отложений с двадцатью струями, 9- малогабаритная ротационная насадка, 10- насадка с различной направленностью боковых струй, 11- комбинированная ротационная насадка с фрезерной шарошкой и цепью, 12, 13 – соответственно, круглая и плоская насадки, 14- насадка для неровных поверхностей.

Некоторые особенности технологии протягивания полиэтиленовых профильных труб

6.1.60. В случае обоснования необходимости использования технологии восстановления ветхих трубопроводов путем протягивания в них полиэтиленовых профилированных (сплюснутых) труб может быть значительно уменьшено тяговое усилие протаскивания по причине сложенной формы и меньшего трения новой трубы о стенки восстанавливаемого старого трубопровода.

6.1.61. Перед началом работы по протягиванию профилированной трубы проводится визуальный осмотр с помощью видеокамеры состояния внутренней поверхности ремонтного участка с целью выявления возможных препятствий. По результатам диагностики назначается очистка ремонтного участка, что фиксируется в соответствующем акте.

6.1.62. Протягивание полиэтиленовой профилированной трубы в очищенный ветхий трубопровод осуществляется при постоянной скорости, не превышающей 2 м/мин. Процесс подачи трубы контролируется с помощью встроенных приборов на лебёдке, автоматически измеряющих и регистрирующих тяговое усилие, которое не должно превышать значения, указанные в табл. 15.

Таблица 15. Допустимые усилия протаскивания (кН) профилированных труб

Средний наружный диаметр, мм	SDR	
	17	11
110	13	19
125	21	30
150	30	44
200	53	78
225	63	92
250	84	123
300	120	176
350	162	238

6.1.63. После втягивания в реконструируемый трубопровод профилированной трубы на её конце закрепляется калибрующая деталь-законцовка, через которую для инициирования процесса восстановления первоначальной формы внутрь трубы из парогенератора подаётся паровоздушная смесь при давлении 0,1-0,3 МПа с температурой 105°C. Избыток пара на противоположном конце участка трубопровода через калибрующее устройство сбрасывается в конденсационную ёмкость или в атмосферу. Продолжительность восстановления первоначальной формы трубы зависит от диаметра и протяжённости реконструируемого участка трубопровода и может составлять 3-5 часов.

6.1.64. После восстановления первоначальной формы полиэтиленовой трубы ремонтный участок охлаждается подачей в трубопровод воздуха под давлением не выше 0,3 МПа. Время охлаждения зависит от диаметра трубопровода, температуры окружающей среды и может составлять от 2 до 6 часов. Окончание процесса охлаждения определяется достижением температуры 30°C, измеренной на дальнем конце реконструированного участка сети.

6.1.65. По завершению процесса охлаждения удаляются детали-законцовки и при необходимости производится обрезка полиэтиленовой трубы с обоих концов восстановленного участка на расстоянии не менее 0,5 м от края стального каркаса. Удаление конденсата с внутренней поверхности трубопровода осуществляется путём протяжки по нему поролонового поршня.

6.1.66. Для соединения восстановивших свою форму полиэтиленовых профилированных труб с полиэтиленовыми трубами ПЭ 80, ПЭ 100 или соединительными деталями (фитингами) в разогретый конец профилированной трубы вставляется опорная втулка, расширяющая его до стандартных размеров. Допускается также применение специальных переходов с закладными электронагревателями. Для присоединения полиэтиленовой профильной трубы к стальному трубопроводу применяются соединения «сталь-полиэтилен» и муфты с закладными нагревателями.

6.2. Санация безнапорных трубопроводов, выполненных из различных материалов

6.2.1. Санация ветхих безнапорных трубопроводов с помощью протягивания в них или заменой полиэтиленовыми трубами может производиться с использованием технологических методов основанных на:

- а). непрерывном сматывании труб с бухт или барабанов (для диаметров труб до 180 мм);
- б). непрерывном протаскивании готовых трубных плетей с поверхности земли (для всех диаметров труб по сортаменту);
- в). цикличном затаскивании наращиваемых в котловане плетей труб стандартной длины и соответствующего диаметра по сортаменту (для всех диаметров труб);
- г). цикличном затаскивании плетей, наращиваемых модулями в смотровых колодцах (для диаметров труб до 500 мм).

6.2.2. Выбор способа для качественного и эффективного проведения реконструкции необходимо осуществлять на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом конкретных условий, включающих:

- характеристику сети (диаметры труб, вид соединений, глубину заложения, протяженность, количество и размеры колодцев);
- показатели состояния реконструируемой сети (расстыковка соединений, просадки, сдвиги и разрушения труб и колодцев);
- особенности коммуникаций в области расположения трубопровода;
- оценку производственной, исторической и архитектурной ценности строений, которые могут быть затронуты при проведении восстановительных работ вблизи трассы трубопровода;
- параметры грунтовых условий, грунтовых вод по трассе;
- факторы агрессивного воздействия транспортируемой и окружающей сред на полиэтиленовые трубы и элементы их соединений;
- указание цели проведения реконструкции (восстановление расчетной работоспособности старого трубопровода, изменение функционального назначения и изменение пропускной способности в сторону увеличения или уменьшения);
- расчетную долговечность восстановленной сети.

6.2.3. Полиэтиленовые трубы по типоразмеру (наружный диаметр и толщину стенки) следует принимать на основании гидравлических и прочностных расчетов, проводимых с

обязательным учетом основных требований общероссийских (СНиП 2.04.03, СП –40-102), а также московских нормативов (МГСН 6.01-03 Московские городские строительные нормы «Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования»).

6.2.4. Для самотечных трубопроводов гидравлическим расчетом определяется расчетный диаметр полиэтиленовых труб, эквивалентный внутреннему диаметру восстанавливаемого трубопровода с учетом их коэффициентов шероховатости, гидравлического (расчетного) и геометрического (определенного согласно СНиП 2.04.03) уклонов, а также расчетных наполнений, незаиливающих и максимальных скоростей движения сточных вод.

6.2.5. Для самотечных трубопроводов с учетом срока службы реконструированного трубопровода, грунтовых и транспортных нагрузок, а также уровня грунтовых вод прочностным расчетом определяют класс кольцевой жесткости полиэтиленовых труб. По нему принимают SDR труб, а затем толщину их стенки и наружный диаметр. Внутренний диаметр принятого типоразмера труб должен быть равен расчетному диаметру по п. 6.2.4.

6.2.6. Полиэтиленовые трубы и трубные модули (рис. 34 и 35) согласно МГСН 6.01-03 (п. 7.3.1.) должны соединяться между собой сваркой, на резьбе и на защелках (замковые соединения).

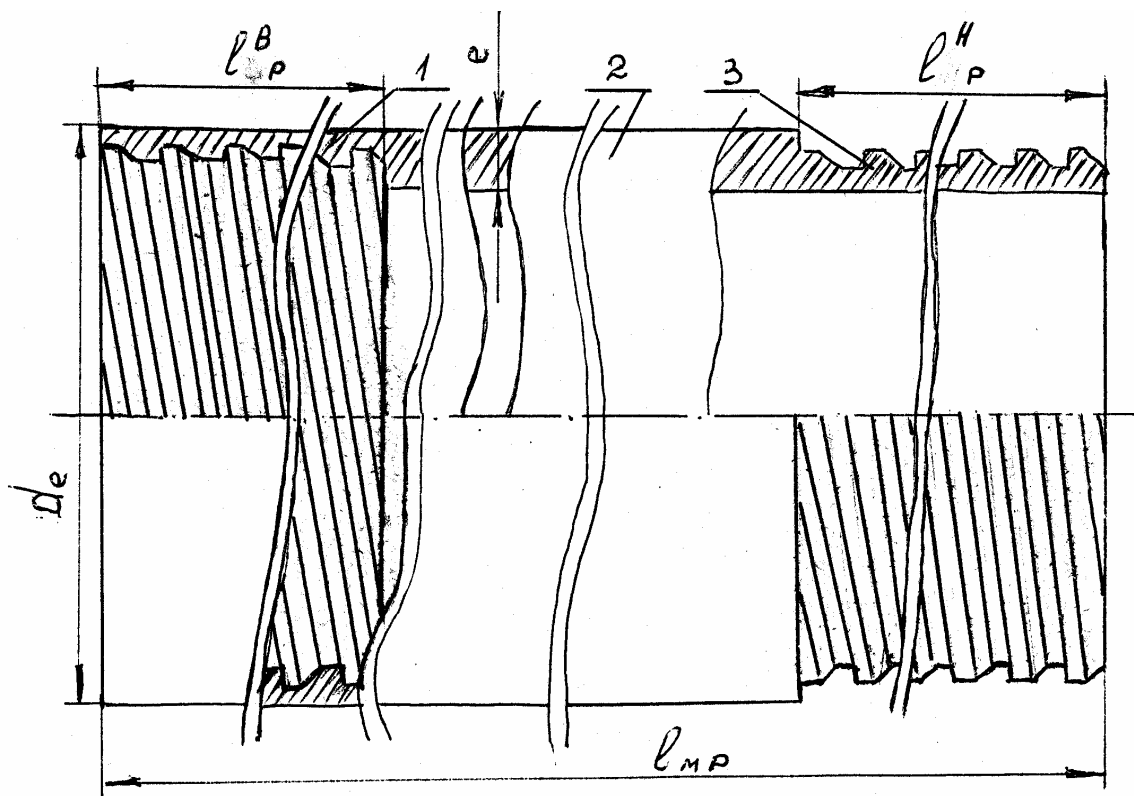


Рис. 34 Схема полиэтиленового трубного модуля с резьбами

1, 3 – внутренние и наружные резьбы, 2- тело модуля

d_e , e , $\ell_{мр}$ – наружный диаметр, толщина стенки тела и длина модуля,
 $\ell_{вр}$, $\ell_{нр}$ – длины частей модуля с внутренними и наружными резьбами

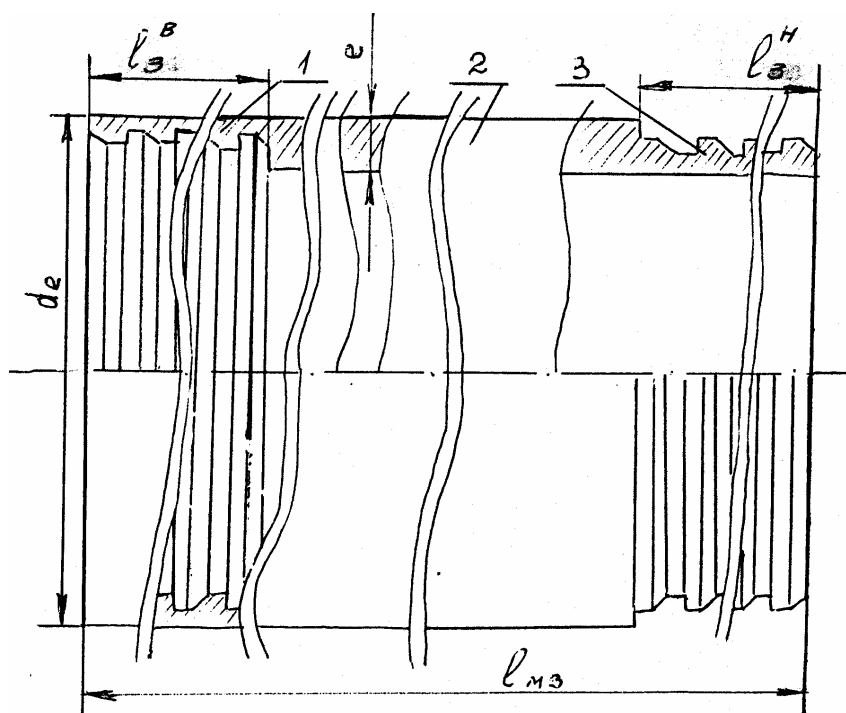


Рис. 35 Схема полимерного трубного модуля с защелками

1, 3 – внутренние и наружные защелки, 2- тело модуля

d_e , e , $\ell_{мз}$ – наружный диаметр, толщина стенки тела и длина модуля,
 $\ell_{вз}$, $\ell_{нз}$ – длины частей модуля с внутренними и наружными защелками

6.2.7. Сварочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями СП – 40-102 (см. раздел 3 настоящего документа).

6.2.8. Сборку полиэтиленовых трубных модулей на резьбе (см. рис.34) и на защелках (см. рис. 35 и 36) должны осуществлять в соответствии с технологическими регламентами заводов – изготовителей трубных модулей.

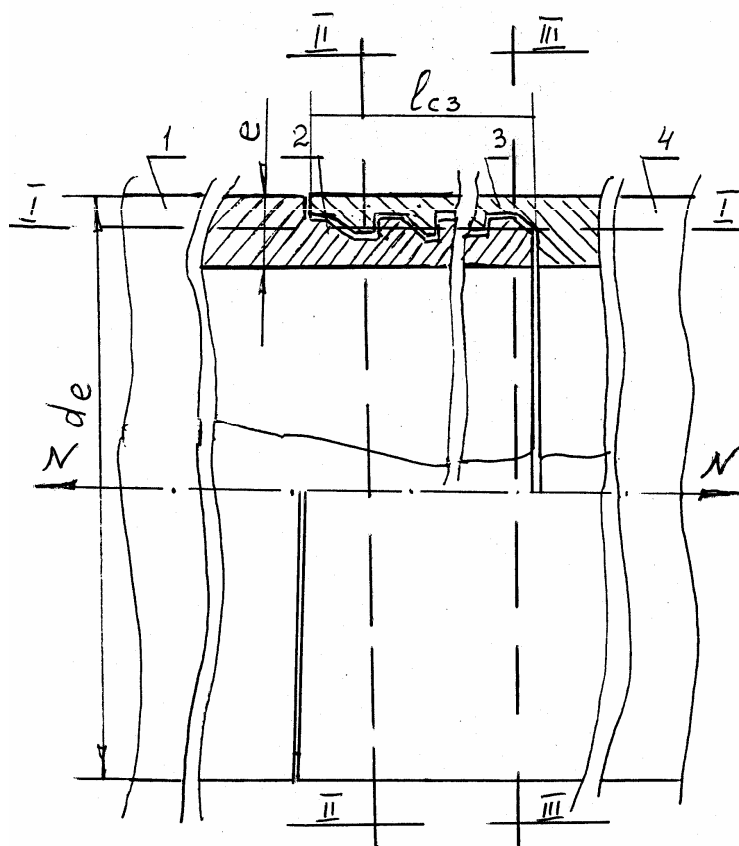


Рис. 36 Схема соединения полимерных трубных модулей на защелках

1, 4 – модули, 2,3 - наружные и внутренние защелки,

d_e , e – наружный диаметр, толщина стенки тела модуля,

$l_{сз}$ – длина соединения

I, II и III –плоскости равновозможного разрушения

соединения модулей при его растяжении силой N

Примечания: Полиэтиленовые трубные модули (ПТМ) должны удовлетворять следующим требованиям:

- а). быть технологичными при монтаже (усилия сборки модулей между собой должны легко обеспечиваться вручную либо с использованием подручных средств малой механизации (СММ) в виде рычагов, цепных ключей, домкратов, лебедок и т.п.,
- б). соединения должны выдерживать осевую растягивающую нагрузку N , которая будет прикладываться при протягивании нового трубопровода в полость старого не разрушенного или разрушенного тем или иным способом трубопровода,

- в). смежные ПТМ не должны входить друг в друга больше, чем это предусмотрено их соединениями (см. рис. 34 - 36) и выдерживать приложенную к ним осевую сжимающую нагрузку протягивания,
- г). соединения ПТМ должны обеспечивать герметичность самотечного трубопровода на весь срок эксплуатации восстановленной водоотводящей сети: резьбовые за счет натяга в резьбе, а замковые за счет резинового уплотнителя (рис. 37),
- д). ПТМ с защелками должны быть взаимозаменяемыми - при монтаже не должно производиться специального подбора пар полиэтиленовых трубных модулей для достижения их надежного соединения между собой,
- е). ПТМ с резьбами (защелками) должны быть изготовлены из труб, отвечающих требованиям по толщине стенок и предельным отклонениям размеров соответствующих нормативов, например, ГОСТ 18599-2001, из полиэтилена класса ПЭ 63 и, в крайнем случае, класса ПЭ 80 с соответствующими показателями SDR.

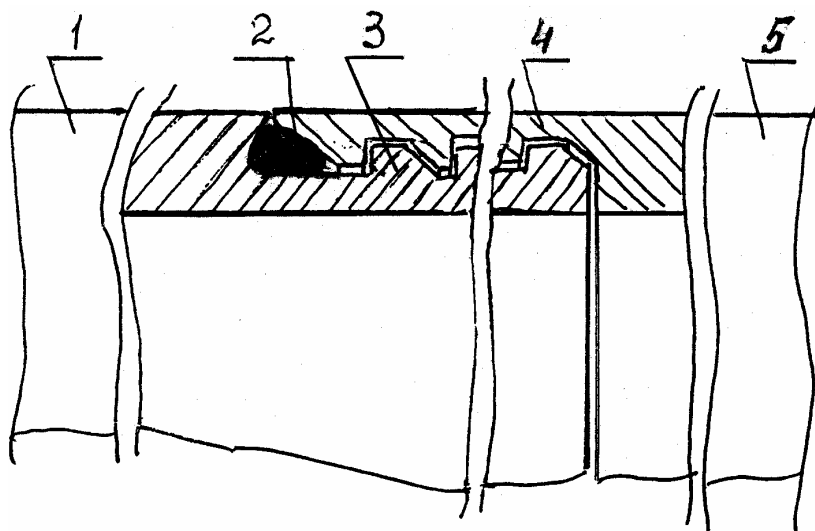


Рис. 37 Схема соединения полимерных трубных модулей на защелках с резиновым уплотнителем
1, 5 – модули, 2- резиновый уплотнитель,
3, 4 - наружные и внутренние защелки

6.2.9. Производство восстановительных работ на безнапорной сети с использованием полиэтиленовых труб независимо от применяемого метода включает следующие типовые

технологические процессы:

- полное или частичное опорожнение участков трубопровода;
- вскрытие грунта на определенной части участка трубопровода;
- подготовку внутренней полости трубопровода (механическую очистку стенок или их разрушение);
- заготовку труб, трубных плетей или трубных модулей (входной контроль качества, сборку соединений, размещение в рабочее положение);
- подготовку специального оборудования: пневмоударных машин (ПУМ), машин с наборными штангами (МНШ), лебедок (обычных до 1 тс, пневматических до 5 тс и мощных от 25 тс), компрессоров, расширителей, шлангов и других средств малой механизации (СММ) для сборки и протягивания труб;
- введение нового трубопровода в полость старого;
- сопряжение со стенками колодцев и набивку лотков;
- испытание и сдачу – приемку восстановленного трубопровода в эксплуатацию.

6.2.10. До начала восстановительных работ необходимо провести диагностику сети - установить причины нарушений в ее работе, а также выявить характер поверхностных и грунтовых условия по трассе; диагностика труб и соединений производится путем осмотра полости трубопровода с использованием соответствующих телевизионных средств, а сетевых колодцев путем тщательного визуального осмотра.

6.2.11. Протягивание трубопроводов сматыванием с барабанов должно производиться через колодцы. При удовлетворительном состоянии колодцев, когда не предполагается их замена, барабан следует размещать над колодцем. При недостаточных размерах колодца, когда допустимый радиус изгиба R для полиэтиленовых труб больше ширины (длины) колодца по ходу восстанавливаемого трубопровода, трубы должны протаскиваться через проем в его стенке. Барабан следует размещать так, чтобы для сматывания трубной плети требовались наименьшие усилия. Величина допустимого радиуса изгиба при продолжительности изгиба конкретного участка трубной плети равном 0,5 ч при протягивании с учетом допустимого растяжения стенок не должна быть менее 32 наружных диаметров.

6.2.12. Для протягивания трубных плетей (рис. 38) разработка котлованов должна производиться с учетом направления ввода трубной плети в восстанавливаемую сеть. При ее совпадении с направлением трассы трубная плеть должна изгибаться только в вертикальной плоскости, переходя с уровня поверхности земли на уровень ложа восстанавливаемого трубопровода.

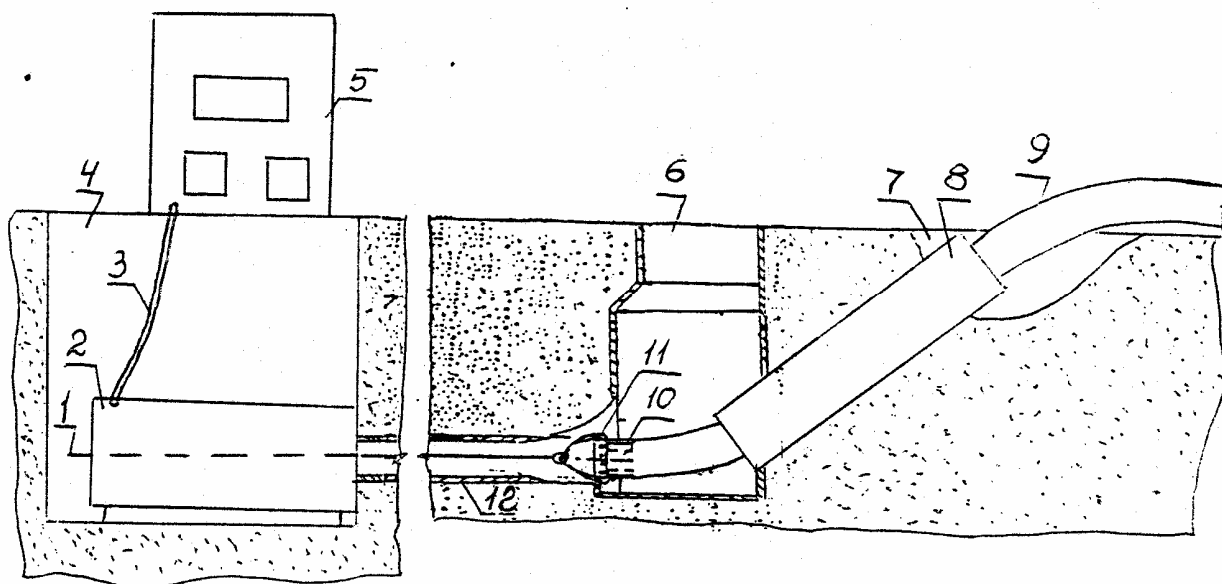


Рис. 38 Технологическая схема бестраншейного статического разрушения и одновременной замены ветхого самотечного трубопровода протаскиванием полиэтиленовой трубной плети через футляр с поверхности земли с помощью машины с наборными штангами МНШ

1- наборная штанга, 2- МНШ, 3- электропровода и шланг, 4 – котлован, 5- станция управления, 6 – колодец, 7 – прямок, 8- футляр, 9 – полиэтиленовая трубная плеть

6.2.13. Прокладка длинных труб со сборкой нового трубопровода непосредственно в котловане (рис. 39) должна применяться при больших глубинах заложения трубопроводной сети, а также в стесненных условиях на поверхности земли.

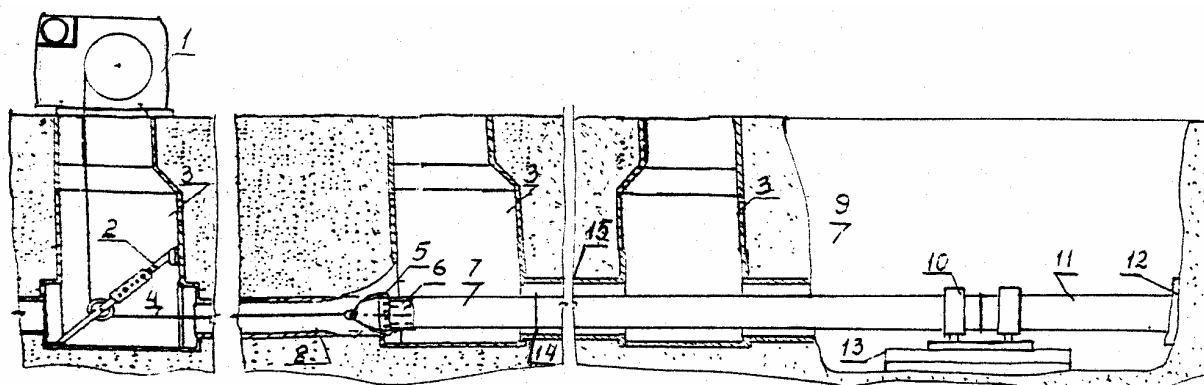


Рис. 39 Технологическая схема бестраншейного статического разрушения и одновременной замены ветхого трубопровода протаскиванием полиэтиленовых труб, собираемых в котловане, через смежный участок с помощью мощной лебедки

1- мощная лебедка МЛ, 2- опорное устройство, 3- колодец, 4- тяговый трос, 5- разрушитель – расширитель, 6- узел крепления, 7- новый трубопровод, 8- ветхий трубопровод, 9- котлован, 10 – сварочная установка, 11 – полимерная труба, 12- существующий трубопровод, 13- настил, 14 – сварной шов, 15- смежный трубопроводный участок

Котлован должны разрабатывать с плоским дном несколько ниже основания старого трубопровода для удобного размещения средств механизации для сборки и проталкивания труб (трубных секций) по оси старого трубопровода, часть которого должна вырубаться. Длину удаляемой части принимают из расчета обеспечения надлежащих условий для введения нового трубопровода в старый. В котловане следует устраивать настил из железобетонных плит или деревянных щитов, на котором должны располагаться монтажники-трубоукладчики, оборудование и оснастка. При необходимости стенки котлована крепят, а также организуют водоотлив. Котлованы по длине и ширине должны обеспечивать надлежащие условия для свободного размещения труб (секций труб), оборудования и оснастки, с помощью которых будут осуществляться сборка и проталкивание нового трубопровода в реконструируемую сеть, и для выполнения всех технологических процессов реконструкции с соблюдением требований безопасного ведения работ согласно СНиП 12-0302001. Безопасность труда в строительстве (часть 1) и СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве (часть 2).

6.2.14. Трубы (секции труб) должны подаваться в котлован с помощью механизмов - подъемного крана, автокрана, трубоукладчика и т.п.

6.2.15. Технология восстановления сетей из различных материалов полимерными трубными модулями (например, из полиэтилена низкого давления ПНД с резьбовым соединением) используется при любой глубине заложения трубопровода в грунте и не зависит от типа окружающих его грунтов.

6.2.16. Преимущество метода реновации сети путём использования полимерных трубных модулей состоит в возможности оперативного восстановления сильно разрушенных трубопроводов; метод наиболее перспективен в тех случаях, когда необходима полная замена участка трубопровода с увеличением его диаметра, что ведёт к повышению пропускной способности сети.

6.2.17. Технология эффективна при следующих видах повреждений: трещины (продольные, поперечные, винтообразные и т.д.), абразивный износ, свищи, раскрытые стыки, смещение труб в стыках и т.д.) и используется для бестраншейной реконструкции ветхих водоотводящих трубопроводов на участках длиной до 50 м из керамики,

асбестоцемента, чугуна, бетона и стали путём замены их на полиэтиленовые диаметром от 225 до 500 мм.

6.2.18. Длина полимерного модуля определяется размерами смотровых колодцев на ремонтном участке сети, в которых предполагается производить сборочные работы.

6.2.19. В процессе протаскивания модулей должно обеспечиваться сохранение их герметичного соединения при относительно малых усилиях сборки, осуществляемых вручную или с использованием подручных средств малой механизации.

6.2.20. Протаскивание нового трубопровода из отдельных полимерных трубных модулей с параллельным разрушением старого может осуществляться с помощью пневмоударных машин (пневмопробойников, пневмомолотов) и расширителей (например, серийно выпускаемых ПО «Полёт», г. Омск, ОАО «Сиблитмаш», г. Новосибирск и ЗАО «Сибгормаш», г. Новосибирск).

6.2.21. При прокладке полиэтиленовых трубных модулей с использованием ПУМ (рис. 40) их длина должна обеспечивать соответствующие условия для качественной и производительной сборки соединений, последующего введения собранного трубопровода в восстанавливаемую сеть и соблюдения правил техники безопасности.

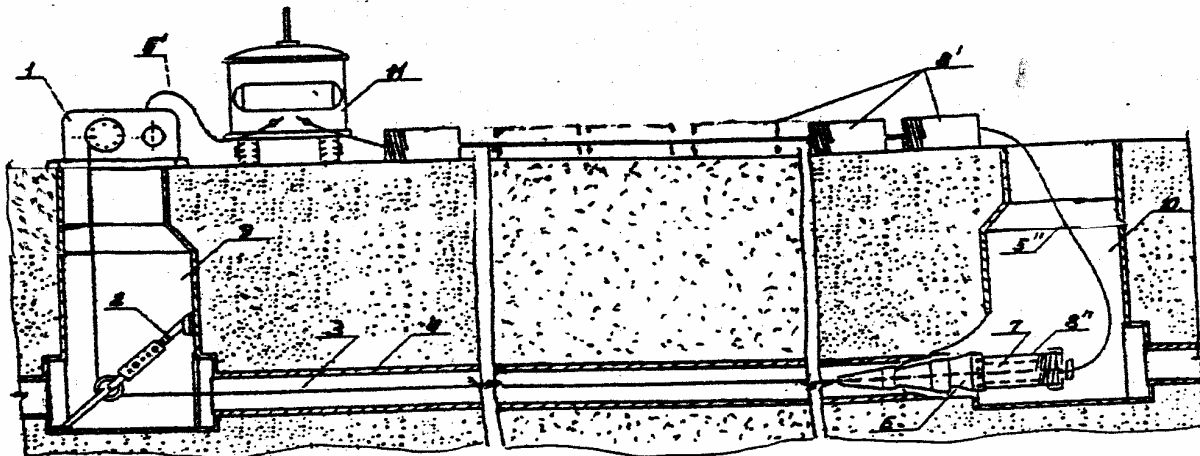


Рис. 40. Технологическая схема бестраншейного динамического разрушения и одновременной замены ветхого трубопровода протаскиванием полимерных трубных модулей из сетевого колодца с помощью пневмоударной машины (ПУМ).

1- пневматическая лебедка, 2- опорное устройство, 3- тяговый трос, 4 - заменяемый трубопровод, 5 - шланг для подачи сжатого воздуха, 6 - расширитель, 7 - ПУМ-а, 8 и 8' - полимерные трубные модули, 9 и 10 - приемный и входной колодцы, 11- компрессор

6.2.22. При работе ударного механизма удар передаётся на расширитель и через него на ветхую трубу. При этом происходит разрушение ветхой трубы и расширение грунта до наружного диаметра расширителя.

Разрушение стальных труб приводит к образованию полости с плавными очертаниями, копирующими, в основном, рабочую поверхность корпуса пневмопробойника, а разрушение стенок труб из хрупких материалов (например, из керамики) ведёт к образованию хаотических осколков различной величины и формы. В образовавшуюся полость при движении расширителя затягивается новый трубопровод, который наращивается секциями в рабочем колодце.

6.2.23. Условием эффективной работы по протягиванию полимерных модулей в старый трубопровод является правильный подбор расширителей (его длина и материал изготовления, угол захода, наличие и количество режущих ножей определённой формы, острота лезвия и т.д.).

В зависимости от вида трубы (прочности их стенок) могут использоваться расширители с гладкой заходной частью (для керамических труб) или оснащённые режущими продольными или роликовыми ножами (для металлических труб).

6.2.24. Диаметры расширителей составляют следующие величины: для труб диаметром 110 мм – 130 мм, 160 мм – 180 мм, 225 мм – 250 мм и 315 мм – 340 мм.

Минимальный диаметр колодца при этом должен составлять: для труб диаметром 225 мм - 800 мм, то же 280-315 мм – не менее 1000 мм и то же 400-500 мм – не менее 1500 мм. Расход воздуха, нагнетаемого компрессором, составляет не более 10 куб. м/мин при рабочем давлении 0,5 - 0,6 МПа, минимальное тяговое усилие лебёдки 30 кН.

6.2.25. С помощью комплекта серийно выпускаемого оборудования для реализации технологии (согласно разработкам Института Горного дела СО РАН и ООО «Научно-производственной компанией «Комбест», г. Новосибирск) средняя производительность реновации составляет 150-200 м/мес, а в некоторых случаях 500 м/мес.

6.2.26. Работы по восстановлению ветхих участков трубопроводов полимерными трубными модулями проводятся в соответствии с технологическим регламентом, включающим подготовительные, основные (монтажные) и заключительные (демонтажные) работы.

6.2.27. Предварительные работы включают следующие операции:

- временное отключение ремонтного участка трубопровода (например, с помощью заглушек, перекрываемых поток сточной жидкости на предыдущем участке сети);
- телеобследование восстанавливаемой трассы и осмотр колодцев;
- прочистка (промывка) от наростов ржавчины, уплотнённых наносов и

посторонних включений подлежащих реновации участков трубопровода и колодцев; в случае разрушения трубопроводов промывка участков труб не предусматривается;

- разрушение бетонных лотков колодцев и мест примыкания торцов труб к смотровым колодцам,

- пропуск троса лебёдки от приёмного до рабочего колодца через подлежащий восстановлению участок трубопровода.

6.2.28. Основные (монтажные) работы заключаются в выполнении следующих последовательных операций:

- установки и закрепления анкера;

- установка на горловине приёмного колодца лебёдки с водздухоподводящими шлангами;

- включение/выключение лебёдки для протягивания троса в рабочий колодец;

- включение/отключение пневмомолота и затягивание первой секции нового трубопровода до положения удобного для монтажа последующей секции;

- подача в колодец новой секции, нанизанной на шланг, и пропуске крючка с тросом через внутреннее отверстие секции трубы;

- вставка в первую (или очередную) вторую (или последующую) секцию трубы с закручиванием её трубными ключами до упора; при проведении данной операции на последующих секциях использовать устройство для подтягивания труб.

6.2.29. Средняя скорость проведения основных работ составляет 6 м/ч при протаскивании труб из полиэтилена низкого давления (ПНД) типа С диаметрами от 225 до 500 мм (с длиной секций труб при работе из колодца в колодец 700-750 мм).

6.2.30. Заключительные (демонтажные) работы осуществляются при выходе расширителя в приёмный колодец и состоят из следующих операций:

- отключение лебёдки и пневмомолота;

- ослабление троса лебёдки, снятие его с анкера и вытягивание в рабочий колодец;

- освобождение горловины колодца от лебёдки;

- демонтирование анкера с удалением его составных частей из колодца;

- отсоединение шлангов от пневмолебёдки и пневмомолота с установкой на них заглушек;

- сматывание шлангов в бухты;

- проведение ремонта колодцев (восстановление днища и лотков, заделка места входа и выхода нового трубопровода и т.д.).

6.2.31. После проведения всего комплекса работ должен производиться контрольный телевизионный осмотр, в результате которого оценивается качество

выполненных восстановительных работ.

6.2.32. В качестве стандартного оборудования при реализации метода восстановления с помощью полимерных трубных модулей используются:

- пневмомолот, который служит для передачи ударной нагрузки на расширитель;
- расширитель, служащий для разрушения с помощью ребер старого трубопровода и образования новой скважины за счёт утрамбовывания в грунт осколков разрушенного трубопровода; в задней части расширителя имеются пальцы для крепления секции нового трубопровода;
- устройство для подтягивания труб, которое предназначено для передачи усилия лебёдки на торец затягиваемой трубы нового трубопровода и обеспечения передачи этого усилия по оси трубы;
- лебёдка пневматическая, предназначенная для передачи усилия натяжения троса на устройство для подтягивания секций нового трубопровода; она устанавливается на горловине приёмного колодца;
- анкер для изменения вертикального направления троса в горизонтальное и трубный ключ для соединения секций нового трубопровода между собой с помощью резьбового соединения;
- направляющие и прижимные ролики, сборочный инструмент.

6.2.33. Пневмоударные машины (ПМ) для производства работ должны приниматься с учетом диаметров полиэтиленовых труб: ПМ 110 для диаметра до 180 мм, ПМ 125 – до 200 мм, ПМ 170 – до 250 мм, ПМ 192 – до 280 мм, ПМ 210 – для остальных диаметров.

6.2.34. Наружные диаметры расширителей должны приниматься равными внутреннему диаметру восстанавливаемого трубопровода плюс две толщины стенки принятых к протягиванию полиэтиленовых труб.

6.2.35. Испытание восстановленных трубопроводных сетей независимо от применяемой технологии должно производиться в соответствии с требованиями СНиП 3-05-04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», Свода правил СП – 40 – 102 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования», а также действующего в настоящий момент московского норматива МГСН 6.01-03.

6.2.20. Сдачу–приемку реконструированных бестраншейной технологией трубопроводных сетей с применением труб из ПНД следует производить с учетом основных требований СНиП 3.01.04-87, СП – 40 - 102 и СНиП 3-05-04-85, СНиП 2.04.03-85, а также специальных нормативов по г. Москве.

7. Общие и специальные требования к организациям, выполняющим работы по строительству и реконструкции напорных и безнапорных сетей

Общие требования

7.1. Для проведения работ по санации водопроводных и водоотводящих трубопроводов должны привлекаться специализированные организации, предприятия и фирмы на основе конкурсов с предварительной квалификацией, имеющие опыт ремонтно-восстановительных работ на водоотводящих сетях. Приоритет должен отдаваться тем организациям, предприятиям и фирмам, которые имеют сертификат на систему качества стандартов ISO-9000:2000, сертификат соответствия на услуги по восстановлению (санации) и прокладке водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными методами, выданный Органами по сертификации, аккредитованными Госстандартом Российской Федерации и входящих в Реестр деловой репутации партнеров Правительства Москвы.

7.2. При проведении работ по санации трубопроводов следует отдавать предпочтение тому виду оборудования, на которое имеются сертификаты соответствия, в том числе полученные на добровольной основе. На все виды применяемых материалов и добавок также необходимы сертификаты соответствия и гигиенические. Требования по сертификации конкретного оборудования для выполнения работ должны соответствовать «Номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация».

7.3. Технические условия по нанесению внутренних защитных покрытий на водопроводные и водоотводящие трубопроводы должны быть согласованы с заказчиком.

7.4. Документация (техническая, эксплуатационная, исполнительная) по санации трубопроводов подлежит постоянному хранению в архивах заказчика и проводившей санацию организации.

Специальные технические требования

7.5. Под специальными техническими требованиями при выполнении работ по восстановлению водопроводных и водоотводящих сетей понимаются наличие у исполнителей и строгое выполнение ими технологического регламента на производство соответствующих работ независимо от применяемых традиционной траншейной или бестраншейной технологий.

7.6. Технологический регламент утверждается вышестоящей организацией или заказчиком работ.

7.7. В технологическом регламенте производства работ по строительству, восстановлению или реконструкции сетей должны приводиться следующие сведения:

- перечень и сущность подготовительных работ, где должны определяться сроки представления исполнителям работ полной технической документации на восстанавливаемый трубопровод; здесь указывается соответствие данных проектной и исполнительной документации, отражаются особенности, выявленные в процессе эксплуатации (например, характер дефектов), а также тип грунта и наличие других инженерных коммуникаций в месте проведения работ. К подготовительным работам относится также визуальный осмотр трассы с уточнением мест отключения трубопровода, наличия и состояния колодцев и камер, выбор оптимальных мест доступа к санируемому трубопроводу в зависимости от расположения инженерных коммуникаций с определением длин и количества рабочих участков. В случае реализации бестраншейных методов ремонта с предварительным разрушением старых трубопроводов и протяжкой в них новых, а также при любых потенциальных вскрышных земляных работах на трассе (уширение колодцев, устройство промежуточных котлованов, лазов и т.д.) в перечне требуется наличие геоподосновы и документация по согласованию работ с соответствующими организациями;
- перечень необходимого и применяемого в каждом конкретном случае технологического оборудования, механизмов и приборов;
- порядок выполнения работ по санации (т.е. описание последовательности проведения технологических операций, начиная от перекрытия трубопровода, отрывки котлованов, очистки внутренней поверхности трубопровода, нанесения защитного покрытия и заканчивая контролем качества санации и приёмкой трубопровода в эксплуатацию);
- требования по технике безопасности с инструкциями для всех рабочих профессий; требования безопасности при ремонте водопроводных и водоотводящих сетей должны соответствовать Правилам по технике безопасности при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства с ежедневным оформлением для рабочих наряда-допуска на соответствующие работы; для обеспечения синхронности действий на объектах санации должны применяться портативные рации;
- перечень используемой нормативно-технической документации, (СНиП, ГОСТы, ТУ, СН, Правила и т.д.);
- перечень соответствующих методик (по расчёту и приготовлению рабочих растворов и добавок и др.);
- перечень сертификатов соответствия на оборудование и применяемые материалы;
- сведения о составе бригад и квалификации персонала, выполняющего соответствующие работы.

8. Приложения

8.1. Основные термины и определения для полиэтиленовых труб (по ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия»).

8.1.1. Средний наружный диаметр $d_{\text{ср}}$ (мм): частное от деления измеренного значения наружного периметра трубы на значение $\pi = 3,142$ округленное в большую сторону до 0,1 мм.

8.1.2. Номинальная толщина стенки e (мм): условное обозначение размера, соответствующего минимальной допустимой толщине стенки трубы, рассчитываемой по следующей формуле и округляемой в большую сторону до 0,1 мм:

$$e = \frac{d}{2S + 1} \quad (8.1.1.)$$

где d – номинальный наружный диаметр трубы, мм; S – серия трубы.

8.1.3. Серия труб S : нормированное значение, определяемое по формуле:

$$S = \frac{\sigma}{MOP} \quad (8.1.2.)$$

где σ – допускаемое напряжение в стенке трубы равно MRS/C , МПа:

MRS – минимальная длительная прочность, МПа; C – коэффициент запаса прочности; MOP – максимальное рабочее давление, МПа.

8.1.4. Минимальная длительная прочность MRS (МПа): напряжение, определяющее свойства материала, применяемого для изготовления труб, полученное путем экстраполяции на срок службы 50 лет при температуре 20°C данных испытаний труб на стойкость к внутреннему гидростатическому давлению с нижним доверительным интервалом 97,5% и округленное до ближайшего нижнего значения по ГОСТ 8032.

8.1.5. Коэффициент запаса прочности C : коэффициент принимаемый для водопроводных труб 1,25.

8.1.6. Стандартное размерное отношение SDR : отношение номинального наружного диаметра трубы d к номинальной толщине стенки e ; соотношение между SDR и S определяют по следующей формуле:

$$SDR = 2S + 1 \quad (8.1.3.)$$

где S – серия трубы.

8.1.7. Коэффициент снижения давления C_t : коэффициент снижения максимального рабочего давления MOP в зависимости от температуры транспортируемой воды.

8.1.8. Максимальное рабочее давление МОР (МПа): максимальное давление воды в трубопроводе, рассчитываемое по формуле:

$$MOP = \frac{2MRS}{C(SDR-1)C_t} \quad (8.1.4.)$$

где MRS – минимальная длительная прочность, МПа;

C – коэффициент запаса прочности; SDR – стандартное размерное отношение;

C_t – коэффициент снижения давления в зависимости от температуры,
для нормальных условий C_t=1.

8.2. Сортаментные характеристики полиэтиленовых труб

8.2.1. Для восстановления трубопроводов систем водоснабжения и напорной канализации на прямолинейных и криволинейных участках (с радиусом изгиба более 25 внешних диаметров трубы) должны использоваться полиэтиленовые трубы на рабочее давление от 1,0 до 1,6 МПа по ГОСТ 18599-2001 (ПЭ 80 SDR 9, 11 и 13,6 и ПЭ 100 SDR 11, 13,6 и 17).

8.2.2. Допускаются к использованию трубы ЗАО «Завод АНД Газтрубпласт», выпускаемые по технологии SLM (покрытые снаружи стойким к повреждениям при протягивании защитным слоем из специального минералонаполненного полиэфила), а также трубы зарубежного производства, отвечающие требованиям ГОСТ 18599-2001.

8.2.3. При выборе полиэтиленовых труб следует обращать внимание на их маркировку, так как изготавливаемые по нормам ISO TEC 138 или CEN 155 трубы могут выпускаться на различные рабочие давления (табл. 8.2.1.).

Таблица 8.2.1. Показатели труб из полиэтилена ПЭ 80 и ПЭ 100
(ISO TEC 138, СТНТС 155)

SDR	S	Рабочее давление, 100 ⁵ Па			
		ПЭ 80		ПЭ 100	
		Коэффициент запаса			
		1,25	1,6	1,25	1,6
5,0	2,0	31,6	25,0	40,0	31,6
6,0	2,5	25,0	19,0	31,9	25,0
7,4	3,2	20,0	15,3	25,0	19,2
9,0	4,0	15,8	12,5	20,0	15,8
11,0	5,0	12,5	10,0	16,0	12,5
13,6	6,3	10,0	8,0	12,5	10,0
17,0	8,0	8,0	6,2	10,0	7,8
17,6	8,3	7,5	6,0	9,4	7,5
21,0	10,0	6,3	5,0	8,0	6,3
22,0	10,5	6,0	4,7	7,5	6,0
26,0	12,5	5,0	4,0	6,3	5,0
33,0	16,0	4,0	3,1	5,0	3,9
41,0	20,0	3,2	2,5	4,0	3,1
51,0	25,0	2,5	2,0	3,2	2,5

Сортаментные характеристики полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-2001

(ПЭ 63, ПЭ 80, ПЭ 100 и масса труб)

Таблица 8.2.2. Показатели труб из полиэтилена ПЭ 63

Наружный диаметр, d _н , мм	41/0,25/1*		26/0,4/4*		17,6/0,6/12*		11/1/50*	
	Толщина стенки, e, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, e, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, e, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, e, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм
110	2,7	104,6	4,2	101,6	6,3	97,4	10,0	90,0
125	3,1	118,8	4,8	115,4	7,1	110,8	11,4	102,2
140	3,5	133,0	5,4	129,2	8,0	124,0	12,7	114,6
160	4,0	152,0	6,2	147,6	9,1	141,8	14,6	130,8
180	4,4	171,2	6,9	166,2	10,2	159,6	16,4	147,2
200	4,9	190,2	7,7	184,6	11,4	177,2	18,2	163,6
225	5,5	214,0	8,6	207,8	12,8	199,4	20,5	184,0
250	6,2	237,6	9,6	230,8	14,2	221,6	22,7	204,6
280	6,9	266,2	10,7	258,6	15,9	248,2	25,4	229,2
315	7,7	299,6	12,1	290,8	17,9	279,2	28,6	257,8
355	8,7	337,6	13,6	327,8	20,1	314,8	32,2	290,6
400	9,8	380,4	15,3	369,4	22,7	354,6	36,3	327,4
450	11,0	428,0	17,2	415,6	25,5	399,0	40,9	368,2
500	12,3	475,4	19,1	461,8	28,3	443,4	45,4	409,2
560	13,7	532,6	21,4	517,2	31,7	496,6	50,8	458,4
630	15,4	599,2	24,1	581,8	35,7	558,6	57,2	515,6
710	17,4	675,2	27,2	655,6	40,2	629,6	-	-
800	19,6	760,8	30,6	738,8	45,3	709,4	-	-
900	22,0	856,0	34,4	831,2	51,0	798,0	-	-
1000	24,5	951,0	38,2	923,6	56,6	886,8	-	-
1200	29,4	1141,2	45,9	1108,2	-	-	-	-

Таблица 8.2.3. Показатели труб из полиэтилена ПЭ 80

Наружный диаметр, d _с , мм	26/0,5/5*		21/0,63/9*		17,6/0,8/15*		17/0,8/17*		13,6/1,0/33*	
	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм
110	4,2	101,6	5,3	99,4	6,3	97,4	6,6	96,8	8,1	93,8
125	4,8	115,4	6,0	113,0	7,1	110,3	7,4	110,2	9,2	105,4
140	5,4	129,2	6,7	126,6	8,0	124,0	8,3	123,4	10,3	119,4
160	6,2	147,6	7,7	144,6	9,1	141,8	9,5	141,0	11,8	136,4
180	6,9	166,2	8,6	162,8	10,2	159,6	10,7	158,6	13,3	153,4
200	7,7	184,6	9,6	180,8	11,4	177,2	11,9	176,2	14,7	170,6
225	8,6	207,8	10,8	203,4	12,8	199,4	13,4	198,2	16,6	195,8
250	9,6	230,8	11,9	226,2	14,2	221,6	14,8	220,4	18,4	213,2
280	10,7	258,6	13,4	253,2	15,9	248,2	16,6	246,8	20,6	238,8
315	12,1	290,8	15,0	285,0	17,9	279,2	18,7	277,6	23,2	268,6
355	13,6	327,8	16,9	321,2	20,1	314,8	21,1	312,8	26,1	302,8
400	15,3	369,4	19,1	361,8	22,7	354,6	23,7	352,6	29,4	341,2
450	17,2	415,6	21,5	407,0	25,5	399,0	26,7	396,6	33,1	383,8
500	19,1	461,8	23,9	452,2	28,3	443,4	29,7	440,6	36,8	426,8
560	21,4	517,2	26,7	506,6	31,7	496,6	33,2	493,6	41,2	477,6
630	24,1	581,8	30,0	570,0	35,7	558,6	37,4	559,2	46,3	537,4
710	27,2	655,6	33,9	642,2	40,2	629,6	42,1	625,8	52,2	605,6
800	30,6	738,8	38,1	723,8	45,8	709,4	47,4	705,2	58,8	682,4
900	34,4	831,2	42,9	814,2	51,0	798,0	53,3	793,3	-	-
1000	38,2	923,6	47,7	904,6	56,6	886,8	59,3	880,4	-	-
1200	45,9	1108,2	57,2	1085,6	-	-	-	-	-	-

Таблица 8.2.4. Показатели труб из полиэтилена ПЭ 100

Наружный диаметр, d _е , мм	17/1/21*		13,6/1,25/45*		11/1,6/84*	
	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм	Толщина стенки, е, мм	Внутренний диаметр, d _в , мм
110	6,6	96,8	8,1	93,8	10,0	90,0
125	7,4	110,2	9,2	105,4	11,4	102,2
140	8,3	123,4	10,3	119,4	12,7	114,6
160	9,5	141,0	11,8	136,4	14,6	130,8
180	10,7	158,6	13,3	153,4	16,4	147,2
200	11,9	176,2	14,7	170,6	18,2	163,6
225	13,4	198,2	16,6	195,8	20,5	184,0
250	14,8	220,4	18,4	213,2	22,7	204,0
280	16,6	246,8	20,6	238,8	25,4	229,2
315	18,7	277,6	23,2	268,6	28,6	257,8
355	21,1	312,8	26,1	302,8	32,2	290,6
400	23,7	352,6	29,4	341,2	36,3	327,4
450	26,7	396,6	33,1	383,8	40,9	368,2
500	29,7	440,6	36,8	426,8	45,4	409,2
560	33,2	493,6	41,2	477,6	50,8	458,4
630	37,4	555,2	46,3	537,4	57,2	515,6
710	42,1	625,8	52,2	605,6	-	-
800	47,4	705,2	58,8	682,4	-	-
900	53,3	793,4	-	-	-	-
1000	59,3	880,4	-	-	-	-

8.3. Гидравлический расчет трубопроводов из полиэтиленовых труб

Гидравлический расчет напорных и самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб следует проводить с учетом правил, приводимых в СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».

8.3.1. Гидравлический расчет напорных трубопроводов

Гидравлический расчет напорных трубопроводов из полиэтиленовых труб следует проводить с учетом требований СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Величина напора $H_{тр}$, необходимая для транспортирования воды (стоков), определяется по формуле:

$$H_{тр} = i \ell + \Sigma h_{м.с.} \quad (8.3.1)$$

где i – удельные потери напора при температуре воды t , °С (потери напора на единицу длины трубопровода), м/м;

$h_{м.с.}$ – потери напора в стыковых соединениях и в местных сопротивлениях, м, следует определять с учетом данных заводов-изготовителей по местным сопротивлениям полиэтиленовых (чугунных, стальных) соединительных частей.

Примечание: допускается $\Sigma h_{м.с.}$ принимать равной 10-20 % от $\Sigma i \ell$.

Потери напора на единицу длины трубопровода i без учета гидравлического сопротивления соединений следует определять по формуле

$$i = \frac{\lambda V^2}{2gD_e} \quad (8.3.2.)$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубопровода;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Коэффициент гидравлического сопротивления λ следует определять по формуле:

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0,5 \left[\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \lg(3,7D_e / K_e)}{\lg Re_\phi - 1} \right]}{\lg(3,7D_e / K_e)} \quad (8.3.3.)$$

$$V = 1,27 \frac{Q}{D_e^2} \quad (8.3.4.)$$

где Q – расход воды (стоков), $\text{м}^3/\text{с}$,

b – число подобия режимов течения воды:

$$b = 1 + \frac{\lg \text{Re}_\phi}{\lg \text{Re}_{\kappa\phi}}, \quad (8.3.5.)$$

(при $b > 2$ следует принимать $b=2$)

Re_ϕ – число Рейнольдса фактическое

$$\text{Re}_\phi = \frac{VD_\phi}{\nu}, \quad (8.3.6.)$$

$$\text{Re}_{\kappa\phi} = \frac{500D_\phi}{K_e}. \quad (8.3.7.)$$

8.3.2. Гидравлический расчет самотечных трубопроводов

Гидравлический расчет самотечных канализационных трубопроводов из полиэтиленовых труб следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

Уклон трубопровода i_s следует определять по формуле:

$$i = \frac{\lambda_s V^{b_s}}{2g4R_s}, \quad (8.3.8)$$

где λ_s – коэффициент гидравлического сопротивления трения по длине трубопровода;

V – средняя скорость течения стоков, $\text{м}/\text{с}$;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

R_s – гидравлический радиус потока, м ;

b_s – безразмерный показатель степени, характеризующий режим турбулентного течения стоков.

$$\lambda_s = 0,2 \left(\frac{K_s}{4R_s} \right)^a, \quad (8.3.9.)$$

где a – эмпирический показатель степени, зависящий от K_s ,

$$a = 0,3124K_s^{0,0516}, \quad (8.3.10.)$$

$$b_s = 3 - \frac{\lg \text{Re}_{\kappa\phi}}{\lg \text{Re}_\phi}, \quad (8.3.11.)$$

где K_s – коэффициент эквивалентной шероховатости, м , принимается по данным заводоизготовителей труб и не должен приниматься менее $0,001 \text{ мм}$.

В случаях, когда значения K_9 не установлены, следует принимать 0,02 мм.

Числа Рейнольдса определяют по формулам:

$$Re_{\kappa\phi} = \frac{500 \cdot 4R_s}{K_9}, \quad (8.3.12.)$$

$$Re_{\phi} = \frac{V \cdot 4R_s}{\nu}, \quad (8.3.13.)$$

где ν - коэффициент кинематической вязкости жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$.

Для бытовых стоков следует принимать $\nu = 1,49 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

При транспортировании по трубопроводу чистой воды значения коэффициента кинематической вязкости следует принимать с учетом ее расчетной температуры t_c , $^{\circ}\text{C}$ (табл. 8.3.1.)

Табл. 8.3.1.

t_c	5	10	12	14	16	18	20	30	40
$\nu \cdot 10^{-6}$ $\text{м}^2/\text{с}$	1,52	1,31	1,24	1,17	1,11	1,06	1,01	0,8	0,66

При принятии ν для жидкостей, содержащих взвешенные вещества, следует также учитывать их количество (табл. 8.3.2.).

Таблица 8.3.2.

Температура жидкости, $^{\circ}\text{C}$	Значения ν , $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, при количестве взвешенных веществ, мг/л						
	менее 100	100	200	300	400	500	600
2	1,67	2,17	2,67	3,17	3,67	4,17	4,67
3	1,61	1,83	2,05	2,77	2,49	2,71	2,93
4	1,56	1,68	1,80	1,92	2,04	2,16	2,28
5	1,52	1,60	1,68	1,76	1,84	1,92	2,00
6	1,47	1,52	1,58	1,63	1,69	1,76	1,80
7	1,42	1,46	1,50	1,54	1,58	1,62	1,67
8	1,39	1,42	1,45	1,48	1,51	1,54	1,58
9	1,35	1,37	1,40	1,42	1,45	1,47	1,49
10	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,43
11	1,27	1,29	1,30	1,32	1,34	1,35	1,37
12	1,24	1,25	1,27	1,28	1,30	1,31	1,32
13	1,21	1,22	1,23	1,25	1,26	1,27	1,28
14	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23
15	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,18	1,19

16	1,11	1,12	1,13	1,13	1,14	1,15	1,16
17	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13
18	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,10
19	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06
20	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04
21	0,99	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02
22	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
23	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96
24	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94
25	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92

Средняя скорость течения жидкости V_n при неполном наполнении трубопровода (канала) равна:

$$V_n = V_n \left(\frac{R_{sh}}{R_{sn}} \right)^{\frac{1+a}{b_s}}, \quad (8.3.14.)$$

где V_n – средняя скорость течения стоков при полном наполнении трубопровода, м/с;

R_{sh} , R_{sn} – гидравлические радиусы при неполном и полном наполнении трубопровода, м.

Расход жидкости при определенном наполнении

$$q_s = V_n \cdot \omega, \quad (8.3.15.)$$

где ω – живое сечение потока жидкости при данном наполнении трубопровода, м², которое равно:

$$\omega = K_\omega d^2, \quad (8.3.16.)$$

где d – расчетный (внутренний) диаметр труб, м

Для определения параметров сечения потока в трубопроводе, работающем с частичным наполнением следует использовать данные табл. 8.3.3.

Гидравлический радиус

$$R_s = R \cdot d, \quad (8.3.17.)$$

Таблица 8.3.2.

h/D	K_{ω}	R^*	R_{SH}/R_{SP}	V_H/V_{Π}^*	q_H/q_{Π}^*
0,1	0,04088	0,0635	0,2540	-	-
0,15	0,07388	0,0929	0,3711	-	-
0,20	0,11182	0,1206	0,4824	-	-
0,25	0,15355	0,1466	0,5912	-	-
0,30	0,19817	0,1709	0,6836	0,78	0,20
0,35	0,24498	0,1935	0,7816	0,86	0,28
0,40	0,29337	0,2142	0,8568	0,92	0,34
0,45	0,34278	0,2331	0,9322	0,96	0,43
0,50	0,39270	0,2500	1,0000	1,00	0,50
0,55	0,44262	0,2649	1,0617	-	0,59
0,60	0,49203	0,2776	1,1104	1,07	0,66
0,65	0,54042	0,2881	1,1596	-	0,76
0,70	0,58723	0,2962	1,1048	1,08	0,84
0,75	0,63185	0,3017	1,2053	-	0,88
0,80	0,67357	0,3042	1,2168	1,07	0,91
0,85	0,71152	0,3033	1,2054	-	0,95
0,90	0,74452	0,2980	1,1920	1,04	0,98
0,95	0,77072	0,2865	1,1115	-	0,99
1,00	0,78540	0,2500	1,0000	1,00	1,00

* Скорости и расходы при полном «п» и частичном «н» наполнениях с точностью 5% можно определить с использованием представленных соотношений.

8.4. Прочностные расчеты

Прочностные расчеты трубопроводов из полиэтиленовых труб следует проводить с учетом правил приводимых в СП 40-102-200.

8.4.1. Основные положения по проверке прочности напорных трубопроводов

Проверку прочности трубопроводов из полиэтиленовых труб с целью их применение для устройства сетей водоснабжения и напорной канализации следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84.

Выбирать трубы по показателю SDR надлежит с учетом вида прокладки (траншейная, в насыпях, наземная и т.п.), агрессивности грунта и транспортируемой жидкости (воды, сточных вод) на основании статического расчета.

Статический расчет напорных трубопроводов в общих случаях надлежит производить на воздействие расчетного внутреннего давления, давления грунта, временных нагрузок, собственной массы труб, транспортируемой воды (сточной жидкости), атмосферного давления при образовании вакуума и внешнего гидростатического давления грунтовых вод в тех комбинациях, которые оказываются наиболее опасными для проектируемого участка водопроводной или водоотводящей сети.

В расчетах должны использоваться прочностные и деформационные показатели полиэтилена, установленные заводами-изготовителями труб применительно к водоснабжению (напорной канализации) с обязательным учетом их долговечности.

Трубы, укладываемые в грунте должны быть во всех случаях рассчитаны на восприятие одновременного воздействия расчетного внутреннего давления и приведенной внешней нагрузки с учетом глубины заложения трубопровода, вида основания, уплотнения грунта засыпки, временных нагрузок, возможности овализации поперечного сечения труб.

Допустимое уменьшение диаметра труб по вертикали должно приниматься по стандартам (технически условиям) заводов-изготовителей. В предварительных расчетах для труб диаметром до 300 мм может использоваться значение до 5 %.

В качестве временных нагрузок для трубопроводов из полиэтиленовых труб с учетом мест прокладки надлежит принимать:

- при отсутствии движения транспорта – равномерно распределенную нагрузку 5 кПа (500 кгс/м^2);
- при наличии движения транспорта – наибольшую нагрузку по силовому воздействию на трубопровод от колонны автомобилей Н-18 или гусеничных машин НГ-60.

При прокладке труб в насыпях, на поверхности земли и т.п. расчеты должны производиться с учетом местных условий (особенностей насыпи, способов крепления трубопроводов, допустимого провисания труб, температурных режимов, а также временного характера нахождения труб под действием внутреннего давления).

Величину расчетного внутреннего давления надлежит принимать равной наибольшему возможному по условиям эксплуатации давлению в трубопроводе на различных участках по длине при наиболее невыгодном режиме работы:

- без учета повышения давления при гидравлическом ударе;
- с учетом повышения давления при гидравлическом ударе и реакции противоударной арматуры.

При расчете трубопроводов на повышение давления при гидравлическом ударе (определенное с учетом противоударной арматуры или образования вакуума) внешнюю нагрузку следует принимать равной не более, чем при нагрузке от колонны автомобилей Н-18.

При определении величины вакуума следует учитывать действие предусматриваемых на трубопроводе противовакуумных устройств.

8.4.2. Основные положения по прочностному расчету самотечных канализационных трубопроводов

Прочностной расчет самотечных водоотводящих трубопроводов из полиэтиленовых труб должен проводиться по методике приведенной в СП 40-102-2000.

Надежная работа самотечного трубопровода из полиэтиленовых труб может быть гарантирована только при обеспечении технологических параметров прокладки и выборе труб с такими показателями, при которых будет соблюдено неравенство:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0; \quad (8.4.1.)$$

где ε_p – максимальное значение деформации растяжения полиэтилена из-за овальности поперечного сечения трубы под действием грунтовых ($q_{гр}$, МПа) и транспортных нагрузок ($q_{т}$, МПа);

ε_c – степень сжатия полиэтилена от воздействия внешних нагрузок на трубопровод;

ε_{pp} – предельно допустимое значение деформации растяжения полиэтилена в стенке трубы, происходящей в условиях релаксации напряжений;

ε_{pn} – предельно допустимая деформация растяжения полиэтилена в стенке трубы в условиях ползучести.

Значение ε_p определяется по формуле:

$$\varepsilon_p = 4,27 K_\sigma \frac{s}{D} \psi K_{\psi} \quad (8.4.2.)$$

где K_σ - коэффициент постели грунта для изгибающих напряжений, учитывающий качество уплотнения, принимается с учетом вида контроля ведения работ: 0,75 (тщательный), 1,0 (периодический) и 1,5 (отсутствует);

K_{ψ} - коэффициент запаса на овальность поперечного сечения трубы, для самотечных трубопроводов принимается 1,0;

ψ - относительное уменьшение вертикального диаметра трубы в грунте, устанавливается как предельно допустимое значение:

$$\psi = \psi_{gp} + \psi_m + \psi_{\tau} \quad (8.4.3.)$$

где ψ_{gp} - относительное уменьшение вертикального диаметра трубы под действием грунтовой нагрузки;

ψ_{τ} - то же, под действием транспортных нагрузок;

ψ_m - относительное уменьшение вертикального диаметра трубы, образовавшегося в процессе складирования, транспортировки и монтажа (табл. 8.4.1.).

Таблица 8.4.1.

Кольцевая жесткость, труб G_0 , кПа	ψ_m , %, при степени уплотнения грунта, %		
	до 85	85-95	Более 95
< 276	6	4	3
276 – 290	4	3	2
> 290	2	2	1

$$\psi_{gp} = K_{ок} \frac{K_{\tau} K_w q_{gp}}{K_{жс} G_0 + K_{gp} E_{gp}} \quad (8.4.4.)$$

где K_{τ} - коэффициент, учитывающий запоздание овальности поперечного сечения трубы во времени и зависящий от типа грунта, степени его уплотнения, гидрогеологических условий, геометрии траншеи, принимается в диапазоне от 1 до 1,5;

K_w - коэффициент постели грунта для прогиба, учитывающий качество подготовки ложа и уплотнения, принимается с учетом вида контроля ведения работ: 0,09 (тщательный), 0,11 (периодический), 0,13 (отсутствует);

$K_{гр}$ - коэффициент, учитывающий влияние грунта засыпки на овальность поперечного сечения трубопровода, принимается равным 0,06;

$E_{гр}$ - модуль деформации грунта в пазухах траншеи, МПа;

K_k – коэффициент, учитывающий влияние кольцевой жесткости оболочки трубы на овальность поперечного сечения трубопровода, принимается равной 0,15:

$$q_{zp} = \gamma H_{mp}, \quad (8.4.5.)$$

где γ – объемный вес грунта, Н/м³;

$H_{тр}$ – глубина засыпки трубопровода, считая от поверхности земли до уровня горизонтального диаметра, м;

G_0 – кратковременная кольцевая жесткость оболочки трубы, МПа:

$$G_0 = 4,5 E_0 / SDR^3, \quad (8.4.6.)$$

где E_0 – кратковременный модуль упругости при растяжении полиэтилена, МПа, принимается по данным заводов-изготовителей труб;

SDR – стандартное размерное отношение труб.

$$\psi_m = K_{ок} \frac{K_y q_T}{K_{жс} G_0 + K_{zp} n E_{zp}}, \quad (8.4.7.)$$

где K_y – коэффициент уплотнения грунта;

q_T – транспортная нагрузка, принимаемая по справочным данным для гусеничного, колесного и другого транспорта, МПа;

n – коэффициент, учитывающий глубину заложения трубопровода, при $H < 1$ принимается равной 0,5.

Суммарная внешняя нагрузка на трубопровод, МПа:

$$q_c = q_{zp} + q_T, \quad (8.4.8.)$$

$$\varepsilon = \frac{P}{2E_o} \cdot \frac{D}{s}, \quad (8.4.9.)$$

$$\varepsilon_c = \frac{P}{2E_o} \cdot \frac{D}{s}, \quad (8.4.10.)$$

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_o}{E_\tau K_3}, \quad (8.4.11.)$$

где σ_o – кратковременная прочность полиэтилена при растяжении, МПа, принимается по данным заводов-изготовителей труб;

E_τ – долговременное значение модуля упругости при растяжении полиэтилена на конец срока службы эксплуатации трубопровода, МПа, принимается по данным заводов-изготовителей труб.

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_o}{E_o K_3}, \quad (8.4.12.)$$

где K_3 – коэффициент запаса.

При получении значения для левой части (8.4.1.) больше 1 расчеты следует повторить при других характеристиках полиэтиленовых труб и/или параметрах укладки трубопровода.

Проверка устойчивости оболочки трубы против действия сочетания нагрузок q_c (грунтовых и транспортных) и грунтовых вод $Q_{гв}$ осуществляется с использованием выражения:

$$\frac{K_{yг} K_{ов} \sqrt{n E_{сп} G_{\tau}}}{K_{зy}} \geq (q_c + Q_{ов} + Q_{вак}), \quad (8.4.13.)$$

где $K_{yг}$ – коэффициент, учитывающий влияние засыпки грунта на устойчивость оболочки, принимается 0,5 или 0,07 (при соотношении $Q_{гв} : q_{гв} = 4:1$);

$K_{ов}$ – коэффициент, учитывающий овальность поперечного сечения трубопровода, при $\psi \leq 5\%$ принимается равным: 1 - 0,7 ψ ;

$K_{зy}$ – коэффициент запаса на устойчивость оболочки на действие внешних нагрузок, для обычных условий принимается равным 3;

G_{τ} – длительная кольцевая жесткость оболочки трубы, МПа, определяется по формуле:

$$G_{\tau} = 4,5 E_{\tau} / SDR^3. \quad (8.4.14.)$$

8.5. Техничко-экономическое обоснование применения полиэтиленовых труб

8.5.1. Обоснование применения полиэтиленовых труб при новом строительстве

Экономическая оценка применения полиэтиленовых труб производится на основании расчета и анализа технико-экономических показателей по рассматриваемым вариантам трубопроводов, отнесенных на единую расчетную единицу измерения.

Сравниваемые варианты трубопроводов из труб различных видов должны быть сопоставимы по назначению, пропускной способности и запроектированы в соответствии с действующими строительными нормами и правилами для одних и тех же условий строительства и эксплуатации. Диаметр должен приниматься оптимальным для каждого вида труб.

Расчетный период считается равным сроку службы трубопровода по наиболее долговечному варианту.

Критерием экономической эффективности сравниваемых вариантов является минимум приведенных затрат $\Pi^с$ и $\Pi^н$ (где $\Pi^с$ – приведенные затраты для применяемых по

старой технологии труб и Π^H - приведенные затраты для обосновываемых к применению новых технологий с полиэтиленовыми трубами).

Приведенные затраты Π^c и Π^H по сравниваемым вариантам в расчете на 1000 м длины трубопроводов определяют по формулам

$$\Pi^c = \Pi_c^c + \Pi_3^c, \quad (8.5.1.)$$

$$\Pi^H = \Pi_c^H + \Pi_3^H, \quad (8.5.2.)$$

где Π_c^c , Π_c^H и Π_3^c , Π_3^H - составляющие приведенных затрат для традиционных и полиэтиленовых труб соответственно на строительство и эксплуатацию трубопроводов.

Составляющую приведенных затрат на строительство Π_c^c и Π_c^H определяют по формулам:

$$\Pi_c^c = [(\Pi^c + C_T^c) K_{ом}^c K_{зс}^c + C_M^c + H^c] K_{пн}^c K_{см}^c, \quad (8.5.3.)$$

$$\Pi_c^H = [(\Pi^H + C_T^H) K_{ом}^H K_{зс}^H + C_M^H + H^H] K_{пн}^H K_{см}^H, \quad (8.5.4.)$$

где Π^c и Π^H - стоимости традиционных и полиэтиленовых труб и деталей трубопроводов в оптовых ценах; C_T^c и C_T^H - затраты на транспортировку традиционных и полиэтиленовых труб до места укладки; $K_{ом}^c$ и $K_{ом}^H$ - коэффициенты, учитывающие отходы традиционных и полиэтиленовых труб при монтаже; $K_{зс}^c$ и $K_{зс}^H$ - коэффициенты, учитывающие заготовительно-складские расходы традиционные и полиэтиленовые трубы ($K_{зс}^c$ и $K_{зс}^H = 1,02$); C_M^c и C_M^H - затраты на монтаж традиционных и полиэтиленовых труб, установку соединительных деталей, опорных приспособлений, проведение гидравлических испытаний и др.; H^c и H^H - накладные расходы строительных организаций на работы с традиционными и полиэтиленовыми трубами; $K_{пн}^c$ и $K_{пн}^H$ - коэффициенты, учитывающие плановые накопления строительных организаций при работе с традиционными и полиэтиленовыми трубами ($K_{пн}^c$ и $K_{пн}^H = 1,06$); $K_{см}^c$ и $K_{см}^H$ — коэффициенты, учитывающие переход от сметной стоимости к полной стоимости трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб ($K_{см}^c$ и $K_{см}^H = 1,15 \dots 1,3$).

Затраты на транспорт традиционных и полиэтиленовых труб C_T^c и C_T^H определяют в соответствии с принятыми транспортными схемами их доставки к месту строительства по действующим тарифам на перевозку грузов железнодорожным, автомобильным или водным транспортом с учетом соответствующих затрат на погрузочно-разгрузочные операции, реквизита и наценок на сбыт. Показатели загрузки транспортных средств принимают согласно разработанным схемам раскладки традиционных и полиэтиленовых труб соответствующих диаметров.

Коэффициенты $K_{ом}^c$ и $K_{ом}^H$ определяют на основе обобщенных фактических данных о потерях при перевозках, погрузочно-разгрузочных работах и монтаже традиционных и полиэтиленовых труб. При отсутствии таких данных значения коэф-

коэффициентов принимаются равными $K^c_{ом} = 1,02$ и $K^H_{ом} = 1,026$.

Затраты на монтаж трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб C^c_m и C^H_m , включая работы по установке арматуры и соединительных деталей, проведению испытаний, отнесенные к расчетной единице длины, определяют по единым районным единичным расценкам (ЕРЕР) и укрупненным сметным нормам (УСН).

Накладные расходы при использовании традиционных и полиэтиленовых труб H^c или H^H строительных организаций находят по формулам

$$H^c = \varphi^c (C^c_{оз} + C^c_{эм}), \quad (8.5.5.)$$

$$H^H = \varphi^H (C^H_{оз} + C^H_{эм}), \quad (8.5.6.)$$

где $C^c_{оз}$ или $C^H_{оз}$ - основная заработная плата рабочих, занятых на строительстве трубопроводов из традиционных и из полиэтиленовых труб; $C^c_{эм}$ или $C^H_{эм}$ - затраты на эксплуатацию машин и механизмов при строительстве трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб; φ^c или φ^H - коэффициенты, принимаемые для обоих видов труб равными 0,47.

При проверочных расчетах накладные расходы H^c и H^H могут быть приняты для трубопроводов из обоих видов труб равными 16% от суммы прямых затрат, включающих основную зарплату рабочих, затраты на эксплуатацию машин и механизмов, работающих на строительстве, стоимость труб, соединительных деталей и других материалов.

Составляющие приведенных затрат на эксплуатацию трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб $\Pi^c_{э}$ или $\Pi^H_{э}$ учитывают комплекс приведенных к моменту ввода в действие трубопроводов затрат на текущие и капитальные ремонты, техническое обслуживание, восстановление изношенных трубопроводов и на электроэнергию (для напорных трубопроводов).

Эксплуатационные затраты определяют по формулам:

$$\Pi^c_{э} = (\Pi^c_{тр} + \Pi^c_{кр} + \Pi^c_{то} + \Pi^c_{в}) K^c_{общ} + \Pi^c_{эл} \quad (8.5.7.)$$

$$\Pi^H_{э} = (\Pi^H_{тр} + \Pi^H_{кр} + \Pi^H_{то} + \Pi^H_{в}) K^H_{общ} + \Pi^H_{эл}, \quad (8.5.8.)$$

где $\Pi^c_{тр}$ или $\Pi^H_{тр}$, $\Pi^c_{кр}$ или $\Pi^H_{кр}$, $\Pi^c_{то}$ или $\Pi^H_{то}$, $\Pi^c_{в}$ или $\Pi^H_{в}$, $\Pi^c_{эл}$ и $\Pi^H_{эл}$ - затраты соответственно на текущие и капитальные ремонты, техническое обслуживание, восстановление и электроэнергию, расходуемую на преодоление потерь напора в трубопроводах из традиционных или из полиэтиленовых труб; $K^c_{общ}$ или $K^H_{общ}$ - коэффициенты, учитывающие общие эксплуатационные затраты (содержание аварийных служб, затраты на технику безопасности и содержание административно-управленческого аппарата, прочие расходы) на трубопроводах из традиционных и полиэтиленовых труб.

Затраты на текущие ремонты $\Pi^c_{тр}$ или $\Pi^H_{тр}$ и техническое обслуживание $\Pi^c_{то}$ или $\Pi^H_{то}$ рассчитываются для трубопроводов из традиционных или из полиэтиленовых труб

соответственно по формулам:

$$P_{mp}^c = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^c} \frac{C_{mp}^c}{(1 + E_{nn}^c)^{t^c}}, \quad (8.5.9.)$$

$$P_{mp}^H = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^H} \frac{C_{mp}^H}{(1 + E_{nn}^H)^{t^H}}, \quad (8.5.10.)$$

$$P_{mo}^c = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^c} \frac{C_{mo}^c}{(1 + E_{nn}^c)^{t^c}}, \quad (8.5.11.)$$

$$P_{mo}^H = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^H} \frac{C_{mo}^H}{(1 + E_{nn}^H)^{t^H}}, \quad (8.5.12.)$$

где $C_{тр}^c$ или $C_{тр}^H$ и $C_{то}^c$ или $C_{то}^H$ - среднегодовые затраты соответственно на текущий ремонт и техническое обслуживание трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб, ремонт арматуры, и колодцев в t -й год эксплуатации водопровода; T_{ϕ}^c или T_{ϕ}^H - расчетные сроки функционирования трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб; E_{nn}^c или E_{nn}^H - нормативы приведения двух сравниваемых вариантов к одному моменту времени (E_{nn}^c или $E_{nn}^H = E_{nn} = 0,1$).

Расчет затрат на капитальные ремонты $P_{кр}$ и на восстановление $P_{в}$ ведут соответственно по формулам:

$$P_{кр}^c = \sum_{i=1}^{n_i^c} \frac{C_{кр}^c}{(1 + E_{nn}^c)^{T_{кр}^c}}, \quad (8.5.13.)$$

$$P_{кр}^H = \sum_{i=1}^{n_i^H} \frac{C_{кр}^H}{(1 + E_{nn}^H)^{T_{кр}^H}}, \quad (8.5.14.)$$

Водопроводы	3,4	1	0,7	1,7	60	10
Водоотводящие сети	3,9	1	0,9	2	50	12,5
Асбестоцементные трубы						
Водопроводы	7,3	1,8	0,5	5	20	10
Водоотводящие сети	5,7	1,3	1,1	3,3	30	10
Закрытые коллекторно-дренажные сети	5,2	1,3	0,9	2,5	40	15

Среднегодовые затраты для систем водоснабжения из традиционных или из полиэтиленовых труб на текущий ремонт $C^c_{тр}$ или $C^ч_{тр}$, на обслуживание $C^c_{то}$ или $C^ч_{то}$, на капитальный ремонт $C^c_{кр}$ или $C^ч_{кр}$ и на восстановление $C^c_{в}$ или $C^ч_{в}$ можно определять соответственно по формулам:

$$C^c_{тр} = П^c_c P^c_{тр}, \quad (8.5.17)$$

$$C^ч_{тр} = П^ч_c P^ч_{тр}, \quad (8.5.18)$$

$$C^c_{то} = Н^c_ч \Phi^c_{зп}, \quad (8.5.19)$$

$$C^ч_{то} = Н^ч_ч \Phi^ч_{зп}, \quad (8.5.20)$$

$$C^c_{кр} = П^c_c P^c_{кр}, \quad (8.5.21)$$

$$C^ч_{кр} = П^ч_c P^ч_{кр}, \quad (8.5.22)$$

$$C^c_{в} = П^c_c P^c_{в}, \quad (8.5.23)$$

$$C^ч_{в} = П^ч_c P^ч_{в}, \quad (8.5.24)$$

где $П^c_c$ или $П^ч_c$ - сметная стоимость прокладки трубопровода из традиционных и полиэтиленовых труб; $P^c_{тр}$ или $P^ч_{тр}$, $P^c_{кр}$ или $P^ч_{кр}$, $P^c_{в}$ или $P^ч_{в}$ - доли ежегодных отчислений, % сметной стоимости трубопровода из традиционных или из полиэтиленовых труб (см. табл.); $Н^c_ч$ или $Н^ч_ч$, - нормативная численность обслуживающего персонала на 1 км трубопровода из традиционных или из полиэтиленовых труб (для сетей водоснабжения и канализации принимается равной 0,33 чел./км); $\Phi^c_{зп}$ или $\Phi^ч_{зп}$ - годовой фонд заработной платы с начислениями, приходящийся на одного рабочего эксплуатирующего трубопровод из традиционных или из полиэтиленовых труб и др. работников эксплуатационных служб.

Приведенные затраты на электроэнергию, расходуемую на преодоление потерь напора в трубопроводе $П_{эл}$, рассчитывают по формуле

$$П^c_{эл} = C^c_{эл} (\mu^c + \mu^c_o C^c), \quad (8.5.25)$$

$$П^ч_{эл} = C^ч_{эл} (\mu^ч + \mu^ч_o C^ч), \quad (8.5.26)$$

где $C^c_{эл}$ и $C^ч_{эл}$ - годовые затраты на электроэнергию для преодоления потерь напора в напорных трубопроводах из традиционных и полиэтиленовых труб; μ^c и $\mu^ч$ - коэффициенты приведения разновременных затрат на трубопроводах из традиционных и полиэтиленовых труб к базисному году:

$$\mu^c = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^c} \frac{1}{(1 + E_{nn}^c)^{t^c}}, \quad (8.5.27)$$

$$\mu^h = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^h} \frac{1}{(1 + E_{nn}^h)^{t^h}}. \quad (8.5.28)$$

При отсутствии точных данных коэффициентов μ^c или μ^h их величины можно принимать с учетом значений, полученных НИИЭС (табл. 8.5.2.), в зависимости от расчетного срока функционирования T_{ϕ}^c или T_{ϕ}^h трубопроводов систем водоснабжения из традиционных или из полиэтиленовых труб.

Таблица 8.5.2.

Срок функционирования объекта водоснабжения T_{ϕ} , лет	Значения μ при сроках освоения расчетной пропускной способности трубопровода $T_{осв}$, лет							
	0	1	2	3	4	5	6	7
5	4,16	3,66	3,20	2,76	2,34	1,94	-	-
10	6,98	6,48	6,02	5,58	5,16	4,76	4,39	4,03
15	8,90	8,40	7,94	7,50	7,08	6,68	6,31	5,95
20	10,21	9,71	9,25	8,81	8,39	7,99	7,62	7,26
25	11,10	10,60	10,14	9,70	9,28	8,88	8,51	8,15
30	11,70	11,21	10,75	10,31	9,89	9,49	9,12	8,76
40	12,14	11,90	11,44	11,00	10,58	10,18	9,81	9,45
50	12,70	12,20	11,76	11,30	10,88	10,48	10,11	9,75
60	12,87	12,37	11,91	11,47	11,05	10,65	10,28	9,92
70	12,93	12,44	11,98	11,54	11,12	10,72	10,35	9,99
80	12,97	12,47	12,01	11,57	11,15	10,76	10,38	10,02
100	12,99	12,49	12,03	11,59	11,17	10,77	10,40	10,04

μ^c или μ^h - коэффициенты приведения дополнительных затрат на электроэнергию в результате возрастания гидравлического сопротивления трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб (в зависимости от срока эксплуатации водопровода они могут быть приняты равными: для 10 лет - 56,6; 20 лет - 97,6; 30 лет - 125,7; 40 лет - 143,7; 50 лет - 154,6; 60 лет - 161; для 80 лет - 166,3); C^c или C^h - коэффициенты, характеризующие скорости возрастания гидравлического сопротивления традиционных труб, вызванного коррозионными отложениями или обрастанием внутренней поверхности трубопроводов микроорганизмами (при отсутствии этих факторов, а также для полиэтиленовых труб $C=0$); для металлических трубопроводов систем водоснабжения значения C зависят от качества транспортируемой воды, диаметров и материала труб (табл. 8.5.3.).

Таблица П.5.3.

Качество транспортируемой воды	Трубы	Значения С при диаметре труб, мм	
		<400	>400
Очищенная, стабилизированная	Стальные чугунные	0,012 0,004	0,008 0,004
Без очистки	Стальные и чугунные	0,13	0,05

Годовые затраты на электроэнергию для преодоления потерь напора в трубопроводах из традиционных и полиэтиленовых труб $C^c_{эл}$ или $C^h_{эл}$ определяют по формулам

$$C^c_{эл} = 860 Q^c_p \sigma^c \ell^c h^c / K^c_c \eta^c, \quad (8.5.29)$$

$$C^h_{эл} = 860 Q^h_p \sigma^h \ell^h h^h / K^h_c \eta^h, \quad (8.5.30)$$

где Q^c_p или Q^h_p - расчетные расходы подаваемой по трубопроводам из традиционных и полиэтиленовых труб воды, м³/с; σ^c или σ^h - сметная стоимость 1 кВт-ч электроэнергии (руб.), используемая при работе насосов; ℓ^c или ℓ^h - длина трубопроводов из традиционных и полиэтиленовых труб, км; h^c или h^h - потери напора, м, на 1 км трубопровода из традиционных и полиэтиленовых труб (определяются путем гидравлического расчета конкретных трубопроводов); K^c_c или K^h_c - коэффициенты, учитывающие сезонность работы трубопроводов, принимаются равными 365 t^c_p или 365 t^h_p (t^c_p или t^h_p - время действия трубопровода из традиционных или из полиэтиленовых труб в год, дни); η^c или η^h - КПД насосных агрегатов, работающих на трубопроводах из традиционных и полиэтиленовых труб (для трубопроводов систем водоснабжения диаметром до 200 мм) определяются по формулам:

$$\eta^c = 0,143 \sqrt{Q^c_p}, \quad (8.5.31)$$

$$\eta^h = 0,143 \sqrt{Q^h_p}, \quad (8.5.32)$$

где Q^c_p или Q^h_p - расчетные расходы воды м³/ч транспортируемой по трубопроводам из традиционных и полиэтиленовых труб.

8.5.2. Обоснование применения полиэтиленовых труб для реконструкции напорных трубопроводов

Обоснование метода бестраншейной реконструкции ветхих напорных

трубопроводов из традиционных труб (стальных, чугунных, асбестоцементных, железобетонных) должно базироваться на экономической оценке конкурирующих между собой вариантов.

Критерием применимости новой технологии, в том числе связанной с применением полиэтиленовых труб), должна служить величина экономического фактора $\mathcal{E}^i$, для сравниваемых i – ых вариантов.

Экономический фактор определяется как соотношение приведенных затрат

$$\mathcal{E}^i = P^c / P^j, \quad (8.5.33)$$

где P^c – приведенные затраты для напорного трубопровода, восстановленного с использованием старой технологии, P^j – приведенные затраты для напорного трубопровода, восстановленного с использованием новой j – ой технологии.

В конкурирующих вариантах должны рассматриваться новые технологии. Они могут быть связаны с материалом труб, технологическими схемами размещения нового трубопровода в старом, например, сматыванием полиэтиленовых труб с бухт (барабанов), протягиванием полимерных трубных плетей с поверхности земли, проталкиванием нового трубопровода из котлована механизмами, обеспечивающими качественный монтаж нового трубопровода, использованием пневмоударных машин, мощных лебедок, машин с наборными штангами.

При $\mathcal{E} = 1$ сравниваемые варианты равноценны.

При $\mathcal{E} < 1$ применение новой технологии экономически не эффективно.

При $\mathcal{E} > 1$ применение бестраншейной технологии для восстановления ветхого напорного трубопровода может дать определенный экономический эффект.

Приведенные затраты по любому из вариантов

$$P = P_c + P_o, \quad (8.5.34)$$

где P_c - составляющие приведенных затрат на восстановление напорного трубопровода.

P_o - составляющие приведенных затрат на эксплуатацию восстановленного напорного трубопровода.

Составляющую приведенных затрат на восстановление напорного трубопровода

$$P_c = [(C + C_m) K_{om} K_{zc} + C_m + H] K_{nn} K_{cm}, \quad (8.5.35)$$

где C – расходы на приобретение труб в оптовых ценах,

C_t - расходы на транспортировку труб до места укладки,

K_{om} - коэффициент, учитывающий отходы труб (чулка) при монтаже,

K_{zc} - коэффициент, учитывающий заготовительно-складские расходы на трубы ($K_{zc} = 1,02$),

C_m - расходы на производство восстановительных работ на напорном трубопроводе (подготовительные работы, сборка соединений, проведение гидравлических испытаний и

другие),

H - накладные расходы строительных организаций на производство восстановительных работ,

$K_{\text{пн}}$ - коэффициент, учитывающий плановые накопления строительных организаций при производстве восстановительных работ ($K_{\text{пн}} = 1,06$),

$K_{\text{см}}$ — коэффициент, учитывающий переход от сметной стоимости к полной стоимости ($K_{\text{см}} = 1,15 \dots 1,3$) восстановленного напорного трубопровода.

Расходы на транспортировку труб определяют согласно используемым транспортным схемам их доставки к месту проведения реконструктивных работ по тарифам на перевозку грузов (автомобилем либо по железной дороге с учетом затрат на такелажные работы при погрузке - разгрузке, наценок на сбыт и т.п.).

Коэффициент $K_{\text{ом}}$ определяют на основе обобщенных фактических данных о потерях при перевозках, погрузочно-разгрузочных и монтажных работах. Допускается принимать значение коэффициента $K_{\text{ом}} = 1,02$.

Расходы на производство работ $C_{\text{м}}$ (подготовительные работы, сборку соединений, проведение испытаний и др.), отнесенные к расчетной единице длины, допускается определять по единым районным единичным расценкам (ЕРЕР) и укрупненным сметным нормам (УСН).

Накладные расходы строительных организаций, производящих работы,

$$H = \varphi (C_{\text{оз}} + C_{\text{эм}}), \quad (8.5.36)$$

где $C_{\text{оз}}$ - расходы на основную заработную плату рабочих, занятых на производстве восстановительных работ,

$C_{\text{эм}}$ - расходы на эксплуатацию машин и механизмов, используемых при производстве восстановительных работ на напорных трубопроводах,

φ - коэффициент ($\varphi = 0,47$).

Допускается принимать $H = 16\%$ от суммы прямых затрат (основная зарплата рабочих, затраты на эксплуатацию машин и механизмов, стоимость труб (чулка) и др. материалов).

Составляющие приведенных затрат на эксплуатацию реконструированного напорного трубопровода $\Pi_{\text{э}}$ должны учитывать комплекс приведенных к моменту ввода его в действие расходы на текущие и капитальные ремонты, техническое обслуживание, восстановление изношенного при последующей после реконструкции эксплуатации напорного трубопровода.

Расходы на эксплуатацию реконструированного напорного трубопровода

$$\Pi_{\text{э}} = (\Pi_{\text{тп}} + \Pi_{\text{кр}} + \Pi_{\text{то}} + \Pi_{\text{в}}) K_{\text{общ}} + \Pi_{\text{эл}}, \quad (8.5.37)$$

где $\Pi_{\text{тр}}$ - расходы на текущие ремонты,

$\Pi_{\text{кр}}$ - расходы на капитальные ремонты,

$\Pi_{\text{то}}$ - расходы на техническое обслуживание,

$\Pi_{\text{в}}$ - расходы на реконструкцию,

$\Pi_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию, расходуемую на преодоление потерь напора в напорного трубопроводе,

$K_{\text{общ}}$ - коэффициент, учитывающий общие эксплуатационные затраты (на содержание аварийных служб, административно-управленческого аппарата, технику безопасности и прочие расходы) на напорного трубопровода.

Расходы на текущие ремонты напорного трубопровода определяются по формуле:

$$\Pi_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^{T_{\phi}} \frac{C_{\text{тр}}}{(1 + E_{\text{нп}})^t}, \quad (8.5.38)$$

где $C_{\text{тр}}$ - среднегодовые расходы на текущий ремонт,

t - год эксплуатации,

T_{ϕ} - расчетные сроки службы восстановленного напорного трубопровода (табл. 8.5.4),

Таблица 8.5.4. Нормативы периодичности ремонтов, сроков службы,

доли ежегодных отчислений на ремонты и восстановление трубопроводов^{*)}

№	Трубы	Периодичность капитальных ремонтов, год	Сроки службы, T_{ϕ} , год	Доля ежегодных отчислений от сметной стоимости, %			
				$P_{\text{тр}}$	$P_{\text{кр}}$	$P_{\text{в}}$	Всего
1.	Стальные	10	20	0,7	0,5	5,0	6,2
2.	Чугунные	10	60	1,0	0,7	1,7	3,4
3.	Асбестоцементные	10	20	1,8	0,5	5,0	7,3
4.	Пластмассовые	10	50	1,1	0,6	3,3	5,0

^{*)} – построенных траншейным способом

E_{nn} - нормативы приведения сравниваемых вариантов к одному моменту времени ($E_{nn} = 0,1$).

Расходы на текущее обслуживание восстановленного трубопровода определяются по формуле:

$$P_{то} = \sum_{i=1}^{T_{\phi}} \frac{C_{то}}{(1 + E_{nn})^i}, \quad (8.5.39)$$

где $C_{то}$ - среднегодовые затраты на техническое обслуживание восстановленного напорного трубопровода.

Расходы на капитальные ремонты восстановленного напорного трубопровода определяются по формуле:

$$P_{кр} = \sum_{i=1}^{n_i} \frac{C_{кр}}{(1 + E_{nn})^{T_{кр}}}, \quad (8.5.40)$$

где $C_{кр}$ - расходы на проведение i -го капитального ремонта,

$T_{кр}$ - время от начала эксплуатации до i -го капитального ремонта, определяемое сроком службы восстановленного напорного трубопровода,

n_i - число капитальных ремонтов восстановленного напорного трубопровода за период его функционирования.

Расходы на восстановление напорного трубопровода определяются по формуле:

$$P_{в} = \sum_{j=1}^{n_j} \frac{C_{в}}{(1 + E_{nn})^{T_{\phi}}}, \quad (8.5.41)$$

где $C_{в}$ - расходы на прокладку нового напорного трубопровода взамен отслужившего свой срок;

T_{ϕ} - время от начала эксплуатации до j -й полной замены, определяемое сроком службы восстановленного напорного трубопровода;

n_j - число полных замен восстановленного напорного трубопровода в течение расчетного периода.

Среднегодовые затраты на текущий ремонт напорного трубопровода определяются

по формуле:

$$C_{тр} = П_c P_{тр}, \quad (8.5.42)$$

где $П_c$ - сметная стоимость напорного трубопровода,

$P_{тр}$ - доли ежегодных отчислений, % сметной стоимости напорного трубопровода на текущий ремонт.

Среднегодовые затраты на техническое обслуживание восстановленного напорного трубопровода определяются по формуле:

$$C_{то} = H_{ч} \Phi_{зп}, \quad (8.5.43)$$

где $H_{ч}$ - нормативная численность обслуживающего персонала на 1 км,

$\Phi_{зп}$ - годовой фонд заработной платы с начислениями, приходящийся на одного рабочего, эксплуатирующего восстановленный напорный трубопровод.

Среднегодовые затраты на капитальный ремонт восстановленного напорного трубопровода определяются по формуле:

$$C_{кр} = П_c P_{кр}, \quad (8.5.44)$$

где $P_{кр}$ - доли ежегодных отчислений, % от сметной стоимости напорного трубопровода, на капитальный ремонт.

Среднегодовые затраты на восстановление старящегося со временем напорного трубопровода определяются по формуле:

$$C_{в} = П_c P_{в}, \quad (8.5.45)$$

где $P_{в}$ - доли ежегодных отчислений на восстановление, % от сметной стоимости водопровода.

Приведенные затраты на электроэнергию, расходуемую на преодоление потерь напора в восстановленном напорном трубопроводе определяются по формуле:

$$П_{эл} = C_{эл} (\mu + \mu_o C), \quad (8.5.46)$$

где $C_{эл}$ - годовые затраты на электроэнергию для преодоления потерь напора в напорном трубопроводе;

μ - коэффициент приведения разновременных затрат на напорном трубопроводе.

$$\mu = \sum_{i=1}^{T_{\phi}} \frac{1}{(1 + E_{nn})^i}, \quad (8.5.47)$$

При проведении приближенных расчетов значения μ можно принять в зависимости от расчетного срока функционирования T_{ϕ} напорного трубопровода (табл. 8.5.5).

Таблица 8.5.5. Значения коэффициента приведения μ по данным НИИЭС

Срок функционирования объекта водоснабжения $T_{\text{ф}}$, лет	Значения μ при сроках освоения расчетной пропускной способности трубопровода $T_{\text{осв}}$, лет							
	0	1	2	3	4	5	6	7
5	4,16	3,66	3,20	2,76	2,34	1,94	-	-
10	6,98	6,48	6,02	5,58	5,16	4,76	4,39	4,03
15	8,90	8,40	7,94	7,50	7,08	6,68	6,31	5,95
20	10,21	9,71	9,25	8,81	8,39	7,99	7,62	7,26
25	11,10	10,60	10,14	9,70	9,28	8,88	8,51	8,15
30	11,70	11,21	10,75	10,31	9,89	9,49	9,12	8,76
40	12,14	11,90	11,44	11,00	10,58	10,18	9,81	9,45
50	12,70	12,20	11,76	11,30	10,88	10,48	10,11	9,75
60	12,87	12,37	11,91	11,47	11,05	10,65	10,28	9,92
70	12,93	12,44	11,98	11,54	11,12	10,72	10,35	9,99
80	12,97	12,47	12,01	11,57	11,15	10,76	10,38	10,02
100	12,99	12,49	12,03	11,59	11,17	10,77	10,40	10,04

μ_o - коэффициент приведения дополнительных затрат на электроэнергию в результате возрастания гидравлического сопротивления в трубопроводе (зависит от срока эксплуатации: для 10 лет - 56,6; 20 лет - 97,6; 30 лет - 125,7; 40 лет - 143,7; 50 лет - 154,6; 60 лет - 161; для 80 лет - 166,3);

C - коэффициент, характеризующий скорость возрастания гидравлического сопротивления напорного трубопровода, вызванного коррозионными отложениями или обрастанием внутренней поверхности труб микроорганизмами (при отсутствии этих факторов, например в пластмассовых трубах $C = 0$), значения C зависят от качества транспортируемой воды, диаметров и материала труб (табл. 8.5.6)..

Таблица 8.5.6. Значения коэффициентов гидравлического сопротивления C для стальных и чугунных трубопроводов без цементно-песчаного покрытия

№	Качество транспортируемой воды	Трубы	C , мм
1.	Очищенная, стабилизированная	Стальные	0,012
2.		Чугунные	0,004
3.	Без очистки, соответствующая средним показателям	Стальные	0,13
4.		Чугунные	0,13

Годовые затраты на электроэнергию для преодоления потерь напора в напорном трубопроводе определяются по формуле:

$$C_{эл} = 860 Q_p \sigma \ell h / K_c \eta , \quad (8.5.48)$$

где Q_p - расчетные расходы подаваемой по напорному трубопроводу воды (стоков), м³/с;

σ - сметная стоимость 1 кВт·ч электроэнергии (руб.), используемая при работе насосов;

ℓ - длина напорного трубопровода, км;

h - потери напора, м/км, зависят от материала трубопровода, должны определяться путем гидравлических расчетов конкретных напорных трубопроводов;

K_c - коэффициент, учитывающий сезонность работы напорных трубопроводов, равен $365 t_p$ (t_p - время действия напорного трубопровода в году, дни);

η - КПД насосных агрегатов, работающих на напорном трубопроводе (для трубы диаметром до 200 мм) определяется по формуле:

$$\eta = 0,143 \sqrt{Q_p} , \quad (8.5.49)$$

где Q_p - расчетный расход транспортируемой воды, м³/ч.

8.5.3. Обоснование применения полиэтиленовых труб для реконструкции самотечных трубопроводов

Обоснование применения полиэтиленовых труб для бестраншейной замены ветхих самотечных трубопроводов из традиционных материалов должно производиться на основании результатов экономического сравнения вариантов; один из вариантов должен сопоставляться со старой технологией (например, траншейной укладкой труб из традиционных материалов: керамических, асбестоцементных, бетонных), другой вариант должен предусматривать применение новой технологии бестраншейной прокладки трубопроводов из полиэтиленовых труб вместо разрушенного или сохраненного ветхого трубопровода.

В качестве критерия экономической эффективности сравниваемых вариантов следует принимать величину экономического фактора Э.

В одном случае экономический фактор определяется как соотношение, а в другом как разность приведенных затрат:

$$\mathcal{E}_c = P^c / P^H \quad \text{и} \quad (8.5.50)$$

$$\mathcal{E}_p = P^c - P^H, \quad (8.5.51)$$

где P^c и P^H – приведенные затраты для восстановленного самотечного канализационного трубопровода с использованием старой либо новой технологии, соответственно.

При $\mathcal{E}_c = 1$ ($\mathcal{E}_p = 0$) сравниваемые варианты равнозначны.

При $\mathcal{E}_c < 1$ ($\mathcal{E}_p < 0$) применение новой технологии экономически не эффективно.

При $\mathcal{E}_c > 1$ ($\mathcal{E}_p > 0$) применение бестраншейного восстановления ветхого самотечного трубопровода может дать определенный экономический эффект.

Приведенные затраты по сравниваемым вариантам определяются по формулам:

$$P^c = P_c^c + P_3^c, \quad (8.5.52)$$

$$P^H = P_c^H + P_3^H, \quad (8.5.53)$$

где P_c^c и P_c^H – составляющие приведенных затрат на восстановление трубопровода с использованием старой и новой технологии; P_3^c и P_3^H – составляющие приведенных затрат на эксплуатацию восстановленного трубопровода по старой и новой технологиям.

Составляющую приведенных затрат на восстановление трубопровода по старой и новой технологиям определяют по формулам:

$$P_c^c = [(C^c + C_m^c) K_{ом}^c K_{зс}^c + C_{м}^c + H^c] K_{пн}^c K_{см}^c, \quad (8.5.54)$$

$$P_c^H = [(C^H + C_m^H) K_{ом}^H K_{зс}^H + C_{м}^H + H^H] K_{пн}^H K_{см}^H, \quad (8.5.55)$$

где C^c и C^H – расходы на приобретение труб в оптовых ценах, $C_{т}^c$ и $C_{т}^H$ – расходы на их транспортировку до места укладки, $K_{ом}^c$ и $K_{ом}^H$ – коэффициенты, учитывающие отходы труб при монтаже, $K_{зс}^c$ и $K_{зс}^H$ – коэффициенты, учитывающие заготовительно-складские расходы на трубы ($K_{зс}^c$ и $K_{зс}^H = 1,02$), $C_{м}^c$ и $C_{м}^H$ – расходы на монтаж трубопроводов (подготовительные работы, сборка соединений, проведение гидравлических испытаний и др.), H^c и H^H – накладные расходы строительных организаций на производство работ, $K_{пн}^c$ и $K_{пн}^H$ – коэффициенты, учитывающие плановые накопления строительных организаций при производстве восстановительных работ ($K_{пн}^c$ и $K_{пн}^H = 1,06$), $K_{см}^c$ и $K_{см}^H$ – коэффициенты, учитывающие переход от сметной стоимости к полной стоимости ($K_{см}^c$ и $K_{см}^H = 1,15 \dots 1,3$) трубопроводов, восстановленных с использованием старой и новой технологий.

Расходы на транспортировку труб при использовании старой и новой технологий определяют согласно используемым транспортным схемам их доставки к месту проведения восстановительных работ по тарифам на перевозку грузов (автомобильную и железнодорожную с учетом затрат на такелажные работы при погрузке - разгрузке, наценки на сбыт и т.п.).

Коэффициенты $K_{ом}^c$ и $K_{ом}^H$ определяют на основе обобщенных фактических

данных о потерях при перевозках, погрузочно-разгрузочных и укладочных работах по старой и новой технологиям. Допускается принимать значения коэффициентов $K^c_{ом} = K^н_{ом} = 1,02$.

Расходы на производство работ по старой C^c_m и новой $C^н_m$ технологиям (подготовительные работы, сборка соединений, проведение испытаний и др.), отнесенные к расчетной единице длины, допускается определять по единым районным единичным расценкам (ЕРЕР) и укрупненным сметным нормам (УСН).

Накладные расходы строительных организаций, производящих работы по старой, H^c , и новой $H^н$ технологиям определяются по формулам:

$$H^c = \varphi^c (C^c_{оз} + C^c_{эм}), \quad (8.5.56)$$

$$H^н = \varphi^н (C^н_{оз} + C^н_{эм}), \quad (8.5.57)$$

где $C^c_{оз}$ и $C^н_{оз}$ – расходы на основную заработную плату рабочих, занятых на производстве работ, $C^c_{эм}$ и $C^н_{эм}$ – расходы на эксплуатацию машин и механизмов, используемых при производстве работ на трубопроводах, восстанавливаемых по старой и новой технологиям, φ^c и $\varphi^н$ – коэффициенты ($\varphi^c = \varphi^н = 0,47$).

Допускается принимать $H^c = H^н = 0,16$ от суммы прямых затрат (основная зарплата рабочих, затраты на эксплуатацию машин и механизмов, стоимость труб и материалов).

Составляющие приведенных затрат на эксплуатацию восстановленных трубопроводов по старой $\Pi^c_э$ и новой $\Pi^н_э$ технологиям должны учитывать комплекс приведенных к моменту ввода их в действие расходы на текущие и капитальные ремонты, техническое обслуживание, восстановление изношенных трубопроводов.

Расходы на эксплуатацию трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$\Pi^c_э = (\Pi^c_{тр} + \Pi^c_{кр} + \Pi^c_{то} + \Pi^c_в) K^c_{общ}, \quad (8.5.58)$$

$$\Pi^н_э = (\Pi^н_{тр} + \Pi^н_{кр} + \Pi^н_{то} + \Pi^н_в) K^н_{общ}, \quad (8.5.59)$$

где $\Pi^c_{тр}$ и $\Pi^н_{тр}$, $\Pi^c_{кр}$ и $\Pi^н_{кр}$ – расходы на текущие и капитальные ремонты, $\Pi^c_{то}$ и $\Pi^н_{то}$ – на техническое обслуживание, $\Pi^c_в$ и $\Pi^н_в$, – на реконструкцию трубопроводов, $K^c_{общ}$ и $K^н_{общ}$ – коэффициенты, учитывающие общие эксплуатационные затраты (на содержание аварийных служб, административно-управленческого аппарата, технику безопасности и прочие расходы) на трубопроводах, восстановленных по старой и новой технологиям.

Расходы на текущие ремонты трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$P_{mp}^c = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^c} \frac{C_{mp}^c}{\left(1 + E_{nn}^c\right)^{t^c}}, \quad (8.5.60)$$

$$P_{mp}^H = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^H} \frac{C_{mp}^H}{\left(1 + E_{nn}^H\right)^{t^H}}, \quad (8.5.61)$$

где C_{tr}^c и C_{tr}^H - среднегодовые расходы на текущий ремонт, t^c , t^H - год эксплуатации, T_{ϕ}^c и T_{ϕ}^H - расчетные сроки службы трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, E_{nn}^c и E_{nn}^H - нормативы приведения двух сравниваемых вариантов к одному моменту времени ($E_{nn}^c = E_{nn}^H = E_{nn} = 0,1$).

Расходы на текущее обслуживание трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$P_{to}^c = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^c} \frac{C_{to}^c}{\left(1 + E_{nn}^c\right)^{t^c}}, \quad (8.5.62)$$

$$P_{to}^H = \sum_{i=1}^{T_{\phi}^H} \frac{C_{to}^H}{\left(1 + E_{nn}^H\right)^{t^H}}, \quad (8.5.63)$$

где C_{to}^c и C_{to}^H - среднегодовые затраты на техническое обслуживание трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям.

Расходы на капитальные ремонты трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$P_{кр}^c = \sum_{i=1}^{n_i^c} \frac{C_{кр}^c}{(1 + E_{нн}^c)^{T_{кр}^c}}, \quad (8.5.64)$$

$$P_{кр}^н = \sum_{i=1}^{n_i^н} \frac{C_{кр}^н}{(1 + E_{нн}^н)^{T_{кр}^н}}, \quad (8.5.65)$$

где $C_{кр}^c$ и $C_{кр}^н$ - расходы на проведение i -го капитального ремонта, $T_{кр}^c$ и $T_{кр}^н$ - время от начала эксплуатации до i -го капитального ремонта, определяемое сроком службы, n_i^c и $n_i^н$ - число капитальных ремонтов трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям за период их функционирования.

Расходы на восстановление трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$P_v^c = \sum_{j=1}^{n_j^c} \frac{C_v^c}{(1 + E_{нн}^c)^{T_v^c}}, \quad (8.5.66)$$

$$P_v^н = \sum_{j=1}^{n_j^н} \frac{C_v^н}{(1 + E_{нн}^н)^{T_v^н}}, \quad (8.5.67)$$

где C_v^c и $C_v^н$ - расходы на прокладку новых трубопроводов взамен отслуживших свой срок трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям; T_v^c и $T_v^н$ - время от начала эксплуатации до j -й полной замены, определяемое сроком службы; n_j^c и $n_j^н$ - число полных замен трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям в течение расчетного периода.

Некоторые нормативные значения периодичности капитальных ремонтов, сроков службы, ежегодных отчислений на ремонты вновь построенных канализационных самотечных трубопроводов приведены в табл. 8.5.7.

Таблица 8.5.7. Нормативы^{*)} периодичности ремонтов, сроков службы, доли ежегодных отчислений на ремонты и восстановление трубопроводов

Периодичность капитальных ремонтов, год	Сроки службы, Т _ф , год	Доля ежегодных отчислений от сметной стоимости, %			
		на текущие ремонты Р _{тр}	на капитальный ремонт Р _{кр}	на восстановление Р _в	Всего
10/10	30/50	1,3/1,1	1,1/0,6	3,33,3	5,7/5

^{*)} – в числителе для асбестоцементных, в знаменателе для пластмассовых труб

Среднегодовые затраты на текущий ремонт трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$C_{тр}^c = \Pi_c^c P_{тр}^c, \quad (8.5.68)$$

$$C_{тр}^н = \Pi_c^н P_{тр}^н, \quad (8.5.69)$$

где Π_c^c и $\Pi_c^н$ - сметная стоимость, $P_{тр}^c$ и $P_{тр}^н$ - доли ежегодных отчислений (% сметной стоимости трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям) на текущий ремонт (см. табл. 8.5.7).

Среднегодовые затраты на техническое обслуживание трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$C_{то}^c = H^c_{ч} \Phi^c_{зп}, \quad (8.5.70)$$

$$C_{то}^н = H^н_{ч} \Phi^н_{зп}, \quad (8.5.71)$$

где $H^c_{ч}$ и $H^н_{ч}$ - нормативная численность обслуживающего персонала на 1 км, $\Phi^c_{зп}$ и $\Phi^н_{зп}$ - годовой фонд заработной платы с начислениями, приходящийся на одного рабочего, эксплуатирующего трубопровод, восстановленный по старой и новой технологиям.

Среднегодовые затраты на капитальный ремонт трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$C_{кр}^c = \Pi_c^c P_{кр}^c, \quad (8.5.72)$$

$$C_{кр}^н = \Pi_c^н P_{кр}^н, \quad (8.5.73)$$

где $P_{кр}^c$ и $P_{кр}^н$ - доли ежегодных отчислений (% от сметной стоимости трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям) на капитальный ремонт (см. табл. 8.5.7).

Среднегодовые затраты на восстановление трубопроводов, по старой и новой технологиям, определяются по формулам:

$$C^c_{\text{в}} = P^c_{\text{в}} P^c_{\text{в}}, \quad (8.5.74)$$

$$C^H_{\text{в}} = P^H_{\text{в}} P^H_{\text{в}}, \quad (8.5.75)$$

где $P^c_{\text{в}}$ и $P^H_{\text{в}}$ - доли ежегодных отчислений на восстановление, % от сметной стоимости трубопроводов, восстановленных по старой и новой технологиям (см. табл. 8.5.7).

При использовании в обеих технологиях одних и тех же полиэтиленовых труб экономические расчеты можно упростить. Для этого необходимо приравнять некоторые составляющие затрат и соответствующие коэффициенты, входящие в расчетные формулы:

$$\begin{aligned} C^c_{\text{т}} &= C^H_{\text{т}}, C^c_{\text{о.м.}} = C^H_{\text{о.м.}}, K^c_{\text{з.с.}} = K^H_{\text{з.с.}}, H^c = H^H, K^c_{\text{п.н.}} = K^H_{\text{п.н.}}, K^c_{\text{с.м.}} = K^H_{\text{с.м.}}, \\ C^c_{\text{т.р.}} &= C^H_{\text{т.р.}}, K^c_{\text{о.м.}} = K^H_{\text{о.м.}}, P^c_{\text{т.р.}} = P^H_{\text{т.р.}}, P^c_{\text{к.р.}} = P^H_{\text{к.р.}}, P^c_{\text{т.о.}} = P^H_{\text{т.о.}}, P^c_{\text{в}} = P^H_{\text{в}}, \\ K^c_{\text{общ.}} &= K^H_{\text{общ.}}, C^c_{\text{т.р.}} = C^H_{\text{т.р.}}, C^c_{\text{т.о.}} = C^H_{\text{т.о.}}, T^c_{\text{ф.}} = T^H_{\text{ф.}}, C^c_{\text{к.р.}} = C^H_{\text{к.р.}}, C^c_{\text{в}} = C^H_{\text{в.}}, \\ T^c_{\text{к.р.}} &= T^H_{\text{к.р.}}, T^c_{\text{з.}} = T^H_{\text{з.}}, n^c_i = n^H_i, n^c_j = n^H_j. \end{aligned}$$

После соответствующих упрощений некоторых выражений для определения экономического эффекта новой технологии достаточно сравнить значения $C^c_{\text{м}}$ и $C^H_{\text{м}}$.

Пример. Рассмотрим результаты расчетов, выполненных в ценах 1984 г. по затратам на реконструкцию самотечного водоотводящего трубопровода, проложенного на глубине 2 м (табл. 8.5.8). Расчеты свидетельствуют, что затраты на разборку и укладку труб по стоимости составляют 28,5 % от суммарных расходов на восстановление участка трубопровода.

Таблица 8.5.8. Затраты на восстановление самотечного канализационного трубопровода из керамических труб диаметром 400 мм

№	Обоснование	Наименование работ	Ед. изм.	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1. Пересадка зеленых насаждений						
1.	ЕРЕР: 42-38 42-52	Пересадка деревьев и кустарников с подготовкой посадочных мест с копкой ям с добавлением земли до 100 ед. с комом 1,3 x 1,5x0,6 м	Шт.	2,25	18,34	41,26
2.	42-46,56	То же, с комом Д=0,3; Н=0,6 м	Шт.	6,54	3,52	23,02
3	1-3 1-160	Транспорт негодного грунта от копки посадочных ям, на свалку с перегрузкой экскаватором на 7 км	м ³	12,52	1,16	14,52

4.	42 тех. Часть, §11, табл.3	Стоимость пересаживаемых деревьев и кустарников (с учетом выкапывания, упаковки и перевозки) с комом 1,3 x 1,3 x 0,6 м Д=0,5; Н=0,4 м	шт. шт.	2,25 6,54	39,90 9,60	89,77 62,78
Итого:						231,35
11. Дорожные работы						
1.	44-382	Разломка асфальтобетонного покрытия с толщиной слоя до 10 см отбойным молотком	м ³	27,71	3,01	83,41
2	44-380	Разломка щебеночного основания	м ³	55,44	0,33	18,29
3.	44-68, 69, 70	Устройство щебеночного основания с толщиной слоя 20 см	м ²	277,1	2,08	576,37

4.	44-282, 284	Восстановление верхнего слоя покрытия из мелкозернистого асфальтобетона с толщиной слоя до 4см, в два слоя	м ²	277,1	1,32	365,77
5.	44-279	То же, нижнего слоя покрытия из крупнозернистого асфальтобетона с толщиной слоя до 4см	м ²	277,1	1,17	324,20
Итого:						1368,00
111. Земляные работы						
1.	1-3	Разработка грунта одноковшовым экскаватором с погрузкой и транспортировкой в сухих грунтах с зачисткой дна	м ³	339	0,26	88,14
2.	42-101, 104	Восстановление газонов с добавлением растительной земли слоем 28 см с посевом трав	м ³	325	0,81	263,25
3.	1-49	Разборка грунта вручную, в отвалах Н=2 м, грунты сухие	м ³	107	1,24	132,68
4.	1-75	Засыпка бульдозером пазух котлованов с трамбовкой песчаного грунта пневматическими трамбовками и поливкой водой	м ³	309	0,16	49,44
5.	1-76	Обратная засыпка траншей вручную с трамбовкой и поливкой грунта водой	м ³	132,7	0,46	61,04
6.	Тех. ч. § 19	Стоимость песчаного грунта для засыпки траншей	м ³	246,8	2,77	683,64
7.	1-3 1-25 1-26	Погрузка оставшегося от засыпки траншеи грунта экскаватором на автосамосвалы с предварительным окучиванием грунта бульдозером	м ³	107,2	0,27	28,94
8.	1-152	Транспортировка грунта на временную свалку до 15 км	м ³	196,1	1,62	317,68

9.	1-3	Транспортировка грунта автосамосвалами с временной свалки до 15 км с погрузкой экскаватором	м ³	196,1	1,84	360,821
Итого:						1985,63
Всего:						3584,98
1 У. Разборка и укладка труб						
1.	36-24	Разборка керамических труб	м	100	4,08	408,00
2.		Укладка керамических труб	м	100	10,2	1020,00
Итого:						1428,00
Всего по всем работам:						5012,98

Допущение о том, что стоимость бестраншейного восстановления с разрушением ветхого керамического трубопровода с использованием полиэтиленовых модулей не превысит эту стоимость, позволяет принять: $\Pi^H = 0,285\Pi^C$. Другими словами, использование полиэтиленовых труб при бестраншейной замене согласно экономической оценке позволяет снизить затраты примерно в 3,5 раза.

9. Список использованной литературы

1. Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. М, Стройиздат, 1980- 231 стр.
2. Абрамов Н.Н. Примин О.Г., Сомов М.А. Проблемы надежности районных систем сельскохозяйственного водоснабжения. Сборник тезисов докладов на Всесоюзном совещании “Проектирование, строительство и эксплуатация систем сельскохозяйственного водоснабжения” Алма-Ата, Каз.НИИВХ, 1980 г. С.12-15
3. Амортизационные отчисления на полное возобновление основных фондов № 1072 М., «Ось-89», 1997 –144 стр. (Единые нормы)
4. Бремон Б., Эзанбеис П., Методика прогноза аварий водопроводных сетей. Журнал “TSM” пер. с франц., 1992, №10, С5-7
5. Барсов А.С. Линейное программирование в технико-экономических задачах. М., Наука 1984 г.
6. Барлоу Р., Прошан Ф., Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. Пер. с англ. М., Наука, 1985
7. Беляев Ю.К., Богатырев В.А. Надежность технических систем М., Радио и связь, 1985 – 608 стр.
8. ГОСТ 27-002-83 Надежность в технике. Термины и определения.

9. Герцбах И.Б. Модели отказов., М., Стройиздат, 1986 - 312 стр..
10. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. Пер. с англ. Л., Судостроение, 1980
11. Ильин Ю.А. Надежность водопроводного оборудования и сооружений, М., Стройиздат, 1985 – 240 стр.
12. Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды. М., Стройиздат 1987 – 316 стр.
13. Обоснование необходимых объемов ремонтно-восстановительных работ городской водопроводной сети. (Заключительный отчет НИР – 680, МосводоканалНИИпроект, 1998 г)
14. Надежность систем энергетики. Терминология. АН СССР, Наука, г. Москва, 1980 г
15. СНиП 3.05.04-85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. М., СИ., 1986
16. Разработка информационно-технического обеспечения системы электрозащиты трубопроводов МГП «Мосводоканал» Отчет НИР-10 (заключит), М., ГУП «Институт МосводоканалНИИпроект», Научный руководитель Примин О.Г. 1999, 118 стр.
17. Анализ эффективности санации как метода восстановления работоспособности трубопроводов Московского водопровода: Отчет НИР-7 (заключит.) М., МГСУ, Научный рук. Примин О.Г. 191 стр. 1997
18. Оценка эффективности сроков службы трубопроводов транспорта питьевой воды: Отчет НИР-559 (заключит) М., Ин-т МосводоканалНИИпроект, Научный руководитель Примин О.Г., 1995, 251 стр.
19. Примин О.Г. Оценка и методы обеспечения надежности районных систем водоснабжения.: дисс., канд .техн. наук. М., 1980
20. Примин О.Г. Методика сбора и обработки статистических данных по отказам отдельных элементов системы подачи и распределения воды. Сборник трудов научного семинара по надежности систем водоснабжения “Вопросы надежности систем водоснабжения”, М., МИСИ, 1979 г. С. 14-16
21. Примин О.Г., Сомов М.А.. Анализ и оценка надежности районных систем водоснабжения. Материалы семинара “Интенсификация и повышение надежности работы систем транспортирования воды” М., МДНП им. Ф.Э. Дзержинского. 1979 г.
22. Примин О.Г., Климиашвили Л.Д. Анализ и результаты статистической обработки данных об отказах и восстановлении водопроводных сетей. Сборник трудов кафедры Водоснабжения МИСИ им. В.В. Куйбышева, М., МИСИ, 1981 г.
23. Малов В.И., Моисеев В.Н., Примин О.Г. Программное обеспечение для исследования надежности и качества функционирования районных систем водоснабжения. Сборник “Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики”,

выпуск 22, Сибирский энергетический ин-т СО АН СССР, 1981 г. С.19-22

24. Примин О.Г. Проблема оценки надежности системы водоснабжения г. Москвы Материалы семинара “Технические средства и организационные мероприятия по экономии расхода воды в народном хозяйстве”, МДНТП им. Ф.Э.Дзержинского, М., 1989 г.

25. Храменков С.В. Примин О.Г., Матвеев Ю.П. Информационное обеспечение проблемы технического обслуживания и надежности трубопроводов транспорта питьевой воды Обзорная информация "Научные и технические аспекты охраны окружающей среды, 1995 г., ВИНТИ, вып.12, с 31-47

26. Храменков С.В. Примин О.Г., Матвеев Ю.П. Надежность систем водоснабжения – проблемы и пути их решения Материалы второго международного конгресса "Вода, экология. Технология: М., 1996 г.

27. Храменков С.В. Примин О.Г. Мониторинг трубопроводов городской водопроводной сети. Материалы третьей международной конференции "Проблемы управления качеством окружающей среды", М,1997, 1-3 октября

28. Храменков С.В. Примин О.Г. Оценка надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы //Водоснабжение и санитарная техника, № 7, М.,1998, с.4-7

29. Храменков С.В. Примин О.Г. Проблемы и критерии оценки надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы // Тр.ин-та по строительству трубопроводов при технической Высшей школе г. Ольденбурга, Германия, 1998, Т.15

30. Храменков С.В. Примин О.Г. Оценка и обеспечение надежности и эффективности эксплуатации Московского водопровода // Российское общество бестраншейных технологий, М.,1998, № 7, с 7-10

31. S.W. Chramenkow, O.G. Primin Moskauer Trinkwassernetz - Ermittlung und Gewährleistung der Zuverlässigkeit und Effektivität seines Betriebs. Zeitschrift Kommunarwirtschaft, Verlagsort Wuppertal, Germany, Heft 4/ 1999, s. 180-183

32. Храменков С.В. Примин О.Г. Показатели критических состояний и пути обеспечения надежности трубопроводов водопроводной сети и напорной канализации города.// “Экология и промышленность России” 1999 г, октябрь, с 17-22.

33. Храменков С.В. Примин О.Г. Стратегия восстановления городской водопроводной сети Водоснабжение и санитарная техника, М.,1999, № 9, с.17-20.

34. Примин О.Г. Анализ и пути повышения эффективности электрозащиты трубопроводов в ГУП “Мосводоканал” Сборник трудов Международной конференции МКДЗК-99 “Долговечность и защита от коррозии. Строительство, реконструкция”. М., 1999 г. с.536-543.

35. Храменков С.В., О.Г.Примин О.Г. Надежность трубопроводных сетей

водоснабжения и канализации как фактор экологической безопасности города. Сборник докладов 14-ого Ольденбургского форума по трубопроводам, Германия, Ин-т по строительству трубопроводов при технической Высшей школе г. Ольденбурга, Германия, 1999, Т.16.

36. Храменков С.В., Савченко Т.Н., Примин О.Г. Новые подходы к начислению амортизации на реновацию трубопроводов водопроводной сети. Журнал Руководителя и главного бухгалтера ЖКХ, № 12 1999 г. М., стр39-45.

37. Шор Я.Б. Таблицы для анализа и контроля надежности. М., Сов.Радио, 1970

38. Половко А.М. Основы теории надежности М., Наука 1964 446 стр

39. Зайцев К.И. К проблеме старения трубопроводов и их ремонта // «Монтажные и специальные работы в строительстве» №7 М., 1997 С.26-30.

40. Статистические методы в инженерных исследованиях , Под ред. Круга Г.К., - М., Высшая школа, 1983 , 215 стр.

41. Разработка принципов информационного обеспечения проблемы надежности водоводов и водопроводной сети города Москвы: Отчет НИР-500 (заключит.) М., ин-т «МосводоканалНИИпроект», отв.исполнитель Примин О.Г. 192 стр.

42. Херц Р.К. Процесс старения и необходимость восстановления водопроводных сетей. Журнал “Аква” , 1996 № 9

43. М. Роман Установление действенных критериев надежности для систем водоснабжения

44. Храменков С.В. Стратегия управления эксплуатацией и обеспечение надежности системы хозяйственно питьевого водоснабжения города: автореферат дис.... канд.техн.наук М., МГСУ 1999 С.29

45. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации М., Союзводоканалпроект 2000- 128 стр.

46. Бремон Б. Эзанбеис П., Методика прогноза аварий водопроводной сети // TSM (Водные ресурсы) №10 1998 С.511-517

47. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

48. Goldyn R. Role of preliminary reservoirs in protection of the Maltanski Reservoir // Abstracts of II Intern. Conf. on Reservoir Limnology and Water Quality. -Ceske Budejovice, 1992. P.30.

49. Hoehn E. The effect of the pre-reservoir on the trophic state of an oligo-mesotrophic drinking-water reservoir (Kleine Kinzig) in the northern Black Forest, Germany // Abstracts of II Intern. Conf. on Reservoir Limnology and Water Quality. -Ceske Budejovice, 1992. P.35.

50. Putz K., Benndorf J. The importance of pre-reservoirs for the control of eutrophication of reservoirs // Reservoir Management and Water Supply - an Integrated System, vol.2. -Prague, 1997. P.165-171.
51. Rehabilitation des reseaux d'alimentation en eau potable: technique et mise en oeuvre // Tech. Eau - 1990. - ¹ 14. - p. 1-14
52. Burgard M. / Rehabilitation de conduites par gainage interne // Eau. Ind. Nuis. - 1989. - 126. -p. 39-41
53. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. М., Изд-во Прима-Пресс-М, 2002, 284 с.
54. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей. Изд. «ТИМР». М., 2000, 180 с.
55. Храменков С.В., Орлов В.А., Харькин В.А. Оптимизация восстановления водоотводящих сетей. М., «Стройиздат», 2002, 160 с.
56. Ромейко В.С., Зайцев К.И., Отставнов А.А. и др. Справочные материалы. Пластмассовые трубы в строительстве. Часть 1. Трубы и детали трубопроводов. Проектирование трубопроводов. М., Изд. ВАЛАНГ, 1997, 287 с.
57. Ромейко В.С., Зайцев К.И., Отставнов А.А. и др. Справочные материалы. Пластмассовые трубы в строительстве. Часть 2. Строительство трубопроводов. Эксплуатация и ремонт трубопроводов. М., Изд. ВАЛАНГ, 1997, 188 с.
58. Харькин В.А. Реконструкция ветхих водопроводов с применением синтетических материалов. Бестраншейные технологии. Сантехника, № 6, 2002, с. 36-41.
59. Харькин В.А. Замена трубопроводов из традиционных материалов на пластмассовые. Технологические схемы и структура процессов. РОБТ, № 1, 2002, с. 20-23.
60. Рыжкин И.И. Страхование бестраншейных технологий строительства. РОБТ, № 4, 2003 г., с. 19-21
61. Добромыслов А.Я., Санкова Н.В. Пластмассовые трубопроводы и современные технологии для строительства и ремонта трубопроводов, Учебное пособие, 2001
62. Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей (Утверждено на заседании НТС ГОССТРОЯ Р.Ф. от 16.09.2003 г., № 01-НС-15 / 3), Прима – Пресс – М, 2004
63. Положение о проведении санации трубопроводов Московского водопровода (Утверждено Распоряжением Генерального директора МГП «Млосводоканал» от 06.03.2001 г., № 80), Прима-Пресс-М, 2001 г.
64. Проектирование пластмассовых трубопроводов. Справочные материалы Мосинжпроекта (номограммы), Издательство ВНИИМП, 2002 г.