

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Центр _____
(наименование института полностью)
инженерного оборудования
(наименование)
08.04.01 Строительство
(код и наименование направления подготовки)
Водоснабжение и водоотведение городов и промышленных предприятий
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему _____
Реновация водопроводных и водоотводящих сетей
бестраншейными технологиями

Обучающийся _____
А.В. Гурьянов
(инициалы Фамилия) (личная подпись)

Научный
руководитель _____
канд. техн. наук, С.Ш. Сайридинов
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1 Анализ существующих проблем водопроводных сетей, находящихся в длительной эксплуатации.....	5
1.1 Материалы труб водопроводных и водоотводящих сетей	5
1.2 Анализ эксплуатационных проблем на водопроводных и водоотводящих сетях.....	15
1.3 Анализ направлений реновации и восстановление водопроводных и водоотводящих сетей.....	20
Глава 2 Технологические особенности, методы и оборудование при реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей.....	39
2.1 Анализ оборудования для обнаружения утечек на проблемных участках сети	39
2.2 Оборудование для бестраншейной замены и восстановления водопроводов.....	52
2.3 Технологические особенности и организация работ по реконструкции водопроводной сети	61
Глава 3 Разработка рекомендаций по реновации наружных водопроводных и водоотводящих сетей.....	67
3.1 Выбор и обоснование методов реконструкции сети.....	67
3.2 Реконструкция водопроводной сети	73
3.2.1 Общая характеристика трассы линейного объекта.....	74
3.2.2 Искусственные сооружения, пересечения, примыкания, инженерные коммуникации, подлежащие переустройству	75
3.2.3 Организация рельефа трассы и инженерная подготовка.....	77
3.2.4 ГНБ с помощью мобильной буровой установки МНБ-50.....	78
3.3 Реконструкция водоотводящей сети.....	81
3.3 Рекомендации по реновации водопроводных и водоотводящих сетей	83
Заключение	86
Список используемой литературы и используемых источников.....	87

Введение

Актуальность темы: «В текущий момент в городах и населенных пунктах России состояние подземных водопроводов достигло критических точек: около 60% трубопроводов находятся в плохом состоянии. Половина всей сети водоснабжения превысила гарантированный срок службы. Водопроводы – ключевые элементы системы, и, по опыту эксплуатации, наиболее уязвимы. С середины прошлого века в большинстве городов России использовались водопроводные сети из низколегированной стали без защиты от коррозии, что привело к серьезным проблемам сейчас» [8]. Чтобы предотвратить разрушение сетей, необходимо провести оперативную реновацию. Существует множество технологий без выемки земли, которые помогают сохранить ресурсы и энергию, исправляя утечки. Выходом из ситуации является своевременный и оперативный ремонт трубопроводов. Для решения задачи необходимо провести комплексное изучение характеристик трубопроводов из различных материалов, используемых для реновации без выемки земли, и выбрать наиболее энергоэффективные технологии.

Объект исследования: Водопроводные и водоотводящие сети.

Предмет исследования: Реновация водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными технологиями.

Цель работы: Выбор оптимальных технологических решений при бестраншейной реновации водопроводных и водоотводящих сетей.

Гипотеза исследования состоит в том, что в стесненных условиях городской застройки наиболее целесообразно применение бестраншейных методов реновации водопроводных и водоотводящих сетей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Выполнить анализ существующих проблем водопроводных и водоотводящих сетей, находящихся в длительной эксплуатации;
- Выполнить анализ технологических особенностей, методов и оборудования при реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей;

- Разработать рекомендации по реновации наружных водопроводных и водоотводящих сетей.

Методы исследования: Для решения поставленных задач использовались теоретические методы исследования.

Практическая значимость: Состоит в возможности использовать материалы исследования при разработке рекомендаций по реновации водопроводных и водоотводящих сетей.

Научная новизна:

- в выполнении анализа применяемых технологий реновации водопроводов;
- в разработке рекомендаций по ремонту участков систем водоснабжения и водоотведения.

Личный вклад автора: Заключается в постановке цели и задач диссертационных исследований, проведении исследований, обработке и анализе результатов, разработке рекомендаций, подготовке выводов.

Апробация работы: Основные результаты исследований докладывались, обсуждались и получили одобрение на: Международной научно-практической конференция «Планирование и толкование итогов научных исследований», доклад на тему «Реновация водопроводных сетей бестраншейными технологиями» (г. Киров, 2024).

На защиту выносятся: Рекомендации по реновации наружных водопроводных и водоотводящих сетей.

Структура и объём диссертации. Диссертация включает введение, три главы, выводы, список используемых источников из 31 наименования. Общий объём магистерской диссертации составляет: 90 страницы и 40 рисунков.

Глава 1 Анализ существующих проблем водопроводных сетей, находящихся в длительной эксплуатации

1.1 Материалы труб водопроводных и водоотводящих сетей

В актуальном подходе при строительстве водопроводов применяют разнообразное количество материалов для изготовления водопроводных труб.

При выборе вида материала труб, значительные воздействия влияют следующие факторы:

- экологичность региона прокладки: сейсмическая активность, санитарная обстановка, конфликтность грунтов и воды, атмосферные условия, гидрогеология грунтов, их механическая стойкость;
- длительность эксплуатации труб;
- статические расчеты: внутреннего гидростатического давления в трубах, массы грунта и временных нагрузок, возможности образования вакуума в трубах.

Требования к трубам предъявляются такие, что они обязаны в короткий срок и без труда укладываться на строительном участке и быть экономически выгодными.

Предъявляемые требования к материалу труб применяют индивидуально для наружного и для внутреннего водоснабжения. Рассмотрим характеристики каждого вида труб.

Многие полагают, что стальные трубы, изображенные на рисунке 1, архаичным выбором при установке их в водопроводную систему, к тому же они легко поддаются к коррозионным влияниям и в связи с этим им требуется нанесение защитного покрытия, но они всё равно пользуются определенным спросом. Чтобы защитить от повреждения трубы, на них снаружи и внутри наносят цинковое покрытие. Эти трубы имеют высокую теплопроводность и поэтому трубы холодного водоснабжения постоянно «потеют». Со временем

на неровной внутренней поверхности стальных труб нарастает накипь. Сталь – это тяжелый материал и в результате такие трубы проблематично монтировать.



Рисунок 1 – Стальные трубы

Основные виды стальных труб:

- шовные,
- бесшовные.

«Стальные трубы изготавливают с продольным швом или в виде спирали. Сварные трубы используют под низким и средним давлением, а бесшовные трубы применяют под высоким. Для сварных труб используют различные марки стали с различными химическими и механическими характеристиками» [8]. Горячедеформированные бесшовные стальные трубы используются при строительстве наружных водопроводов. Стальные трубы из дешевых марок стали без защиты от коррозии часто используются в городах России. В девяностых годах в России было использовано 24 миллиона тонн стальных труб, что превышало мировое потребление в несколько раз. Стальные трубы, проложенные более 20 лет назад, исчерпали свой срок службы, что привело к их повреждению и выходу из строя. Скорость процесса

износа труб значительно возрастает вследствие недостаточного проведения работ по восстановлению и реконструкции.

В настоящее время около 88,5% труб, используемых в этих системах – стальные. Исторически сложилось мнение о том, что лучше применять стальные трубы, 609,85 км это общая длина трубопроводов напорной канализации населенных пунктов в данный момент. 20 лет назад были установлены нормы, которые как показывает исследования, значительно отличаются от нынешних.

Чугунные трубопроводы устойчивы к коррозионным воздействиям, но они отстают по прочности от стальных труб. Вдобавок к недостаткам, они обладают существенным весом и при их установке они нуждаются в проверенных креплениях, рисунок 2.



Рисунок 2 – Чугунные трубы

Чугунные детали используют для водообеспечения, а также в тепловых и водоотведённых коммуникациях. В настоящее время имеет место быть три типа чугунных труб, которые различаются между собой коэффициентом стойкости:

- черный чугун,

- серый чугун,
- изделия из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ).

«Для напорных водопроводов и сетей используют чугунные трубы 2-х видов: трубы, производимые из серого чугуна согласно ГОСТ 9583 технологиями полунепрерывного и центробежного литья поперечным сечением 65-1000 мм с раструбными стыковыми соединениями. По ГОСТ 9583-75 для соединения труб применяются смесь асбеста, цемента и воды. Трубы, которые производятся из серого чугуна, их главным недостатком является относительно плохое противодействие к динамическим нагрузкам» [5].

«Статистические показатели зарубежных стран утверждают, что количество аварий у труб из ВЧШГ в 10 раз меньше, чем на трубах из серого чугуна или стали. Величина коэффициента гидравлического трения и шероховатость труб из ВЧШГ зависят от внутреннего цементно-песчаного покрытия, «режимов течения жидкостей» и плотности. Если сравнивать внутреннюю поверхность труб из серого чугуна и ВЧШГ с цементно-песчаным покрытием рисунок 3, по рыхлости структуры то, что коэффициент гидравлического трения труб из ВЧШГ гораздо ниже, чем у чугунных труб» [8].

«Трубы из ВЧ с встроенным или особым пологим раструбом благополучно используются в бестраншейных технологиях санации ветхих трубопроводов посредством протаскивания в них новых труб, в частности из ВЧШГ. Параметры максимальных сил протаскивания определяется видом замковых соединений труб, которые способны выдерживать нагрузки при протяжке, а кроме того обладать наименьшим радиусом поворота и максимальным угловым отклонением труб» [3].

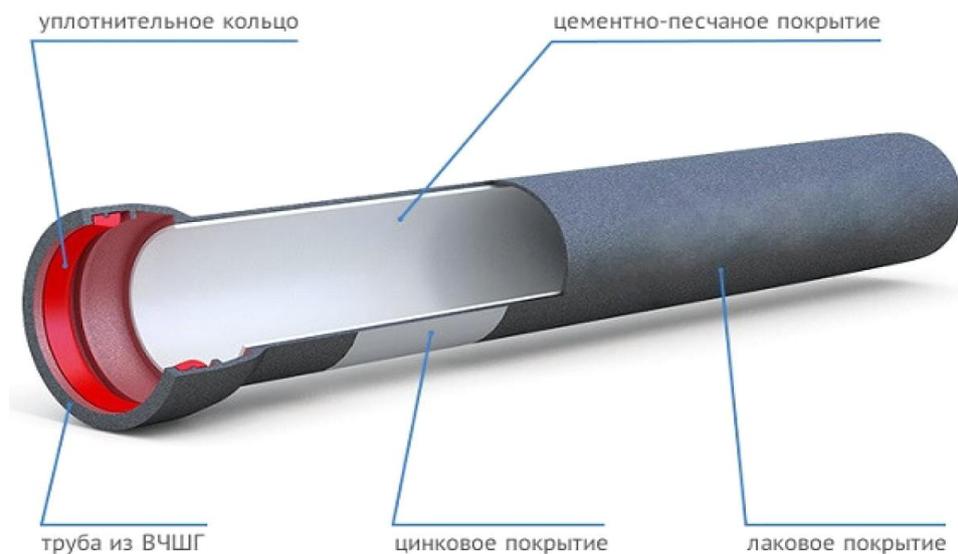


Рисунок 3 – Чугунные трубы ВЧШГ с цементно-песчаным покрытием

«Асбестоцементные трубы изготавливаются по заводской технологии из массы, которая выглядит на вид как смесь 75-80% (по массе) портландцемента М 400, с добавлением 20-25% асбестового волокна и воды, рисунок 4» [4].

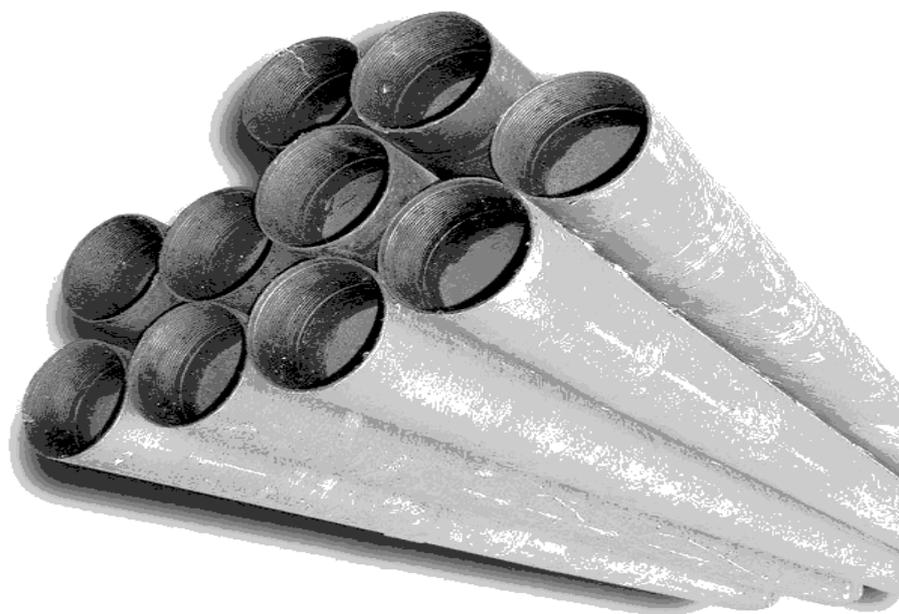


Рисунок 4 – Асбестоцементные трубы

«Хорошая устойчивость к коррозии, отличная изоляция, небольшой вес – это достоинства труб из асбестоцемента. При гладкой и некорродирующей поверхности они сохраняют хорошую пропускную способность.

У асбестоцементных труб такая же низкая стоимость, как и у металлических трубами, что привлекает потребителей. Но есть у этих труб и недостаток – это их непрочность при нагрузках и низкое сопротивление ударам» [25], что делает их достаточно хрупкими. При возникновении сильных ударов на структурный материал могут возникнуть напряжения, которые превышают допустимые пределы. Трещины, то есть дефекты, могут быть выявлены только в процессе проведения испытаний на прочность.

Мокрый способ – один из наиболее «часто используемых способов производства асбестоцементных труб. Узор на стенках труб увеличивает их шероховатость, при этом методе используются формовочные ролики с гофрированной поверхностью с продольной или решетчатой гофрировкой» [25].

«Загустевшие смеси определённых марок песка, цемента, щебня, гравия» [23], и воды используются для производства бетонных труб.

Железобетонные трубы, рисунок 5, представляют собой изделия, которые изготавливаются на основе каркаса из арматуры, на которой закрепляется слой материала, чаще всего на цементной основе (бетона).



Рисунок 5 – Железобетонные трубы

При производстве железобетонных труб в основном используется технология вибропрессования. Есть ещё другие технологии производства – например: центрофигурирование, но они более сложны и очень затратны, поэтому менее распространены.

В настоящее время железобетонные трубы с различными техническими характеристиками производят практически все предприятия-изготовители железобетонных изделий (ЖБИ).

Область применения железобетонных труб достаточно широка, ассортимент, конструкция и технические характеристики позволяет использовать их для решения самых различных задач в строительной сфере. Самыми распространенными вариантами применения железобетонных труб является сооружения водоотводов, канализационных систем (ливневых и промышленных), прочих инженерных и технологических коммуникаций (прокладки питающих кабелей, телефонных проводов и т.д.), железных и автодорог.

«По сравнению с трубами из других материалов, трубы из» [18] железобетона имеют ряд неоспоримых преимуществ. Это:

- низкая стоимость, дешевизна труб из железобетона обусловлена двумя факторами: низкими производственными затратами при их изготовлении, а также высокой конкуренцией на рынке. Последнее обстоятельство позволяет подобрать железобетонные трубы, имеющие оптимальное соотношение цены и качества;
- высокая прочность, надежность и стойкость к повреждениям, стальная арматура и бетон обеспечивает трубам отличные прочностные характеристики: они не подвержены деформациям (в том числе и температурным из-за незначительного коэффициента расширения), устойчивы к коррозии. При этом срок службы таких изделий при соблюдении основных условий эксплуатации составляет более полувека;

- универсальность, трубы из железобетона могут использоваться при производстве самых различных строительно-монтажных и ремонтных работ, в различных условиях (например, даже их можно прокладывать практически на любой глубине);
- простота транспортировки и монтажа.

Трубы из железобетона в зависимости от конструкции подразделяются на напорные, безнапорные и фальцевые.

Напорные трубы изготавливаются из бетона тяжелых марок. Наиболее важной сферой применения напорных труб из железобетона является транспортировка неагрессивных жидкостей с температурой до плюс 40°C, в том числе под давлением. Они отлично подходят для создания утилизации ливневых и канализационных стоков. Герметичность таких канализационных систем обеспечивается за счет использования особых уплотнительных колец.

Безнапорные железобетонные трубы представляют собой конструкции, монтируемые без использования уплотнительных колец. В основном они используются при прокладке подземных коммуникаций, в которых не предполагается повышенный уровень давления – колодезных колец, коллекторов самотечной канализации и т.д.

Фальцевые железобетонные трубы используются при сооружении тоннелей в насыпях автомобильных и железных дорог.

Пластиковые – это общепринятое наименование труб, которые производятся из разнообразных композитов. Эти типы изделий имеют свои характерные особенности и показатели:

- полиэтиленовые,
- ПВХ,
- полипропиленовые.

Полиэтиленовые детали очень тяжело справляются с высокими температурными нагрузками (кроме сшитых полиэтиленовых), поэтому их применяют для возведения холодных водопроводных сооружений или канализационных линии, рисунок 6.

Диаметр полиэтиленовых труб может варьироваться от 32 до 1200 мм. Они устойчиво выдерживают давление от 2,5 до 16 атмосфер, а в отдельных случаях даже и более. Температура при эксплуатации у них должна быть от минус 40°С до плюс 40°С. В настоящее время очень часто для систем наружного водопровода используются трубы по «ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена»[16].



Рисунок 6 – Полиэтиленовые трубы

Для соединения таких труб достигается с использованием электросварки или электрофитинга. Электромуфты оборудуются специально предназначенным электропроводом, который служит для нагрева линии шва и образует очень прочное сцепление.

Для использования при прокладке бестраншейными способами выпускаются ПЭ трубы со специальным защитным покрытием (многослойные), которое предотвращает их повреждение в процессе протаскивания их в грунте, рисунок 7.



Рисунок 7 – Полиэтиленовые трубы с защитным слоем (многослойные)

Трубы ПЭ многослойные состоят из нескольких слоев полиэтилена, каждый из которых имеет свои функции и свойства. Внутренний слой изготавливается из ПЭВД, который обеспечивает большую прочность и способность выдерживать механические повреждения. Внешний слой как вариант выполняется из ПЭНД, который придает трубе хорошую гибкость и устойчивость к ультрафиолетовому излучению.

Трубы ПЭ многослойные владеют многими достоинствами, если их сравнивать с другими типами труб. Они легкие, прочные, гибкие и устойчивые к коррозии. Они кроме всего имеют низкую стоимость и могут применяться в широком диапазоне температур и давлений.

ПВХ – это универсальный вид труб, они своё нашли применения в иных сферах: водоотведении, водоснабжении, водосточных системах. Диаметр таких изделий может быть от 16 до 500 мм, а их рабочая температура доходит до плюс 90 °С. Для систем горячего водоснабжения используют детали с сечением от 16 до 50 мм, рисунок 8.



Рисунок 8 – Трубы из ПВХ

Давление, которое могут переносить в процессе эксплуатации трубы из поливинилхлорида, колеблется от 6 до 46 атмосфер. Вдобавок, трубы из ПВХ отличаются тем, что они не горючие, поэтому их применяют для защиты силовых проводов.

Простота монтажа позволяет монтировать изделия из поливинилхлорида быстро, без использования какого-либо профессионального оборудования. Для соединения между собой детали из ПВХ добиваются с помощью специально предназначенных муфт. При нормальных условиях эксплуатации, срок службы в отдельных случаях может достигать 50 лет.

1.2 Анализ эксплуатационных проблем на водопроводных и водоотводящих сетях

Рассмотрим проблемы, связанные с существующими трубопроводами.

Одной из самых важнейших задач является для обеспечения населения качественной питьевой водой. В настоящий момент сильное беспокойство вызывают обеспечение питьевого водоснабжения, в т.ч. ухудшение качества питьевой воды в централизованном водоснабжении. Если водоснабжение регулярное, то её качество не зависит от типа труб, но после остановки (от 8 ч до 2 месяцев) в водопользовании значительно ухудшаются органолептические параметры качества воды. Существенно повышается: цветность, мутность, привкус. При остановке движения питьевой воды, это приводит к понижению концентрации кислорода в водной фазе и активности анаэробных восстановительных процедур, что влечёт за собой превращение в раствор ионов железа и марганца [25...30].

Неудовлетворительными показателями является питьевая вода в непрерывных режимах водопользования изготовленные из стальных труб. По органолептическим показателям в прерывистом режиме водопользования

несмотря на дешевизну и множественное применение труб из металлопластика, они не обеспечивают необходимого качества питьевой воды.

«Песчаные биофильтры при грамотном применении они гораздо усиленно устраняют растворимые соединения железа, марганца и прочих тяжелых металлов из воды благодаря микробиологических окислительных и сорбционных процедур» [19].

Для улучшения проводимых работ также прорабатываются методы водоочистки городского водоснабжения вероятно путем преобразования кислородного режима работы биофильтров и строгий мониторинг над его выполнением.

Еще одной проблемой является утечка, рисунок 9. Под утечками предполагают внезапные потери воды, при разгерметизации водопровода в системе водоснабжения, при этом ухудшается работа системы и приводит к внушительным дополнительным расходам на восстановление оборудования и ремонт.

Это важнейшее количество воды, которое нашло бы применение на определенные потребности, оно безвозвратно уходит, напрасно теряются денежные средства, которые были затрачены при обработке, при подготовке и подаче конечному потребителю, от организаций, которые отвечают за забор воды.



Рисунок 9 – Утечка из водопроводных труб

Утечки не относятся к очевидной утере воды. Принцип их – это непростая структура установленных закономерностей, в которых надо разбираться.

Организация по плану при замене старых водопроводных труб на новые должна делаться первым делом. Преимущественно дают предпочтение трубопроводам, которые изготавливаются из современных полимерных композитов, которые прекрасно проявили себя в процедуре изучения и при работе.

При исследовании отложений, которые образуются в водопроводных трубах, выясняется, «что они преимущественно состоят из солей железа (окиси и закиси), минеральных частиц (песка, ила и пр.), солей жесткости воды, а иногда даже из растительной и бактериальной флоры – железобактерий, рисунок 10» [2].

Чугунные и стальные водопроводные трубы известны своими твердыми отложениями, которые в основном состоят из оксида железа и некоторых минеральных частиц донных отложений. На участках, где отсутствует защита битумной мастикой, комковатые отложения образуются в результате контакта воды со стенками металлической трубы. Комковатые отложения образуются при прилегании стенок трубы к стене. Выброс взвешенных частиц из воды приводит к образованию донных отложений; они скапливаются внизу трубы; Кроме того, частицы почвы попадают в линию из траншей, образуя частицы почвы.



Рисунок 10 – Отложения в водопроводных трубах

Использовании современного сырья при производстве водопроводных труб, покрытий, герметиков существуют много вопросов, на которые нужны ответы. Первым делом с целью поддержания безвредного и безопасного применения рекомендованных материалов, для исключения неблагоприятные последствия при их работе, главным фактором стальных труб служит коррозия, рисунок 11.

Сохранившиеся численность реагентов, которые применяются в процедуре водоподготовки, довольно сильное оказывает воздействие для ускорения коррозионных процессов, которые протекают в водопроводных системах. На быстродействие коррозии и особенностью появившийся продуктов оказывает воздействие и природный состав воды.

В процессе доставки воды в системе водоснабжения при наличии органических и аммонийных соединений эволюционируют бактерии, а именно, железобактерии и сульфатредуцирующие бактерии, влекущие обрастание труб и стимулирующие процессы коррозии.

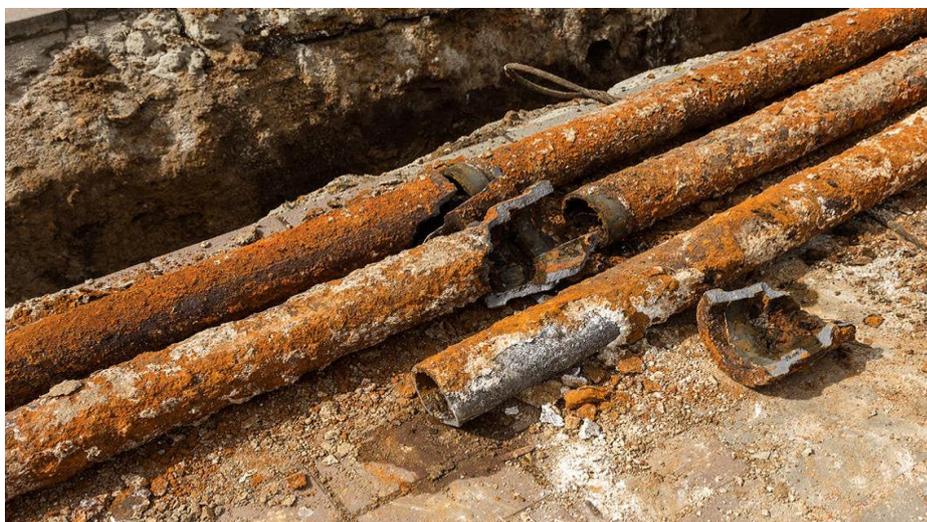


Рисунок 11 – Коррозия водопроводных труб

Анализ сложившегося положения в области эксплуатации водопроводных систем свидетельствует о необходимости проведения реабилитационных санитарно-технических мероприятий, нацелено на предотвращение серьёзной имеющийся опасности загрязнения водоводов,

доставляющие пригодную для питья воду. Альтернативой стальным труб, служат трубы из полимерных материалов, которые гарантируют срок службы на протяжении 50 лет, не исключено что будет самой главной стратегической задачей по улучшению и для обеспечения населения высококачественной пригодной для питья водой. Использование полимерных труб возможно, как для замены стальных трубопроводов, так и для создания внутренних оболочек в трубопроводах наземной прокладки. Это позволит минимизировать негативные последствия от коррозионных процессов, в частности, снизить потери воды, продлить срок эксплуатации водопроводных систем и тем самым повысить санитарную надежность питьевого водопользования.

Существуют сложности, когда в трубе возникают препятствия, при котором ограничивается проход воды, для их решения применяют разнообразные способы для прочистки:

- гидродинамическая очистка под высоким давлением;
- роботы для резки;
- щеточные скребки;
- глубокие скребки и цепные скребки.

Для решения проблемы, при сквозном дефектом трубе, пользуются общепринятым способом при ремонте, а при серьёзных повреждениях, применяется раскопка грунта и полная замена участка водопровода. На сегодняшний день применяют самые разные методы реконструкции. Восстановление с помощью бестраншейного протягивания пластмассовой трубы, а также при полном замещении стальных труб на пластмассовые трубы, притягивают пристальное внимание.

Достоинствами реконструкции по сравнению с общепринятыми способами с раскопкой грунта является следующее:

- небольшой дискомфорт для жителей (автотранспорт, коммерция);
- небольшой риск порчи силового провода и других линий связи;
- небольшой вред окружающему миру (растениям, водным маршрутам);

- независимая организация работ (которой не нужны согласований с другими службами, связанными с подземными коммуникациями);
- ускорение по времени и экономия денег.

Если проходная способность и состояние старого водопровода сильно усугубляется (например, обвал), часто замене с раскопкой грунта варианта нет. Как только происходит утечка через соединения, а при необходимости устранить проблему при возникновении ржавчины, восстановление и бестраншейные технологии несомненные достоинства: минимальный масштаб грунтовых работ и ускоренное время при восстановлении. Это сокращает разрушительное влияние на окружающий мир и не создаёт дискомфорт для населения.

Протекание канализационных сетей обычно вызвано трещинами в трубопроводе или нарушением герметичности в районе соединений, а также теми же проблемами, рассмотренными ранее для водопроводных сетей, рисунок 12.



Рисунок 12 – Повреждения канализационных трубопроводов

1.3 Анализ направлений реновации и восстановление водопроводных и водоотводящих сетей

Водопроводы требуют реконструкции и санации из-за их постоянного использования и изношенности. При выходе из строя системы водоснабжения по всей длине неисправного участка используют реконструкцию. Тогда как выполнение ремонтно-восстановительные работы на отдельных участках системы водоснабжения– это санация.

«При реконструкции структуры водопровода возможно устранение следующих дефектов:

- структурных (например, свищей, сквозных отверстий, микротрещин и других повреждений, которые провоцируют эксфильтрацию и инфильтрацию);
- вызванных некачественным монтажом труб при их укладке в траншеи (например, деформаций труб);
- вызванных временными факторами (например, старением) и неудовлетворительной эксплуатацией системы водоснабжения и водопроводных сетей (например, появлением ржавчины на внутренних стенках труб, биообрастаний, бугристых наростов в виде уплотненных окислов железа, марганца и извести, инородных включений, проникающих в трубопроводы при любом вмешательстве извне – сварке, ремонте и замене запорно-регулирующей арматуры и т.д.)» [18].

«Старение подземных трубопроводных коммуникаций различного назначения приводит к:

- потерям напора и снижению пропускной способности из-за зарастания труб;
- ухудшению физико-химических показателей транспортируемой питьевой воды (например, цветности) по причине коррозии;
- возможности повторного заражения вод (в результате свищей, трещин, нарушения стыковых соединений в случае старения сетей питьевого водоснабжения);
- загрязнению подземных и поверхностных вод, почв, атмосферы (в случае старения нефтяных и газовых коммуникаций, водоотводящих сетей бытовой, дождевой и производственной канализации). Утечки воды из трубопроводов, вызванные их старением, являются также причиной поднятия уровня грунтовых, что может привести к интенсивному разрушению действующих зданий и сооружений» [24].

«По данным Московского водопровода, основными причинами аварий на водопроводных сетях являются такие дефекты, как ржавление, свищи и негерметичность раструбов (до 72%), чугунных труб и трещины труб (17%). Эти дефекты. Около 76% повреждений труб, которые в основном сосредоточены на трубах малого диаметра (до 180 мм)» [19], вызваны небольшими повреждениями труб малого диаметра.

Муниципальные службы крупных мегаполисов мира все чаще полагаются на бестраншейные технологии восстановления и развития инфраструктуры, поскольку они предлагают альтернативу траншеям трубопроводам при реконструкции.

«К усеченным технологиям различного назначения относятся те, которые позволяют осуществлять прокладку, замену, ремонт, осмотр и выявление дефектов подземных коммуникаций с минимальным обнажением земной поверхности. Использование бестраншейных технологий канализации и прокладки трубопроводов, а также их экономичность и эффективность по сравнению с традиционными методами, такими как раскопки, ремонт или замена трубопровода, позволяют сохранить качество транспортируемой воды, а также обеспечить качество окружающей среды» [8].

«Исследование прогиба грунта при прогибе трубопроводов при бестраншейной и траншейной реконструкции, весьма интересное с практической и научной точки зрения, требует более актуального исследования.

Несмотря на кажущееся сходство, статическая работа труб, уложенных по бестраншейной технологии, существенно отличается от работы труб, уложенных в траншею. Несущая способность объединенной системы «грунт-труба» намного выше, чем несущая способность недавно засыпанной и уплотненной траншеи» [21].

«Согласно международной классификации поврежденные трубопроводы подвергаются восстановлению путем нанесения на внутреннюю поверхность стенки трубопровода:

- сплошных набрызговых покрытий на основе цементно-песчаных растворов, а также эпоксидных смол;
- сплошных покрытий в виде гибких полимерных рукавов (оболочек, мембран, рубашек) или труб из различных материалов;
- сплошных покрытий из отдельных элементов на основе листовых материалов (гибкого полиэтилена или твердого стекло пластика);
- спиральных полимерных оболочек;
- точечных (местных) защитных покрытий» [10].

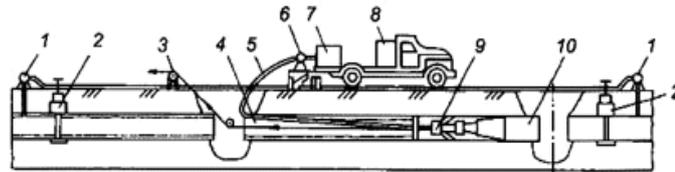
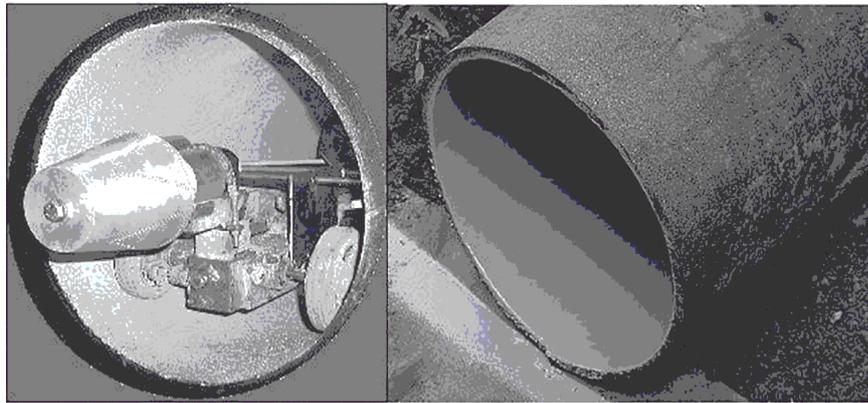
«Сохранение старого трубопровода в качестве основы конструкции, является отличительной особенностью бестраншейного восстановления труб.

Несмотря на способность удалять различного рода дефекты на внутренней поверхности стальных и чугунных труб, цементно-песчаные покрытия, выполняющие также роль антикоррозионного материала, не могут быть использованы для ремонта сильно поврежденных трубопроводов.

Метод реставрации предполагает нанесение цементно-песчаных покрытий на стальные и чугунные трубы диаметром 150-1500 мм независимо от давления воды» [25].

Метод центрифугирования – нанесениецентробежного набрызга, рисунок 13.

Стоимость нового строительства составляет примерно 29%, что означает дешевизну и простоту технического исполнения ремонтных работ, это относится к преимуществам метода. Незначительное уменьшение внутреннего диаметра трубопроводов «после цементации обеспечивает снижение гидравлического сопротивления и потерь давления в трубопроводах, которые обычно устраняются с помощью облицовки тонкой и гладкой поверхностью. Уже через 3-5 суток после нанесения цементно-песчаного покрытия трубопровод можно открывать и эксплуатировать, что приводит к сокращению сроков. После 50 лет эксплуатации покрытие еще длительное время способно противостоять воздействию окружающей среды» [10].



1 – насос для временного отвода сточной жидкости; 2 – временный запорный орган (задвижка); 3 – лебедка; 4 – подлежащий обработке трубопровод; 5 – трубопровод транспортировки раствора; 6 – дозировочный насос для цементного раствора; 7- емкость для цементного раствора; 8 – электрошкаф; 9 – разбрызгивающее устройство; 10 – обработанный участок трубы.

Рисунок 13 – Схема нанесения и общий вид цементно-песчаного покрытия методом центрифугирования на трубопроводы малого диаметра

«Сплошные набрызговые покрытия из эпоксидной смолы. Покрытия и смолы сочетаются с добавками на основе стекловолокна для защиты трубопроводов от коррозии и абразивного износа, в результате чего стенки становятся водонепроницаемыми. Для нанесения раствора применяют метод центрифугирования с помощью щеток и вращающихся устройств, как и в случае с цементно-песчаным раствором. Этот метод был реализован на международном уровне, прежде всего, с целью реконструкции дренажных сетей. Эта функция предназначена для ускорения процесса очистки за счет уделения приоритета внутренней поверхности ремонтируемых трубопроводов, что приведет к более чистой окружающей среде» [2].

«Сплошные покрытия в виде гибких полимерных рукавов или труб из различных материалов. Данный тип покрытий применяется для санации как водопроводных, так и для водоотводящих труб. Условия применения метода:

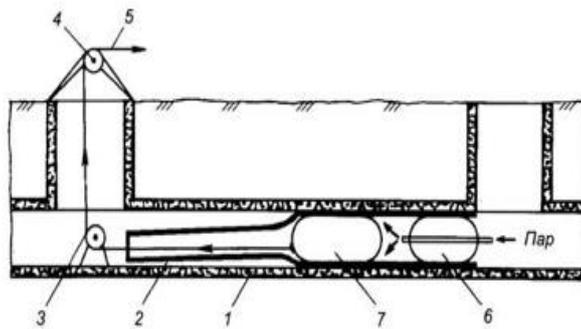
- стальные и чугунные трубы диаметром 100-900 мм;

- максимальная длина ремонтного участка за один цикл (проход) – 600 м (при диаметре труб до 600 мм)» [18].

«Исключительные качества полиэтилена позволяют использовать его для восстановления трубопроводов. Бесшовную сварку плавлением можно применять при монтаже ниток трубопровода из отдельных секций труб, что достигается путем бесшовной сварки плавлением. В качестве альтернативы трубу можно соединить с другими полиэтиленовыми фитингами, такими как клапаны, боковые выпуски или задвижки» [6], которые также герметизируют всю систему.

Первоначальная молекулярная структура полиэтилена может быть сохранена как восприимчивый предшественник полиэтиленовых трубопроводов, что позволяет улавливать и сохранять исходную форму в памяти. Возможность производить пластиковые трубы с использованием этого свойства делает их ценным инструментом для транспортировки, так и для прокладки сетей. «После того как секции труб закреплены на участках сети, подлежащих восстановлению, они возвращаются к своей первоначальной форме, создавая герметичную облицовку, которая плотно прилегает к внутренней поверхности практически любого типа трубопровода и в конечном итоге возвращается к исходной линии, обеспечивая альтернативный маршрут» [23].

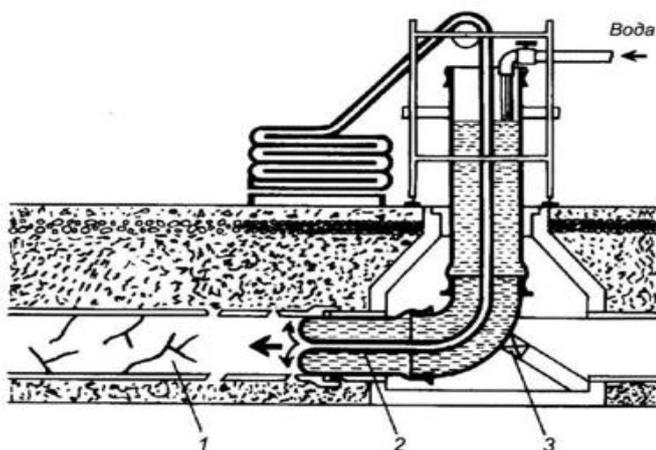
«Введение в трубопровод и закрепление в нем оболочек может достигаться либо путем протаскивания бесшовного покрытия на всю длину восстанавливаемого участка между двумя колодцами с последующим прижатием ее специальным грузом в форме баллона и подачей под давлением горячего воздуха или водяного пара, рисунок 14, либо постепенным введением на восстанавливаемый участок скрученной в рулон оболочки в виде чулка (лайнера) с прижатием ее к стенке давлением жидкости, рисунок 15» [23].



1 – восстанавливаемый участок; 2 – защитное покрытие; 3 – направляющий ролик; 4 – лебедка; 5 – трос; 6 – емкость с горячим воздухом; 7 – специальный груз.



Рисунок 14 – Схема нанесения внутреннего покрытия из гибких пластичных материалов

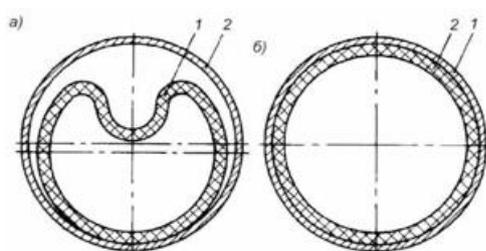


1 – восстанавливаемый трубопровод; 2 – защитное покрытие в виде чулка; 3 – направляющие ролики.

Рисунок 15 – Схема нанесения внутреннего защитного покрытия по технологии фирмы Enterpose

«В процессе полимеризации образуется сплошная защитная оболочка, которая в процессе полимеризации трубопровода становится концентрической и становится непроницаемой, после чего жидкость отделяется от трубопровода вместе со всеми остальными частями. Активировать подключение можно через несколько дней после выполнения вышеупомянутых работ» [2].

«Для исключения указанного недостатка немецкой фирмой Preussag разработана технология санации, получившая название Swagelining. С помощью данной технологии и ее модификаций в различных странах мира восстановлено свыше 800 км трубопроводов. Преимущество технологии состоит в том, что санация осуществляется тонкими полиэтиленовыми трубами, которые позволяют восстановить сети практически без уменьшения сечения трубопроводов. Сущность происходящих процессов восстановления трубопроводов состоит в том, что после операций прочистки внутренней поверхности подлежащего обновлению трубопровода в него втягивается полиэтиленовая труба сплюсненной U-образной формы, называемая U-Liner, рисунок 16» [30].



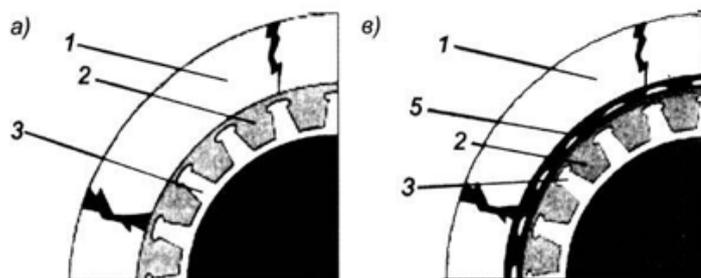
1 – полиэтиленовая труба; 2 – изношенный трубопровод.



Рисунок 16 – Форма полиэтиленовой трубы при втягивании в saniруемый трубопровод (а) и после расширения внутри него (б)

«Сплошные покрытия из отдельных элементов на основе листовых материалов (гибкого полиэтилена или твердого стеклопластика). Технология нанесения гибкого защитного листового материала с зубчатой скрепляющей структурой (HDPE) по системе Trolining заключается в его протяжке в

санируемый трубопровод, плотном креплении к нему цементирующим материалом (TroliningInjector) и экструзионной сваркой под давлением, рисунок 17, предназначена для восстановления водоотводящих коллекторов» [26].



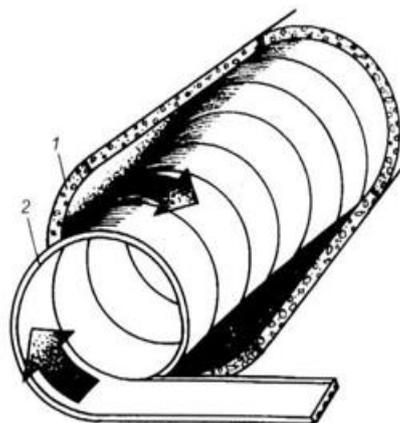
а – базисная система установки (с одной зубчатой секцией и заполнением пустот между внутренней поверхностью трубы и зубчатыми элементами); б – то же с использованием промежуточного защитного слоя.

Рисунок 17 – Схемы установки листовых полученных зубчатых секции по технологии Trolining

«Применение защитных оболочек на основе стекловолокна распространено в дренажных коллекторах, имеющих форму яйцевидного или шатрового сечения. Процедура предусматривает установку отдельных элементов (блоков, панелей) внутренней обшивки коллектора, предварительно собранных в заводских условиях, и скрепление их между собой с последующей заливкой цементно-песчаного раствора в кольцевое пространство между панелями и коллектором» [16].

«Спиральные полимерные оболочки. Данный тип защитных оболочек применяется для реабилитации безнапорных трубопроводов систем водоотведения.

Они позволяют облицовывать внутреннюю поверхность трубопроводов поливинилхлоридной (ПВХ) лентой, рисунок 18» [16].



1 – фрагмент санструируемого трубопровода; 2 – поливинилхлоридная лента.

Рисунок 18 – Схема нанесения защитной поливинилхлоридной ленты по технологии Ribloc фирмы Wonna

«Уникальный аппарат располагается в колодце и отвечает за выполнение множества задач, таких как намотка ленты по внутреннему диаметру водопровода, прикрепление и заливка в нее клеевой смолы, дезинфекция полученного ПВХ-каркаса шурупом, расширение рамки для установки на трубы реставрационной конструкции, чтобы снизить воздействие на окружающую среду. Этот способ позволяют восстанавливать водопроводы диаметром до 1200 мм и длиной до 200 м за один рабочий цикл» [13].

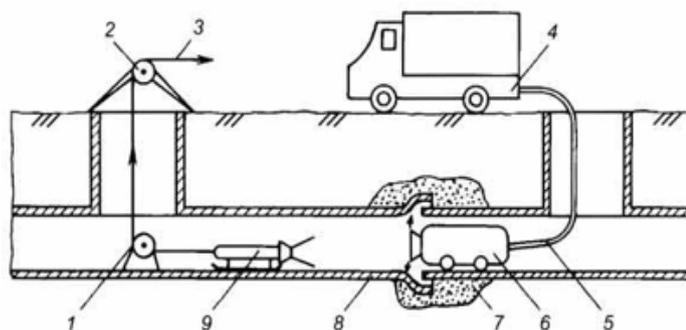
«Точечные (местные) защитные покрытия. Данный тип покрытий характерен при ликвидации одиночных (точечных) сквозных, в том числе периферийных, трещин, вызванных рядом обстоятельств:

- подвижкой грунта (например, при проведении вблизи трасс земляных работ, при воздействии на трубопроводы сверхнормативных нагрузок от дорожного движения, землетрясений и т.д.);
- местной (очаговой) коррозией стенок трубопроводов» [9].

«Американская фирма Link-Pipe разработала метод Grouting Sleeve, согласно которому для селективного ремонта единичных дефектов используются деформированные гильзы из нержавеющей стали Ремонтные гильзы, имеющие длину 300-900 мм и диаметр 150-1350 мм. предварительно обкладываются снаружи эластичным материалом с нанесением на него

нормируемого количества быстротвердеющего клеевого состава. Затем гильзы разжимаются с помощью пневмоцилиндра до проектного размера. При этом клеевой состав заполняет поры в трубопроводе и прилегающем грунте, а в месте ремонта трубопровода образуется плотное твердое тело, обеспечивающее герметичность системы» [30].

«Французской фирмой Egsana для кольматации щелей в стенках трубопроводов и в местах нарушения стыковых соединений используются специальные составы, например, акриловая смола, рисунок 19. Необходимые для реализации процесса материалы и оборудование (насосы для нагнетания смолы, баллоны со смолой и сжатым воздухом, лебедки с тросами, телевизионная камера, контрольно-измерительная аппаратура и др.) перевозятся автотранспортом» [28].



1 – направляющий ролик; 2 – лебедка; 3 – трос; 4 – автомобиль со вспомогательным оборудованием; 5 – шланг подачи воды; 6 – самоходное устройство с насосом для нагнетания смолы; 7 – затвердевшая смола; 8 – поврежденный участок трубопровода; 9 – телевизионная камера.

Рисунок 19 – Схема точечного ремонта раструбного соединения с использованием акриловой смолы

«В основном данный метод ремонта применяется для восстановления пропускной способности водоотводящих сетей и пока только в редких случаях в системах водоснабжения для ликвидации лучевых трещин.

Технология точечного ремонта водоотводящих сетей на длине ремонтного участка трубопровода до 1,2 м разработана немецкой фирмой JanssenGmbH. В ее основе лежит использование двух элементов: зонда-накопителя и особой синтетической смолы. Зонд вводится внутрь

поврежденного участка трубопровода, где имеются разрывы, трещины или свищи. Через зонд происходит нагнетание двухкомпонентной синтетической смолы, которая в течение 20 мин образует наружную муфту вокруг мест повреждения и выполняет роль поддерживающей подушки для трубопровода. Выступающие внутрь соединения труб или иные помехи движению зонда предварительно срезаются специальной фрезой. Процесс ремонта внутри трубопровода контролируется с помощью видеокамеры, снабженной пультом дистанционного управления» [29].

«Применение композиционных материалов холодного отверждения — это ходовой метод в области водоснабжения и водоотведения.

Разрушения трубопроводов можно реконструировать с помощью внутренних оболочек, а если эти конструкции восстановить невозможно, их разрушают с помощью пневмоударных машин. После разрушения трубопровод заменяется новым.

На рисунке 20 представлена схема разрушения старой и протаскивания новой трубы» [2].



Рисунок 20 – Санация методом продавливания

«Замена труб методом разрушения имеет преимущества по сравнению с другими методами:

- он более дешевый и при его реализации не нарушается движение транспорта, т.е. может применяться в условиях плотной городской застройки;

- увеличение диаметра ведет к повышению пропускной способности трубопровода;
- может использоваться полиэтиленовый трубопровод, который не имеет стыковых соединений, выдерживает большие нагрузки и имеет срок эксплуатации 50-100 лет;
- метод можно использовать в нестабильных грунтовых условиях;
- по сравнению с открытыми способами прокладки трубопроводов метод дает меньший риск повреждения существующих коммуникаций;
- уплотнение грунта имеет место не в такой степени, как при использовании других методов прокладки;
- особенность метода состоит в минимальной разработке грунта при реконструкции сетей и сооружений» [13].

Бестраншейные технологии прокладки отличаются разнообразием. Теперь подобрать методику под каждый конкретный случай стало возможным. Это существенно экономит затраты. Одним из самых сложных по реализации является бурение. Здесь требуется много времени на СМР, специальное оборудование, подготовленный персонал. Там, где остальные методики бессильны, именно бурение может помочь для решения задачи. К примеру, когда требуется сформировать канал для прокладки трубы под препятствиями, в сложных скальных и промерзающих грунтах, на участках, где есть близко расположенные коммуникации. Выделяют разные виды бурения. На практике чаще всего применяется горизонтально-направленное.

Методика ГНБ имеет ряд особенностей:

- в качестве раб. органа выступает бур;
- вращающий момент к буру передается буровыми штангами;
- соединение штанг обеспечивают шарниры;
- при сборке установки для ГНБ качеству монтирования соединений уделяют особое внимание, важно не повредить их;
- бурение твердых грунтов ведут с использованием бурового раствора;

- буровой раствор возможно использовать несколько раз;
- можно вести бурение со скоростью до 18 м/час.;
- ГНБ нельзя применять при близком залегании грунтовых вод.

При формировании каналов для трубопроводов в грунтах различных категорий могут возникать проблемы. Почвы скальные и промерзающие нуждаются в большем усилии, а поскольку прокладка по большей части теперь ведется бестраншейно, без методик бурения становится не обойтись.

Среди вариантов бурения возможно выделить ГНБ. Этот термин выражает пробуривание скважины горизонтально в заданном направлении. Разновидностями ГНБ являются бурение наклонное (под углом) и вертикальное.

ГНБ дает возможность прокладывать трубопроводы по большим глубинам направленно и бестраншейно. В таком случае отсутствует необходимость раскапывать грунт, работать можно в сложных условиях, нет риска повреждения соседствующих коммуникаций. Стоит отметить и экономическую эффективность ГНБ. Здесь методика позволяет сэкономить за счет универсальности и отсутствия масштабных грунтовых работ.

ГНБ реализуется новейшим оборудованием. Производители делают все, чтобы их продукция исправно служила нуждам прокладывающих и обслуживающих компаний. Современные установки для ГНБ отличаются мобильностью, простотой управления, производительностью. Приобрести оборудование для ГНБ и другие агрегаты, задействуемые в прокладке труб, можно в ЗАО «СИ».

Основа популярности ГНБ лежит в ее бестраншейности. Это означает, что отсутствуют грунтовые работы, а точнее они – минимальны. Если раньше трубопроводы нужно было закапывать в протяженные трассы, затем эти трассы засыпать и облагораживать, то теперь достаточно всего 1-2 котлованов, чтобы произвести бурение. Это существенно экономит время и расходы компании. ГНБ не влияет на эстетическое состояние городской среды, не повреждает ландшафт, другие строения и коммуникации.

На стороне ГНБ также высокая скорость проведения СМР. Траншейная методика могла затянуться на несколько недель или месяцев, а часто ломающаяся техника добавляла простоя. Теперь за 1 смену можно протянуть около 120 м. сети. Используемые трубы ПЭ или ПВХ отличаются удобством укладки, легкостью перемещения и также значительно экономят время. Вкупе с минимизацией грунтовых работ ГНБ в городских условиях делается просто незаменимым.

Возможно задействовать методику ГНБ и для прокладки, и для ремонта труб. Помогает оно и при формировании переходов ч\з препятствия. Это могут быть автомагистрали, ж-д, реки, коммуникации, здания, объекты.

По сути ГНБ не является новой методикой. Первые сведения о ее использовании принадлежат еще прошлому веку. Однако с тех пор бурение претерпело различные изменения. Это стало возможным благодаря современному оборудованию. Теперешние установки для ГНБ более производительны, работают с большей автоматизацией. Отдельно нужно упомянуть о повышенной управляемости. Значение слова «направленное» приобрело новые очертания. Теперь ход бурения можно контролировать постоянно. Это стало возможным благодаря специальным локализирующим приборам и телескопическим камерам. Оператор может вовремя поправлять головку, сбившуюся с траектории, замечать и обходить скальные породы и др. препятствия. Эти несомненные плюсы делают ГНБ незаменимым при работе в городской среде. Известно, что крупные города и без того перенасыщены всевозможными подземными коммуникациями.

Прокладка новой трубы может стать серьезной проблемой. Использовать траншейные или другие методы нельзя, поскольку велик риск повредить трубопроводы, которыми кто-то владеет. Достаточно часто на местности, где по карте или плану сетей быть не должно, при работах внезапно обнаруживаются забытые (иногда даже действующие) линии. Наткнуться на них тоже может быть небезопасно. ГНБ решает все эти вопросы одним разом. Современные локаторы способны с точностью передавать оператору

положение головки бурения в грунте. Система камер позволяет отслеживать препятствия и вовремя обходить их. Следует отметить и повышенную управляемость самого бура. Процент отклонения у современных установок достаточно невелик.

Как до, так и после ремонта качество работ проверяется посредством инспекционного контроля. Внутренний контроль в нашей стране предполагает визуальный осмотр водопроводов большого диаметра и телемониторинг с помощью специальных роботов для определения состояния трубопровода, а также с использованием визуального контроля для выявления состояния трубопровода малых диаметров.

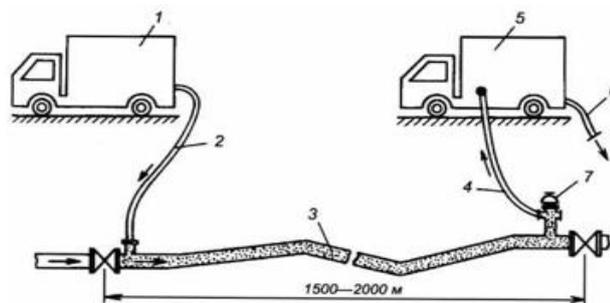
Транспортные модули, также известные как роботы, «перемещаются на колесах или полозьях внутри трубопровода, где расположена телекамера, вместе с ремонтными головками (например, герметизирующими или бандажными). Для управления роботами используется кабель длиной до 150 м. На протяжении всей процедуры пост оператора и аппаратура управления размещаются в специализированном микроавтобусе. Среди имеющегося здесь оборудования – кабельный барабан, подъемники, устройства очистки и связи, генератор, бортовой компьютер, видеосистема и другие компоненты. Закрытый характер работа позволяет ему работать в водонасыщенных трубопроводах, что дает ему преимущества перед другими диагностическими инструментами» [13].

«Прочистка трубопроводов. Перед санацией трубопроводов должна проводиться их эффективная прочистка, исключая повреждение внутренней поверхности трубы, и заделка стыковых раструбных соединений (например, при ремонте чугунных и других труб)» [12].

«В зависимости от степени зарастания живого сечения трубопроводов можно использовать следующие методы их прочистки:

- водяной или гидромеханический – для труб диаметром 100 мм и менее при наличии неуплотненных бугристых наносов;

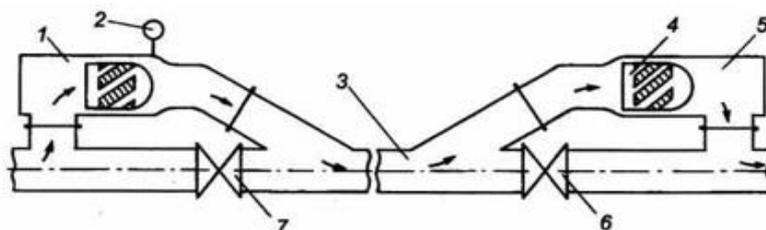
- водо-воздушный – для трубопроводов диаметром 150-200 мм при наличии неуплотненных бугристых наносов и длиной обрабатываемого участка за один цикл (проход) до 2 000 м, рисунок 21.



1,5 – соответственно компрессорная установка и цистерна для отстаивания; 2,4 – шланги (рукава) соответственно для подачи сжатого воздуха и отвода смеси; 3 – обрабатываемый трубопровод; 6 – шланг для удаления отстоя; 7 – водоразборная колонка или гидрант

Рисунок 21 – Схема водо-воздушной прочистки трубопроводов

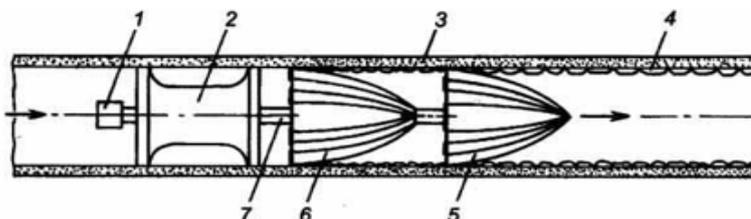
- гидропрочистка с использованием высоконапорных устройств с вращательными головками – для трубопроводов диаметром до 300 мм и длиной обрабатываемого участка за один цикл (проход) до 1 000 м, а также для очистки водоотводящих трубопроводов диаметром до 750 мм от корней деревьев и кустарников;
- использование цилиндрических поршневых скребков из полиуретана, покрытого ворсистым металлическим патроном, рисунок 22, – для трубопроводов диаметром 80-150 мм;



1,5 – камеры с поршневыми скребками; 2 – манометр; 3 – прочищаемый трубопровод; 4 – скребок с абразивной рубашкой; 6,7 – запорная арматура

Рисунок 22 – Схема прочистки трубопровода с помощью цилиндрического поршневого скребка

- использование стержневых устройств или спиралевидных скребков, рисунок 23, для трубопроводов диаметром 100 мм и менее при плотных наростах накипи и ржавчины;



1 – электронный детектор; 2 – движитель; 3 – трубопровод, подлежащий прочистке; 4 – наросты на внутренней поверхности трубы; 5,6 – соответственно передние и задние скребки; 7 – стержень

Рисунок 23 – Схема прочистки трубопровода скребковым устройством

- гидравлический на основе использования реактивных головок или гидрокавитационных сопел – для труб любого диаметра с достижением зеркального блеска и с одновременным нанесением противокоррозионного защитного покрытия;
- электрогидроимпульсный, реализуемый путем создания высоковольтного разряда в жидкости, при котором образуется ударная волна, разрушающая отложения на внутренней поверхности трубопроводов, – для трубопроводов диаметром до 400 мм и длиной до 300 м;
- метод гидрокимической промывки для удаления железоксидных и карбонатных отложений на основе специально приготовленных растворов» [17].

«Необходимо отметить, что, несмотря на большое разнообразие отмеченных выше способов прочистки и средств их реализации, выбор наиболее оптимального и эффективного для конкретного объекта представляет сложную задачу, так как при выборе способа должны учитываться возраст трубопровода, возможности минимизации работ по демонтажу той или иной арматуры на сети, материально-технические возможности организаций и другие» [11].

Выводы по главе 1.

Важной задачей для городских властей и коммунальных служб является профилактическое и ремонтное обслуживание, восстановление водопровода и оборудования.

В результате проведенного анализа сделан вывод, что полиэтиленовые трубы по своим характеристикам являются наиболее выгодными для использования.

Анализ эксплуатационных проблем на водопроводных сетях показал возможные направления их реновации.

Бестаншейные технологии позволяют сохранить дорожные покрытия, благоустройство территорий не повреждая их, а также минимизируют воздействие на окружающую природную среду. Их использование значительно сокращает продолжительность прокладки и восстановления трубопроводов.

Глава 2 Технологические особенности, методы и оборудование при реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей

2.1 Анализ оборудования для обнаружения утечек на проблемных участках сети

Необходимость быстрого поиска и устранения, обнаруженной (явной) утечки воды в системе водоснабжения, несомненно, так как вода заполняет переулки, заливают цокольные этажи, вымывает грунт и причиняет большое количество проблем населению. При внушительной утечке уменьшается напор в линии, и вода прекращает доходить до заказчика. Это пробуждает к оперативным жалобам с позиции местных жителей. Для обнаружений и незамедлительных устранения утечек воды из почвы. Для этого созданы аварийные бригады, которые пребывают на регулярном дежурстве на предприятиях, занимающихся водоснабжением абсолютно во всех многонаселённых городах. Например, в Москве в канале каждый день трудятся больше 120 аварийных бригад, а остальные 40 трудятся постоянно.

Очень мало таких компаний по водоснабжению в России, которые принимают меры для обнаружения и ликвидации незаметных утечек воды. Воздействия их пока что не проявляются, и поэтому нет претензий от населения. Этот вид работ выполняется в таких городах: как Москва, Санкт Петербург и ещё преимущественно в крупных городах. Но даже в этих городах такой вид работ выполняется в очень скромных размерах.

В Европе для обнаружения скрытых утечек на подземных водопроводах заостряется наибольший интерес, для этого есть очень серьезные экономические причины.

Установлено, что размер утечки с позиции компании по водоснабжению города представляет собой отличия между количеством переданной воды и количеством воды, не добравшийся до заказчика.

В Европейских странах приблизительно около 25% воды, которая поступает с водозаборного сооружения, не добирается до заказчика и не производится оплата. В некоторых развитых стран на утечку приходится до 50%, а иногда все 70%.

В общее количество утечек входят убыли воды на водоочистных сооружениях, в накапливаемых резервуарах, центральных водопроводах, водораспределительных водопроводах, в стыке труб, на затворах, на колонках и т.д.

В Европе при выполнении наблюдения выявили, что основные убыли воды на непроявленных (скрытых) утечках за протяжённое время их наличия могут превосходить потери воды на проявленных утечках. Из этого, следует, что расходование воды на проявленной утечке выше, она, возможно, будет оперативно устранена, и потери закончатся, тем временем скрытые утечки могут наличествовать годами.

По показателям европейских наблюдений, «из общего количества утечек воды на наружных трубопроводах насчитывается 45% убыли при видимых утечках, 30% – убыли от невидимых утечек, которые можно обнаружить оборудованием для поиска утечек воды, 25% – убыли от невидимых утечек, которые невозможно выявить передовыми системами диагностики» [9].

По тем же показателям тех же наблюдений, экономически обоснованной степени утечек составляет убыль 10-15% от переданной воды. Издержки для последующего уменьшения степени утечек могут превосходить эффект от сокращения убыли воды.

Можно утверждать, что сложность данной задачи является не только противостояние с утечками, а контролирование степени утечек в водопроводной линии.

Можно также отметить, что утечки воды постоянно появляются и растут с течением времени, и борьба со скрытыми утечками – необходимый постоянный процесс.

Видимые способы вероятнее всего формировать лишь небольшую долю общей стратегической политики для выявления утечек в системе водоснабжения, и они всегда не годятся в качестве одного только способа для постоянного сокращения водопотерь.

В данное время значительным преимуществом пользуется, имеющий принципиальное значение иной метод, в отличие от обычного реагирования при обнаружении видимой утечки воды из почвы или повреждениях в трубе. Большое количество водоснабжающих компаний анализируют поиск причин убыли воды и применяют проактивные способы для быстрого обнаружения утечек в водопроводной системе. В большинстве случаев, профессионалы предлагают внедрить стратегию мониторинга, для того сократить и контролировать утечки воды и указывают при этом три важнейших этапа: контролирование герметичности, установление количества убыли воды посредством измерения расхода и использование различных способов обнаружения утечек.

Контролирование герметичности и количественное установление убыли воды можно объединить в один этап. Полученные сведения могут быть достаточными для обнаружения даже при небольших повреждениях и небольших количествах утечек. Для более точного и надёжного обнаружения утечек, для этого нужно необходимо относительно распределить водопроводную линию на участки мониторинга. Эти участки должны быть абсолютно изолированы от остальной части водопроводной линии при помощи задвижек и владеть конкретным водопроводным вводом для измеряемого количества. Эти участки водопроводных линий также могут быть оборудоваться постоянным счетчиком расхода или индивидуальным узлом учета.

Зафиксированные значения обязаны незамедлительно передаваться и оцениваться. Область водопроводной линии протяжённостью приблизительно от 4 до 30 км прекрасно подходит в качестве участка мониторинга. Измерения нужно выполнять, но в течении от 1 до 2 часов. Самое наименьшее за ночь

потребление воды, за определенный промежуток времени измерения, постоянно в себя вмещает определённый объём израсходованной жидкости, которое предназначено для расходования в качестве основной величины конкретных участков мониторинга. В период ночного времени наименьшая величина использования значительно не изменяются при условии, что условия работы участка сети остаётся постоянной. При обычном состоянии ежедневно в ночное время ночь производят замеры приблизительно одной и той наименьшей величины. Если есть утечки на участке водопровода, то расход воды в период ночных замеров существенно возрастает и постоянно сохраняется внушительным.

Постоянное снятие замеров расхода даёт возможность непосредственно измерять действительную величину утечки, при их перемене нужно действовать незамедлительно. Обязательные способы по устранению проблемы, например, перекрытие кранов и задвижек для снижения объёма масштаба измерения, должны быть выполнены без задержек. Такой метод при постоянном измерении расхода достаточно дорогой при установке и эксплуатации. Для этого метода необходимо детальное и тщательное понимание гидравлики водопроводной линии при выборе пригодных точек измерения. Для этого нужно детальное и профессиональное изучение водопроводной линии.

Для моментального расхода является альтернативой постоянному замеру расхода с определёнными точками измерения. В конкретном случае линия обследуется через постоянные промежутки времени, с учётом убыли воды. При применении способа измерения моментального расхода участка мониторинга водопроводной линии, чаще всего, обязаны быть меньшей мере чем те, которые применяются для выполнения постоянных измерений. Предлагается применять зоны линии от 1 до 10 км, чтобы воздействие при замерах предварительного сохранившегося размера при употреблении и разных регулярных потребителей (промышленные производство) раньше было не слишком сильно распространено.

Если при проведении диагностики на герметичность зоны водопроводной линии устанавливается на присутствие утечки, требуется совершить определённые шаги. Для начала, следует уменьшить сомнительную зону самую меньшую территорию с предположением на утечку, чтобы в конце концов вероятнее было обнаружить скрытую утечку воды насколько можно конкретнее. Единственным из надёжных способов для предположительного установления расположения определённого участка водопроводной линии с утечкой определяется с применением регистраторов шума.

Такие регистраторы, рисунок 24, представляют собой очень скромного размера автономные устройства, могут различать и заносить в память шумы утечки. Они фиксируются на водопровод в доступных точках (на поверхность: гидранта, задвижки) на долгий промежуток времени, в основном в ночное время суток, они делают запись шума, которые имеют место быть на трубах, за отчётный период, назначаемых при монтаже специалистом по обнаружению утечек. Если регистратор размещается вплотную к месту утечки, степень шума, который он зафиксировал за ночной период времени, будет в наибольшей степени больше, чем у регистраторов, которые размещаются не близко от места порыва трубопровода.



Рисунок 24 – Регистраторы шума

При правильной позиции регистраторов шума в пределах учитывающих границах можно оперативно определить участок водопровода с особо выраженной степенью шума. Необходимо всего лишь 6-8 регистраторов, для

того чтобы уменьшить вероятные места с утечками, в границах области до небольшого количества сотни метров в течении некоторое количество ночей. При запланированной проверке линии на вероятные утечки мы применяем, корреляционные регистраторы шума Enigma, которые не только создаёт запись степени шума, также может обнаружить утечку воды насколько можно конкретнее при диагностике водопровод.

Если количество утечек на участке мониторинга очень высоко и существует реальный риск того, что разливающая вода может причинить существенный ущерб строениям, автомагистралям и иные учреждения с инфраструктурой, необходимы оперативные способы заблаговременного обозначения места дефекта. Как раз в этот момент на выручку приходят небольшого размера приборы, которые применяют электроакустические способы для нахождения скрытых утечек.

Для незамедлительного определения сомнительных зон линий с утечками применяется электронный стетоскоп, рисунок 25.



Рисунок 25 – Электронный стетоскоп

Специалист правильно изучает линию благодаря этому прибору. Для начала он раскрывает входное отверстие люка и фиксирует степень шума во всех приемленных местах, объединяя задвижки и пожарные гидранты. Если своеобразный шум утечки прослушивается на задвижке, такие места

фиксируются и степень шума на них сопоставляется. Таким образом, происходит процесс предварительной локализации места утечки.

Так как результативность всех электроакустических способов, на них о влияет окружающий шум и навыки оператора, из-за этого такой контроль проводится ночью. То есть в самое спокойное время суток, а при шуме транспортных средств и использование воды довольно низкие.

Важным преимуществом метода раннего исключения является то, что это универсальный и ранний метод удаления примитива вывода для всей структуры сети. На степень шума, который можно услышать с использованием электронного стетоскопа, имеет влияние вид трубы, марка материал и её диаметр, поэтому такой способ своеобразный. Одна и та же утечка не всегда издаёт звук точно так же, как и вторая, но в любом случае утечка издает оригинальный шум, которые невозможно спутать с обыкновенными шумами потока воды в водопроводе.

Однако для того, чтобы можно было провести раскопки грунта, нужно конкретно установить место утечки, а это нереально сделать обычным способом с помощью прослушивания арматуры. Ещё один способ, который удачно применяется для обнаружения скрытых утечек воды, долгое время есть метод корреляции.

Данный метод для конкретного определения места утечки состоит в установлении датчиков-микрофонов в двух местах для измерения (фитинги на водопроводной линии) по обеим сторонам поверхности трубы, на котором может произойти утечка. «Сигналы от датчиков передаются по беспроводной связи на приемник, где они математически анализируются. Корреляционный течеискатель показывает утечку в виде корреляционного пика на дисплее ноутбука, а её расположение как расстояние от каждого из двух датчиков в точках измерения» [13], рисунок 26.

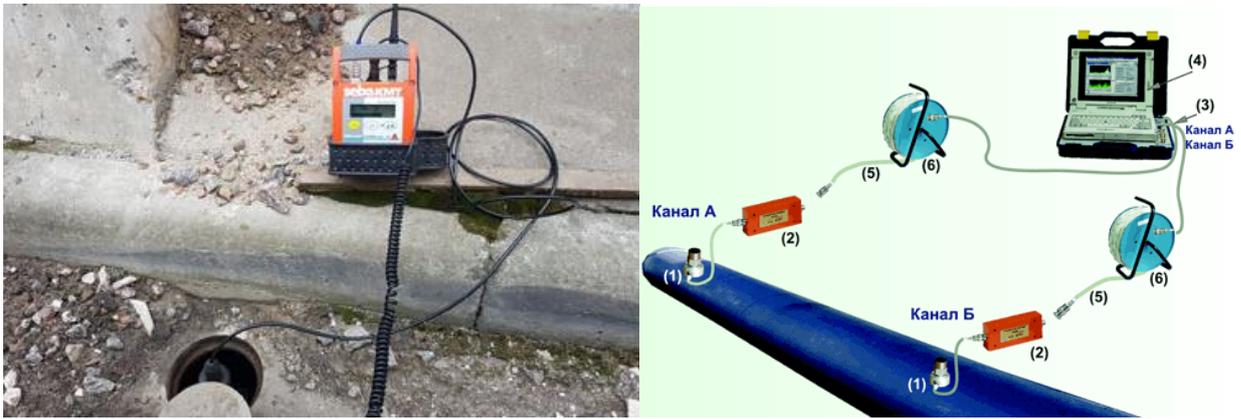


Рисунок 26 – Функциональная схема корреляционного течеискателя

При корреляционном методе, специалисту просто необходим огромный опыт за плечами, а так же знание и понимания физических процессов, которые оказывают влияние при проникновении акустических волн в структуру материала. Для определения конкретного места утечки трубы так же, зависит от протяжённости трубы между двумя датчиками, а также состав материала и его диаметр водопровода, а также при присутствии и типе изоляционного материала и даже от приближённости размещения утечки к одному из датчиков.

Для конкретного определения место утечки в ПВХ трубах всегда происходит очень проблематично, так как звуковые волны не так далеко распределяются, как в металлических трубах. Поэтому постоянно происходит затруднительная процедура для определения участка утечки в неметаллических водопроводных линиях, в особенности, если приличный промежуток между соседствующими деталями. В таком случае шум утечки возможно даже не доберётся до точек, в которых зафиксированы датчики-микрофоны. Удачная корреляция, однако, все еще возможна, если использовать другой тип датчиков: гидрофоны. Гидрофоны фиксируются внутрь трубы через различные патрубки, чтобы непосредственно соприкасались с жидкостью. Поскольку распространение шума в воде происходит наиболее эффектно, чем своеобразный шум в водопроводе, удачная корреляция при помощи гидрофонов реальна даже на протяжённых измеряемых зонах.

В действительности верность обнаружения утечек зависит от достоверности имеющейся информации о трубопроводе. После успешной корреляции нужно заверить анализ и местонахождение зоны утечки при помощи электроакустического метода.

Электроакустический метод уточнения места расположения утечки воды в земле является одним из способов поиска утечек воды в подземельных водопроводах, рисунок 27.



Рисунок 27 – Электроакустический метод уточнения места расположения утечки

Он базируется при применении электромагнитных волн для того чтобы определить местонахождение утечки жидкости. Геофоны можно использовать для записи и анализа звуковых колебаний, вызванных утечками воды, которые затем передаются на устройство, называемое звуковым анализатором. Геофоны регистрируют звуковые волны, создаваемые утечкой воды, и передают сигнал на прибор, называемый анализатором звука. После подачи обратного сигнала аудиоанализатор отслеживает звук и определяет

место утечки жидкости. В зависимости от мощности утечки, ее местоположение может быть определено с точностью до одного метра.

Электроакустический способ обладает достоинствами чем иные способы обнаружение утечек воды в подземельных водопроводах. С помощью этого способа можно точно определить место утечки жидкости, для этого не требуется раскопка грунта, что снижает общую стоимость ремонта при тратится на много меньше времени. Кроме того, этот м применим на различных типах грунтов и может использоваться как для поиска утечек воды в водопроводах проводах, так и для поиска повреждений в напорных канализационных системах.

«Однако, электроакустический метод имеет и ограничения. Например, он не всегда эффективен в случаях, когда утечка воды очень мала или затруднена ее доступность. Кроме того, этот метод требует определенной подготовки и специального оборудования, что может увеличить затраты на его применение» [13].

Электроакустический метод, применяется для обнаружения, места утечки жидкости в «земле является эффективным и точным способом поиска утечек в подземных трубопроводах. Его применение может помочь сократить расходы на ремонт и экономить время, что делает его важным инструментом для поддержания надлежащего функционирования систем водоснабжения и канализации. При выборе метода поиска утечек воды в подземных трубопроводах, необходимо учитывать особенности конкретной ситуации и выбирать наиболее подходящий метод. Кроме того, следует помнить о необходимости правильного обслуживания и регулярного технического осмотра систем водоснабжения и канализации для предотвращения возникновения утечек в будущем.

Тепловизионный метод поиска утечек воды – это метод, который использует инфракрасные камеры для обнаружения утечек в трубопроводах и системах водоснабжения» [13], рисунок 28.



Рисунок 28 – Тепловизионный метод поиска утечек воды

Этот метод основан на том факте, что тепловое излучение, возникающее в результате утечки воды, будет варьироваться в зависимости от окружающей среды, что позволяет идентифицировать области, испытывающие потери тепла..

Тепловидение можно использовать для обнаружения утечек воды, выполнив следующие действия:

- При подготовке трубопровода или системы водоснабжения следует обеспечить его работоспособность и доведение до определенной температуры – температура, приемлемая после первоначальной подготовки, должна поддерживаться;
- для получения изображения поверхности системы водоснабжения через трубопровод, а затем для обнаружения тепловых выбросов, которые могут свидетельствовать об утечке через трубопровод или систему водоснабжения;
- Оператор должен внимательно просмотреть полученную информацию и определить место утечки.

Надежный метод обнаружения утечек воды не является полностью надежным, но всё же может быть проблематичным. Тепловизионный метод поиска утечек воды в теплотрассах является высокоэффективным и быстрым способом обнаружения утечек теплоносителя в системах теплоснабжения.

Используя инфракрасную термографию для выявления областей, где происходят потери тепла, включая утечки, этот метод можно использовать для обнаружения областей, где могут быть некоторые потери тепла, о чем можно судить по наличию утечек.

Тепловидение использует тепловизионную камеру для захвата изображения поверхности почвы непосредственно над тепломагистралью, которое затем преобразуется в тепловую карту, представляющую температурные зоны на карте. Утечки охлаждающей жидкости часто вызывают появление на земле теплых пятен, которые на тепловой карте выделяются яркими контрастными пятнами.

Тепловидение для обнаружения утечек воды требует осмотра теплотрассы ночью или в периоды низкой температуры окружающей среды, которая обычно является местом, где вода попадает в дом и где температура поверхности теплотрассы и окружающей среды меняется лучше всего. Поэтому это необходимо делать в период холода или низкой температуры окружающей среды.

Тепловидение предлагает быстрый подход к обнаружению утечек воды в теплотрассе, предоставляя вам необходимую информацию для выявления проблемных мест и предотвращения будущего повреждения теплотрассы, а также увеличения затрат на электроэнергию и повреждения магистрали.

Предварительная локализация утечки воды может быть достигнута с использованием ряда инструментов, включая шумовые регистраторы, электронные стетоскопы, корреляционные детекторы утечек и наземные микрофоны, которые предназначены для обнаружения и предварительной локализации утечек воды на основе шума, создаваемого водой, текущей из места повреждения водопроводной трубы. При испытаниях водопровода на утечку может оказаться невозможным обнаружить утечку на площади, достаточно большой для слышимого звука (например, если мощность всей трубы занижена и через отверстие в засоре вставлена заглушка). Вместо этого

он может состоять из нескольких небольших утечек, которые сами по себе не создают измеримого или слышимого шума.

Вышеупомянутые методы обнаружения утечек могут столкнуться с дополнительными проблемами из-за других факторов. Например, отсутствие на участке точек контакта (колодцев, кранов, гидрантов и т.п.) определенного назначения. Отсутствие акустических методов может быть вызвано расстоянием или недостаточной звукоизоляцией. Случай, который часто встречается на практике – это обследование длинных участков магистральных водопроводов. Использование мгновенного измерения расхода может помочь выявить утечки в этой области, но использование акустических методов для определения местоположения неисправности часто оказывается неэффективным. Альтернативным методом является метод следовых газов, также называемый альтернативным подходом, рисунок 29.



Рисунок 29 – Метод поиска дефектов водопроводов с помощью трассировочного газа

Метод трассировочного газа основан на использовании гелия, который является инертным газом и не имеет никаких негативных воздействий на окружающую среду.

Процесс трассировки гелием обычно состоит из следующих шагов:

- подачу воды следует отключить и изолировать место утечки водопровода, так как это может привести к протечке.;

- подключение гелиевого баллона к водопроводу приведет к тому, что гелиевый баллон будет постоянно поступать в трубопровод или любое другое доступное соединение, в то время как водопровод будет продолжать подавать гелий, по утверждению производителя;
- Обнаружение утечек газа гелием осуществляется с помощью специального газоанализатора (также известного как газоанализатор) для поиска утечек гелия, которые обычно представляют собой утечки гелия в сжиженном газе. Газоанализатор способен определять наличие и концентрацию гелия в воздухе, что позволяет точно определить место утечки воды;
- во время дефекта гелий, выделяющийся из водопровода, будет проходить через почву над водопроводом и накапливаться на поверхности, оставляя гелий водопровода испаряться. Определить точное место утечки воды станет возможным путем подсчета газоанализатора в конкретном месте, что поможет обнаружить утечку воды.

Высокая точность и надежность являются основными преимуществами метода отслеживания гелия, известного как трассировка гелия. Кроме того, этот метод не требует разборки трубопровода и не наносит вреда окружающей среде.

2.2 Оборудование для бестраншейной замены и восстановления водопроводов

Установка прокола грунта, рисунок 30. Современные работы по монтажу трубопровода осуществляются с отступлением от привычных традиционных схем. В настоящее время все большее количество компаний выбирает новейший способ прокладки труб при помощи специальных установок. Стандартное помещение труб в подготовленные траншеи отошло на второй план, предоставив свое место более совершенной системе

бестраншейных работ. Реализовать сложные технические задачи позволяет профессиональное оборудование: установка для проколов под дорогой.



Рисунок 30 – Установка прокола грунта УПГ-25У «Стрела»

Техника для управляемых проколов существенно оптимизирует рабочий процесс и дает возможность проложить трубы в труднодоступных местах. Применяется в следующих случаях:

- во время реконструкционных работ;
- при наличии препятствий естественного или искусственного генезиса (трамвайные пути, автострады, жилая зона и пр.);
- под газонами, парками и прочими зелеными насаждениями, которые невозможно вырубить.

Технология прокола под дорогой представляет собой закрытую установку футляров (защитных кожухов), в которые в дальнейшем монтируют действующие трубы. Инструменты дают возможность не извлекать почву во время проведения работ. Благодаря этому качеству прокладка труб становится возможна в любом выбранном месте без причинения вреда постройкам и насаждениям.

Установки горизонтального направленного бурения (Мини-ГНБ), рисунок 31.



Рисунок 31 – Установка горизонтально-направленного бурения МГНБ

«Этапы осуществления технологии ГНБ:

- пилотное бурение, включающее первичную проходку и подачу бетонита. Для отслеживания положения пилотной штанги используется система локации, обеспечивающая корректировку движения буровой головки и её выход на поверхность с высокой точностью;
- поэтапное расширение скважины до получения требуемого диаметра;
- протягивание по скважине нового трубопровода» [14].

«Для изготовления скважин небольшого диаметра в грунтах 1-4 категории используют компактное эффективное оборудование типа МГНБ, обладающее высокими мощностью и крутящим моментом. Возможности этих установок:

- устройство скважин для труб диаметром до 355 мм;
- укладка футляров для линий связи и силовых кабелей;
- обеспечение высокой производительности работ;
- благодаря малому весу, мини установки ГНБ могут перевозиться любым автотранспортом, оснащённым краном-манипулятором;

- сохранение работоспособности оборудования при неблагоприятных погодных условиях; минимальное количество работников, необходимых для обслуживания» [12].

Установки разрушения труб и санации трубопровода, рисунок 32. «Метод гидравлического разрушения трубопроводов заключается в разрушении старой трубы, с одновременной протяжкой по старому каналу новой трубы большего или равного диаметра под землей, без вскрытия дорожного покрытия» [11].



Рисунок 32 – Гидравлический разрушитель труб HB-125

Во всем мире самый используемый способ санации – это метод разрушения. При замене трубопроводов на полиэтиленовые, которые можно сказать, что вечные.

«Необходимость в методе разрушения обусловлена следующими причинами:

- городские коммунальные сети по всей России изношены на 70-90%. Основная часть стальных и чугунных трубопроводов попросту сгнили. В этих условиях для развития ЖКХ просто необходимо масштабное применение новых технологий строительства;
- в стесненных городских условиях часто просто негде проложить коммуникации вне старых линий трубопроводов. Необходимость

- прокладки коммуникаций по старым, отработанным трассам в наших городах едва ли не больше, чем прокладки новых трубопроводов;
- постепенно, практически повсеместно как в крупных, так и в небольших городах вступают в силу запреты на вскрытие дорожного полотна, на работы, проводимые открытым способом.

Основные преимущества метода разрушения труб:

- работа проходит без вскрытия дорожного полотна;
- труба укладывается по старому каналу;
- высокая скорость прокладки трубопровода;
- относительно низкая себестоимость работы;
- возможность увеличения пропускной способности трубопровода» [16].

«С подготовки приемного и стартового котлована начинается работа. Четкая центровка рабочего станка разрушителя относительно разрушаемой трубы является самым важным в подготовке стартового котлована. Горизонт станка должен совпадать с горизонтом трубы, что предъявляет определенные требования к подготовке поверхности приемки, упорной стенки и среза самой трубы: все эти элементы должны быть максимально ровными. При тщательной подготовке приемки удастся избежать движения разрушающего станка в поперечной плоскости и излишних вибраций. Кроме того, для страховки от обводнения немаловажно подготовить «пол» приемки, осуществив отсыпку щебнем или положив настил из досок» [12].

«Удобный доступ к затягиваемой трубе – это основное требование к приемному котловану.

При помощи крана гидравлический разрушитель опускается в котлован, запускающая его гидравлическая маслостанция находится сверху.

Для правильной работы, чтобы установка более 40 тонн и более не ушла бы под землю без опоры, необходимо использование стального упора, в качестве которого можно использовать плиту 1,1х2,4, толщиной 14 мм» [13].

«Штанги гидравлического разрушителя поступательно скручиваются специальным механизмом и проталкиваются по старому каналу трубопровода до выхода в приемный котлован. Важно отметить, что уклон канала трубы от стартового до приемного котлована не должен превышать 20 градусов, что обусловлено гибкостью штанг разрушителя:

- после выхода штанг в приемный котлован устанавливается разрушающая головка и за ней через цанговый захват труба. Разрушающая головка-нож подбирается исходя из внешнего диаметра протягиваемой трубы (например, 110, 160, 225, 325, 425 мм);
- когда все элементы соединены, установка переключается в режим обратного протягивания и начинается процесс замены старой трубы на новую;
- разрушение происходит одновременно с протаскиванием новой ПНД трубы. Осколки старой трубы вдавливаются в стенки канала разрушающей головкой. Если разрушаемая труба стальная, нож разрушающей головки взрезает ее, а ее голова раскрывает в стороны. В конце процесса разрушения разрушающая головка подходит к установке;
- разрушитель отодвигается от трубы (используется собственный ход штанг как при проталкивании). Между разрушителем и старой трубой устанавливается упорная рама. После этого разрушитель втаскивает разрушающую головку с новой трубой в котлован;
- упорная рама вытаскивается из котлована, вся буксировочная система разбирается и демонтируется. Новая ПЭ труба протянута и готова к присоединению» [19].

Городские Водоканалы используют этот способ прокладки. Другие методы, не выгодны по деньгам и в прицепе бывают невозможны. Данный метод, подразумевает привлечение техники и трудозатрат в наименьшем количестве. После будет необходима отсыпка грунта и облагораживание территории. В данном случае есть большое преимущество в том, что нет

необходимости перекрывать движение, так как используется бестраншейный способ прокладки.

Установки продавливания труб УБПТ, рисунок 33.

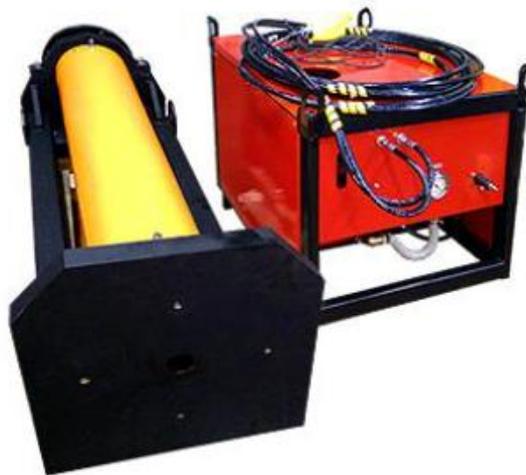


Рисунок 33 – Установка продавливания труб УБПТ-200

«Метод продавливания отличается от процесса горизонтального прокола. В процессе продавливания грунта, при использовании метода коленного бурения, грунт словно пробка, поступает в трубу, которая снабжена специальным ножом.

После чего грунт разрабатывается и удаляется из забоя. Если в процессе бурения труба деформируется, то применяют метод врезания ножевой части по наружному контуру трубы. Благодаря данному методу появляется возможность работать с трубами, значительно большего диаметра от 2000, до 3000 миллиметров. При горизонтальном проколе грунта, вытесненный грунт из скважины элементарно вдавливаются по стенкам скважины» [23].

«При выполнении бурения методом горизонтального прокола, проталкивание трубы осуществляется при помощи мощных домкратов. Через наголовник, благодаря сменным нажимным патрубкам, зажимными хомутами или шомполами передается давление по все проводимой линии. После чего саму трубу постепенно вдавливают, за счет переменного переключения домкратов, работающих обратный и прямой ход. При данной работе создается

давление на трубы примерно 3000 кН. При горизонтальном проколе, можно применить метод гидроразмыва, или же комбинации гидромонитора и шнека. Как правило, работы по продавливанию грунта проводят на расстояние до 100 метров. Скорость выполнения данного вида работ примерно 12 метров за одну рабочую смену, при условии использования гидравлических домкратов.

Горизонтальный прокол или продавливание, при возможности использования данных видов работ можно широко применять, при прокладке инженерных коммуникаций» [21].

Порядок работы по выполнению продавливания стального футляра. «Этот метод, включает в себя последовательность, которую необходимо соблюдать при выполнении работ. К специальной машине, через систему насадок крепится стальная труба необходимого диаметра, которая забивается в грунт. После того как стальная труба или ее часть забита в грунт, машина отсоединяется от трубы. К забитой части трубы «футляра», приваривают новую секцию трубы, после чего подсоединяют машину к наращенной трубе, и машина продолжает забивать ее в грунт. Так повторяется до тех пор, пока стальная труба «футляр», не забьют на необходимую длину. Когда футляр проложен по всей необходимой длине, его очищают с помощью сжатого воздуха, того же компрессора. Если прокладывается футляр диаметром до 20 см., его загоняют с закрытым концом, что исключает его прочистку.

Преимущества прокладки коммуникаций в футляре:

- широкий диапазон диаметров стальных футляров;
- для прокладки футляров не требуется опорная стена;
- малые габариты позволяют, проложить футляр из подвалов здания;
- забивание футляров оказывается гораздо эффективнее других методов, или единственным возможным;
- стальной футляр защитит ваши коммуникации от любых окружающих воздействий» [22].

Установки шнекового бурения, рисунок 34.



Рисунок 34 – Установка направленного шнекового бурения УНШБ-600

Одним из разновидностей оборудования, активно используемого для бестраншейной прокладки коммуникации, являются установки шнекового бурения. Их используют для прокладки без рытья траншеи и с высокой точностью бетонных и полиэтиленовых труб, стальных футляров.

К безусловным плюсам и достоинствам установок шнекового бурения относится:

- отличная эффективность;
- высокая точность бурения, что особенно важно в тех случаях, когда речь идет о самотечных канализациях, работах возле железнодорожных насыпей, рядом с жилыми строениями;
- возможность с их помощью класть коммуникации ниже водоносных грунтовых пластов длиной до ста метров;
- возможность укладки труб диаметром от 100 до 1720 мм;
- возможность выполнять контролируемое ГНБ скважин с глухим концом;
- при использовании дополнительного оборудования имеется возможность расширить функционал. Например, использовать их для санации трубопроводов;
- точная, ровная прокладка трубы без «провисов»;
- установка прекрасно размещается как в прямоугольных, так и в круглых шахтах, может работать из коллекторов и колодцев.

2.3 Технологические особенности и организация работ по реконструкции водопроводной сети

Техническое обслуживание (ТО), текущий ремонт, реконструкцию, и капитальный ремонт производятся согласно степени повреждений сети, а также от трудности ремонтных работ.

ТО – это комплекс манипуляций по поддержанию работоспособности оборудования при его использовании, хранении и перевозке. «В техническое обслуживание включен следующий комплекс работ:

- поддержание в исправном (или только в работоспособном) состоянии оборудования;
- очистка, смазка, регулировка и подтяжка разъемных соединений, замена отдельных составных частей (быстроизнашивающихся деталей) в целях предупреждения и прогрессирующего износа, а также устранение мелких повреждений» [22].

«В объеме технического обслуживания могут выполняться работы по оценке технического состояния оборудования для уточнения сроков и объемов последующих обслуживаний и ремонтов. Результаты технического обслуживания заносятся в Журнал технического обслуживания, находящийся на рабочем месте ответственного за безопасную эксплуатацию очистных сооружений, систем водоснабжения и канализации» [22].

С помощью машин осуществляется реконструкция водопроводов, которые оборудованы спецустройствами (барабаном реверс-машины, реверсивной головкой, валиками, баком для воды, скоростным парогенератором, электрогенератором и распределительным устройством).

Тщательно очищена должна быть внутренняя поверхность отключенного участка водопровода в момент начала работ. В процессе необходимо провести тщательную обработку с помощью скребков, щеток, поршней и пескоструйной для очистки отложений с внутренней поверхности

стенок и сварочного грата (для стальных труб). А уже потом удалить грязь внутри трубы.

Категорически нельзя при температуре ниже 5°C производить реконструкционные работы с использованием синтетических материалов.

На специальном барабане, который закреплен на тележке, на стройку провозят тканевый шланг, который идентичен внутреннему диаметру необходимого участка водопровода. При хранении клей и катушки обязательно должны находиться в тепле. Так же на них не должны попадать солнечные лучи, они плохо влияют на качество шлангов. Длина шланга должна быть равна длине реконструируемого участка.

Для осуществления ремонтно-восстановительных работ в подготовленный для этого конец тканевого шланга заливается заранее приготовленный клей, который будет зависеть от размеров и длины трубопроводного участка. Согласно требованиям, необходимо руководствоваться паспортным данным при подготовке состава клея, он должен быть смешан в строго определенных пропорциях. К ленте прикрепляют конец шланга, с помощью ленты, проходя между двух валиков, шланг будет втягиваться в барабан реверс-машины. Нужно заранее на синтетическом шланге удалить защитную оболочку. При втягивании шланга в барабан реверс-машины необходимо следить за ровным распределением клея по всей его длине, подбирая расстояние между валиками машины. Конец намотанного на барабан реверс-машины шланга прикрепляется к реверсивной головке с подключением ее к барабану реверс-машины. Реверсивная головка, используя сжатый воздух от компрессора, обеспечивает процесс инверсии вводимого в трубопровод покрытого клеем шланга. Скорость подачи шланга в трубопровод не должна превышать 2,5 м/мин, что обеспечивается поддержанием соответствующего давления воздуха в барабане и контролируется с помощью маркировки длины на внешней поверхности шланга.

После вытягивания в реконструируемый водопровод шланга для инициирования процесса отверждения клея внутрь него насосом из парогенератора подается паровоздушная смесь под давлением 0,1–0,3 МПа и при температуре 105 °С. Избыток пара на другом конце трубопровода через регулирующее сбросное устройство отводится в конденсационную емкость или атмосферу. Продолжительность отверждения клея зависит от диаметра и протяженности восстанавливаемого участка и может составлять от 4 до 5 часов. После отверждения клея, во избежание отклеивания шланга от внутренних стенок водопровода, он должен быть охлажден подачей в трубопровод воздуха под давлением не выше 0,3 МПа. Время охлаждения зависит от диаметра и температуры наружного воздуха и может составлять от 2 до 6 часов. Окончание охлаждения определяется температурой, измеренной на дальнем конце восстановленного участка водопровода. Она должна составлять 30°С» [8].

Температура пара должна быть постепенно снижена примерно до 30 °С по окончании процесса отверждения клея. После этого отключается парогенератор и производится продувка воздухом под давлением 0,3 МПа и при температуре 30 °С на удаленном конце восстанавливаемого участка с целью удаления из водопровода основного объема конденсата.

В присутствии представителей эксплуатационной организации восстановленный водопровод после продувки проверяется на качество выполненных работ строительной организацией. С помощи видеокамеры осуществляется проверка. При обнаружении любого видимого дефекта (вздутие и/или разрыв тканевого шланга, наличие гофр и др.) шланг извлекается из трубы.

«Используются следующие технологические процессы. К одному из концов испорченного шланга присоединяется трос от лебедки; шланг по всей длине нагревается паром при температуре 100-105°С и затем медленно вытягивается лебедкой из трубопровода. После этого повторяется весь процесс реконструктивных работ. Полное удаление конденсата может быть осуществлено в процессе промывки восстановленного участка водопровода.

После испытания, промывки и приемки восстановленный трубопроводный участок подключается к действующей системе водоснабжения» [13].

В рассмотренных технологиях используются технологические процессы (подготовка внутренней поверхности ветхого трубопровода и процесс отверждения клеевой композиции в условиях пропаривания), качество выполнения которых трудно контролировать. В то же время от их качественного выполнения зависят как прочность самой оболочки, так и адгезионная связь со стенкой восстанавливаемого водопровода. Для обеспечения долговременной эксплуатации (как заявляют разработчики – 50 лет) обязательным является использование прочностного ресурса труб.

«Применение для реконструкции метода протягивания возможно только при условии, когда наружные размеры нового трубопровода меньше минимальных размеров поперечного сечения полости старого водопровода. Поэтому полимерные трубы выбирают из действующих сортаментов по максимальным значениям средних наружных диаметров. Учитывают также габариты соединений, которые предполагаются к использованию: при сварке встык – максимальные размеры получаемого грата с внешней стороны сварного шва; при сварке внахлест и склеивании – наружный диаметр раструбов; при соединении раструбами на резиновых кольцах – наружные диаметры желобков» [22].

Выбранные по типу и диаметру полимерные трубы проверяют гидравлическим расчетом на соответствие реконструированного участка действующей водопроводной сети другим участкам. «При необходимости увеличения пропускной способности по реконструированному участку повышают напор в водопроводной сети, если прочность остальных ее участков достаточна для восприятия, увеличенного сверх проектной величины напора. Выбор труб по длине (в отрезках или бухтах) связан с принимаемым к реализации технологическим способом прокладки нового трубопровода в старом.

Выбор типовых технологических схем производства реконструктивных работ на ветхих водопроводных сетях, на базе которых должны разрабатываться

конкретные технологические схемы, определяется принятыми способами размещения новых трубопроводов в старых» [18].

Ширина котлованов (траншей) принимается в зависимости от диаметра протягиваемых труб: должны быть обеспечены нормальные условия для удобной установки опорных и прижимных направляющих роликов.

«При больших глубинах заложения трубопроводной сети, а также в стесненных условиях и на поверхности земли применение способа прокладки трубных плетей не всегда возможно из-за отсутствия свободного достаточного пространства для размещения плетей, оборудования и оснастки и невозможности создания надлежащих условий для манипулирования с ними. В таких случаях для проведения работ по реконструкции трубопроводов следует использовать другие типовые технологические схемы, связанные с прокладкой длинных труб.

Использование таких технологических схем предполагает сборку нового трубопровода непосредственно в котловане. При этом применяют трубы длиной, определяемой условиями промышленного изготовления, либо специально заготавливаемые на некотором отдалении от места проведения реконструктивных работ секции, включающие две-три трубы и более. В котлован (траншею) трубы (секции труб) подаются вручную с помощью подъемного крана, автокрана, трубоукладчика и т. д. в зависимости от их массы.

Перед началом проведения восстановительных работ необходимо также осуществить диагностирование камер переключения, выявить наличие просадок, смещений, а затем по возможности определить наличие и место обвалов, просадок труб и т.д. При подготовке к проведению диагностирования, которое выполняется из камер переключения, прекращается подача воды и разъединяются задвижки и тройники» [1].

Для ведения реконструкции по схемам, основанным на технологических способах прокладки трубных плетей и длинных труб, обычно разрабатывают два котлована – входной и приемный. Входной котлован служит для обеспечения ввода протаскиваемой плети в старый трубопровод или для ведения работ по сборке нового трубопровода. Через приемный котлован организуется тяжение

нового полимерного трубопровода. Если позволяют местные условия, тяжение можно осуществить через камеру переключения – в этом случае приемный котлован не разрабатывается.

«Место для разработки котлованов выбирают с учетом конкретной обстановки: застроенности территории, наличия подземных и надземных инженерных и транспортных коммуникаций, удобства расположения оборудования и размещения протаскиваемых труб, а также с учетом состояния элементов восстанавливаемого водопровода.

С целью уменьшения объемов земляных работ котлованы следует разрабатывать в местах наименьшего заглубления водопроводов либо в местах, где имеются просадки на сети. При разработке котлованов с вертикальными боковыми стенками, в неустойчивых грунтах, а также при глубине больше 1,5 м в любых грунтах должны устанавливаться крепления стенок котлована. В местах, где имеются хорошие условия для производства работ, допускается разработка стенок котлованов с углами естественного откоса» [12].

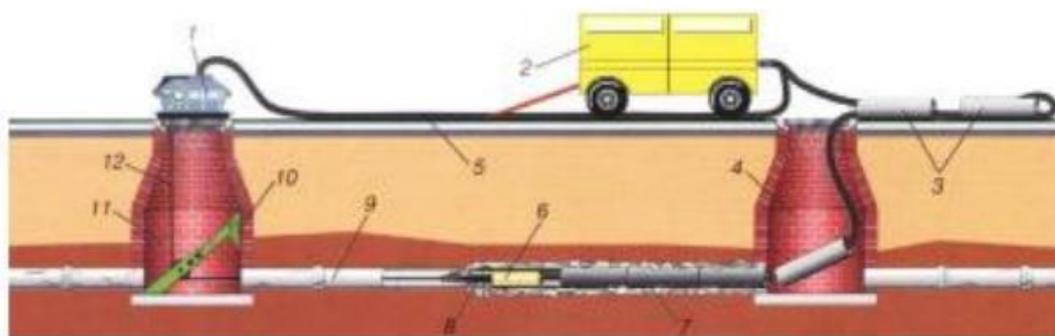
Вывод по главе 2.

Проведен анализ оборудования для обнаружения утечек на проблемных участках водопроводной сети и оборудования для бестраншейной замены, и восстановления водопроводов. Выявлены технологические особенности организации работ по реконструкции водопроводной и водоотводящей сетей.

Глава 3 Разработка рекомендаций по реновации наружных водопроводных и водоотводящих сетей

3.1 Выбор и обоснование методов реконструкции сети

Широкоиспользуется технология прокладки новых трубопроводов с разрушением или без разрушения существующих поврежденных трубопроводов. «Преимущество этой технологии заключается в том, что новые трубы можно восстанавливать, протягивая их в водопровод. Протягивание новых труб в старые трубопроводы перспективно в тех случаях, когда требуется замена трубопроводов путем увеличения диаметра сети, рисунок 35» [18].



1 - пневматическая лебедка, 2 - компрессор, 3 - секции (модули) нового трубопровода, 4 - рабочий колодец, 5 - воздухоотводной шланг, 6 - пневмоударная машина, 7 - новый трубопровод, 8 - расширитель, 9 - заменяемый трубопровод, 10 - анкер, 11 - приёмный колодец, 12 - трос лебедки

Рисунок 35 – Протаскивание нового трубопровода с разрушением старого

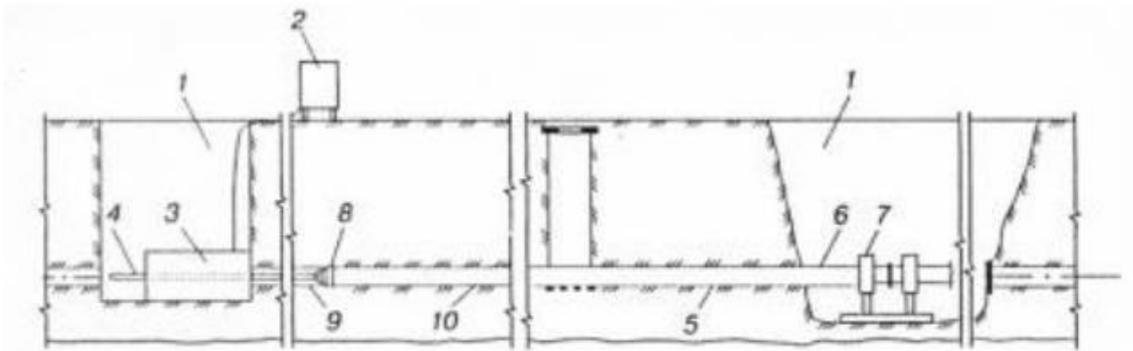
«Эта бестраншейная технология имеет преимущества перед другими технологиями. Благодаря увеличенному диаметру и использованию полимерных труб, они могут выдерживать высокие нагрузки в течение 50-100 лет без стыковых соединений. Кроме того, бестраншейный ремонт можно проводить в новых трубах, не разрушая старые, рисунок 36» [13].



Рисунок 36 – Протаскивание нового трубопровода без разрушения старого

«При этом способе новые полимерные трубы укладываются, сматываются с катушек и втягиваются в часть водопроводной сети с помощью пневматических лебедок и тросов. Перед началом строительно-монтажных работ трасса ограничивается постоянной разметкой и разметкой вскрываемого котлована, что подтверждается актом с приложением схемы ограничения. Работы проводятся в присутствии представителей проектной, строительной и эксплуатирующей организаций. В соответствии с СП42-103 работы по протяжке полиэтиленовых труб внутри старых полиэтиленовых труб проводятся при температуре наружного воздуха ниже плюс 5°С или с использованием специальных нагревательных модулей (тентов). При выборе технической схемы проведения работ по модернизации учитывается способ прокладки новых полиэтиленовых труб внутри старых и их диаметр» [12].

«Наиболее оптимальная схема для условий г.о. Тольятти показана на рисунке 37. На больших глубинах в водопроводной сети и в узких местах на поверхности ремонтно-восстановительные работы проводятся непосредственно в котловане. В этом случае используются специально подготовленные участки, содержащие трубу определенной длины или две, три и более труб» [12].



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

Рисунок 37 – Технологическая схема бестраншейного восстановления трубопровода полиэтиленовыми трубами через трубопровод смежного участка с использованием машины с наборными штангами

«При разработке технологических схем производства восстановительных работ учитывается следующее:

- диаметр восстанавливаемого трубопровода;
- состояние водопроводных колодцев;
- диаметр и длина полиэтиленовых труб;
- глубина залегания трубопровода;
- загруженность поверхности по трассе проведения ремонтных работ;
- сезон проведения работ;
- состояние грунтов;
- возможности строительной-монтажной организации, которая проводит работы (наличие оборудования для протяжки, сварочных устройств и т.п.)» [11].

Проведение земляных работ. При реконструкции трубопроводов систем водоснабжения земляные работы проводятся с учетом требований СНиП 3.02.01-87, СНиП 3.05.04-85 и СП 40-102-2000.

«Место раскопок выбирается в зависимости от существующей городской застройки, удобства размещения оборудования и расположения

протягиваемых труб, наличия подъездных путей, инженерных и транспортных коммуникаций, а также состояния восстанавливаемых элементов трубопровода. Для уменьшения объем земляных работ раскопки производятся на участках с меньшим заглублением трубопровода или при просадке грунта» [9].

Входные котлованы должны быть расположены в удобном месте для втягивания обеих сторон восстанавливаемого трубопровода. Впускные котлованы разрабатываются в виде траншей с уклонами передней и задней стенок, обеспечивающими радиус изгиба трубы не менее 16 наружных диаметров, чтобы не препятствовать втягиванию пучка с поверхности в восстанавливаемый трубопровод.

«Траншеи разрабатываются с плоским дном ниже основания ремонтируемого трубопровода для размещения механизма сборки и протяжки трубы (секции трубы) вдоль оси старого трубопровода. Ремонтируемая часть трубопровода будет удалена. Длина этого участка берется из расчетов, чтобы обеспечить подходящие условия для введения нового трубопровода в старый.

Допускается также разработка стенок котлована с естественным уклоном.

При рытье траншей с вертикальными боковыми стенками в неустойчивом грунте, а также при глубине любого грунта более 1,5 м, стенки траншеи должны иметь опоры. Ширина котлована (траншеи) должна определяться в зависимости от диаметра протягиваемой трубы и обеспечивать условия для установки опорных и нажимных направляющих роликов.

Выемка грунта и засыпка траншеи производится в следующей последовательности. Сначала подготавливают песчаное основание трубопровода толщиной не менее 10 см, затем засыпают песком на высоту до 25 см от верха трубопровода и уплотняют послойно через каждые 10-15 см. Засыпка производится из песчаной кучи с помощью техники» [5].

При использовании полиэтиленовых труб для укладки и засыпки на открытых участках необходимо убедиться, что в грунте нет каменистых

включений или других предметов, которые могут повредить полиэтиленовые трубы.

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

Испытания проводятся на отдельных участках трубопровода между двумя соседними колодцами. Для этого демонтируется запорная арматура в камере и устанавливается металлическая заглушка с патрубком (первый конец) и заглушка без патрубка (второй конец). Испытательное давление создается насосом, подключенным к патрубку, закрепленному на заглушке» [2].

Предварительное гидравлическое испытание напорных трубопроводов проводятся в следующем порядке:

- трубопровод заполняется водой и выдерживается без давления в течение 2 ч;
- в трубопроводе создается испытательное давление (например, 1 МПа) и поддерживается в течение 0,5 ч;
- испытательное давление снижается до расчетного (например, 0,6 МПа) и производится осмотр трубопровода.

«Трубопроводы считаются выдержавшими предварительное гидроиспытание, если при испытательном давлении не обнаружено разрывов в трубах, фитингах и соединительных деталях, а при рабочем давлении не обнаружено видимой утечки воды.

При обнаружении дефектов в стенке трубы или сварных швах они должны быть вырезаны и заменены на качественный участок трубы.

Окончательные испытания реконструированного водопровода на плотность проводятся после протяжки полиэтиленовой плети в старый

трубопровод до засыпки траншеи и установки трубопроводной арматуры. Давление принимается равным расчетному рабочему, умноженному на коэффициент 1,3» [12].

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.

Дефекты, обнаруженные в результате испытаний, должны быть устранены, а затем повторно испытаны по полной программе.

«Если фактическая утечка при испытательном давлении не превышает 1,35 литра в минуту на километр трубопровода, считается, что трубопровод прошел окончательное гидравлическое испытание. Ремонт участков полиэтиленовых трубопроводов, на которых нарушена целостность трубопровода, осуществляется путем замены дефектного участка новой трубой. Поврежденный участок трубопровода ремонтируется из аналогичных материалов с использованием тех же технологий, которые применялись при строительстве отремонтированного трубопровода.

При положительных результатах испытаний дно камеры ремонтируется (если оно повреждено) и производится врезка трубопровода. По завершении работ сеть водопровода проходит хлорирование, окончательную очистку и вводится в эксплуатацию. Открытые участки труб засыпаются на высоту 30 см над верхом трубы с помощью экскаватора-планировщика. Затем грунт выравнивается и уплотняется вручную. Затем грунт засыпается на всю высоту траншеи с помощью бульдозера и послойно уплотняется с помощью электрической трамбовки» [22].

Приемка в эксплуатацию восстановленных трубопроводов проводится, руководствуясь основными положениями СНиП 3.01.04-87, а также СНиП 3.05.04-85.

«При сдаче трубопроводов в эксплуатацию составляются:

- 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;
- установление соответствия выполненных работ проекту (с учётом ранее согласованных изменений);
- акты входного контроля качества труб и соединительных деталей (паспорта на трубы, строительные материалы и детали)» [12].

3.2 Реконструкция водопроводной сети

Выполнению работ по реновации водопровода предшествует комплекс организационно-подготовительных мероприятий:

- назначение ответственного лица за качественное и безопасное производство работ;
- получение производственно-технической документации;
- получение разрешения на производство работ у организации, эксплуатирующей дорогу;
- инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии;
- сооружение подъездов к месту производства работ и планирование монтажной площадки;
- срезка слоя растительного грунта в местах устройства рабочего и приемного котлованов;

- установка передвижных вагончиков для хранения инструментов и бытовых нужд;
- подготовка мест для складирования материалов, инвентаря, и др. необходимого оборудования;
- геодезическая разбивка оси перехода с оформлением акта со схемами расположения знаков;
- ограждение зоны строительства предупредительными знаками, освещенными в ночное время;
- обеспечение связью для оперативно-диспетчерского управления производством работ;
- обеспечение строительной площадки противопожарным инвентарем и средствами сигнализации;
- составить акт готовности объекта к производству работ;
- расстановка дорожных знаков в зоне производства работ.

3.2.1 Общая характеристика трассы линейного объекта

Район работ расположен в д. Брилино Устюженского муниципального района Вологодской области.

Источник водоснабжения – артезианская скважина №117, год начала эксплуатации 1961, глубина 82,5 м, дебит скважины – 1,4 л/с.

Протяженность существующих сетей водопровода – 4200 м, материал – чугун, диаметр магистральных сетей – 100 мм, год начала эксплуатации – 1976, средняя глубина прокладки – 2,2 м от поверхности земли, на сети установлены смотровые колодцы. Также имеется вторая скважина №2125, на данный момент недействующая и водонапорная башня, подключенная в распределительную сеть по принципу контррезервуара [19].

Разрешенная нагрузка согласно техническим условиям составляет 128 м³/сут, напор, создаваемый скважинным насосом составляет 2,5 кг/см².

Население поселка – 380 человек, с учетом возможной перспективы прироста численность населения – 500 человек. Также: среднеобразовательная школа – нормативная наполняемость – 265 человека, в т.ч. группа продленного

дня, группа дошкольного образования, персонал; здание администрации (включает отделение почты и магазин) – 8 стационарных сотрудников; здание котельной – наполняемость 4 человека; Дом культуры – наполняемость 150 мест; ФАП – проходимость 20 человек, 2 стационарных сотрудника; продовольственный магазин – 2 сотрудника.

«Реконструкция системы водоснабжения необходима для улучшения качества питьевого водоснабжения населения деревни Брилино. Водопроводная сеть изношена, имеют место частые прорывы, состояние и количество запорной арматуры приводит к необходимости отключения водоснабжения всего населенного пункта на время ремонта.

Согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 необходимо установить санитарно-защитную полосу вдоль трассы водовода в виде территории, ограниченной условными линиями, проходящими на расстоянии 10 метров с каждой стороны водовода» [12].

В пределах санитарно-защитной полосы водоводов должны отсутствовать источники загрязнения почвы и грунтовых вод. Не допускается прокладка водоводов по территории свалок, полей ассенизации, полей фильтрации, полей орошения, кладбищ, скотомогильников, а также прокладка магистральных водоводов по территории промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

На территории отсутствуют опасные природные процессы, существующие, проектируемые, сносимые здания и сооружения.

3.2.2 Искусственные сооружения, пересечения, примыкания, инженерные коммуникации, подлежащие переустройству

Согласно техническому заданию в данном проекте необходимо:

- определить расчетные расходы водопотребления с учетом подключения перспективных потребителей и полива;
- точку подключения принять от существующего водозаборного сооружения (артезианская буровая скважина № 117), далее запитать

- водонапорную башню, после неераспределительную сеть. Также включить в схему питания сети артезианскую скважину №2125 (подвести к ней новые сети);
- определить оптимальную схему прокладки новых водопроводных линий;
 - диаметры магистральных линий водопроводной сети принять не менее 100мм, выполнить расчет пропускной способности трубопроводов;
 - предусмотреть переключение потребителей к вновь прокладываемому водопроводу с заменой вводов в здания преимущественно без устройства колодцев в местах врезки;
 - выполнить устройство колодцев, оборудованных запорной арматурой для обслуживания водопроводной сети (предусмотреть возможность отключения отдельных участков) и подключения перспективных потребителей;
 - сети водопровода выполнить из полиэтиленовых напорных труб ПЭ100 SDR17ГОСТ 18599-2001, запорная арматура: на магистральной сети – задвижки чугунные фланцевые с обрешиненным клином МЗВ 30ч39р со сроком службы не менее 50 лет; на вводах в здания при небольших диаметрах допускается использовать шаровые краны;
 - трубопроводы проложить на глубине не менее 2,2 м от поверхности земли.
 - трубопроводы в местах прохода дорожного полотна и инженерных коммуникаций предусмотреть методом бестраншейной прокладки (ГНБ) и с разрушением старого трубопровода;
 - заменить существующие водоразборные колонки;
 - предусмотреть устройство узла учета воды, поступающей в сеть водоснабжения.

«Инженерные сети водопровода запроектированы из труб напорных из полиэтилена по ГОСТ 18599-2001, монтаж которых выполняется по СП 40-102-2000, колодцев водопроводных круглых из сборного железобетона по альбомам 901-09-11.84 с устройством люков чугунных для смотровых колодцев по ГОСТ 3634-99. Диаметры вновь проектируемых участков водопровода 63-110мм, диаметры колодцев – 1500мм.

Пересечения проектируемой сети канализации с другими существующими инженерными коммуникациями (надземными и подземными), выполнены с соблюдением требований по минимальным расстояниям как в плане, так и в свету между сетями согласно СП 42.13330.2011. Все пересечения показаны на планах и профилях сети в графической части проекта» [11].

3.2.3 Организация рельефа трассы и инженерная подготовка

В подготовительный период необходимо выполнить снятие дернового слоя, срезку кустарника, в полосе отвода и для обеспечения видимости. Ямы должны быть засыпаны, поверхность спланирована. Утилизация кустарника и порубочных остатков будет производиться согласно справке уполномоченного органа о местах захоронения порубочных остатков.

Продольный профиль обусловлен применением необходимых уклонов для трубопроводов.

Прокладку сетей водоснабжения следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 3.01.01-85* и СП СП 48.13330.2019.

«Ширина траншеи по дну должна быть не менее чем на 40 см больше наружного диаметра трубопровода. При плотных и твердых грунтах на дне траншеи перед укладкой труб следует предусматривать постель из песка толщиной не менее 10 см.

Рекомендуется поставка трубопроводов в бухтах. При необходимости стыковки трубы соединяются контактной сваркой встык» [12], при этом монтаж трубопроводов следует выполнять на бровке траншеи.

При засыпке трубопроводов над верхом трубы обязательно устройство защитного слоя из песчаного или мягкого местного грунта толщиной не менее 30 см, не содержащего твердых включений (щебня, камней, кирпичей и т.д.). Подбивка грунтом трубопровода производится ручным немеханизированным инструментом. Уплотнение грунта в пазухах между стенкой траншеи и трубой, а также всего защитного слоя следует проводить ручной механической трамбовкой до достижения коэффициента уплотнения, установленного проектом. Уплотнение первого защитного слоя толщиной 10 см непосредственно над трубопроводом производят ручным инструментом.

При засыпке пазух и устройстве защитного слоя грунта соединения трубопроводов оставляют незасыпанными до проведения предварительных испытаний на герметичность. Засыпку пазух и уплотнение грунта в приямках производят с использованием механических трамбовок.

Под проездами прокладку трубопроводов производить закрытым способом в стальных футлярах с помощью установки горизонтально-направленного бурения.

Земляные работы в местах пересечения существующих коммуникаций вести в присутствии представителей. Кабельные сети подвесить.

Монтаж узлов в колодцах производят одновременно с прокладкой трубопровода. Присоединение трубопроводов к фланцам, запорной и регулирующей арматуре производят перед засыпкой трубопровода защитным слоем грунта, без затяжки болтов. Окончательная затяжка болтовых соединений выполняется непосредственно перед гидравлическим испытанием системы.

3.2.4 ГНБ с помощью мобильной буровой установки МНБ-50

Горизонтальное направленное бурение – это многоэтапная технология бестраншейной прокладки подземных инженерных коммуникаций при помощи, специализированной мобильной буровой установки МНБ-50 (Рисунок 38), позволяющая вести управляемую проходку по криволинейной траектории, расширять скважину, протягивать трубопровод. Бурение ведется под контролем системы локации. Технология прокладки защитного кожуха

методом горизонтального бурения основана на сочетании трёх одновременно протекающих процессов:

- механическое продавливание грунта буровой штангой;
- расширение проколотой скважины;
- протаскивание трубопровода в готовую скважину.

БЕЛОРУССКИЕ
БЕСТРАНШЕЙНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
МЕМПЭКС

+375 (17) 542-35-24
ptamempex@rambler.ru

Машина направленного бурения МНБ-50

Бестраншейная прокладка трубопроводов

Тяговое усилие - 50 тонн

Назначение:
- проколы до 120 м (диам. до 315 мм);
- замена до 200 м (диам. до 315 мм).

Работает в зимних условиях,
не требует бентонитовых смесей.

3 варианта размещения:
- приямок (в коробе);
- опалубка ОР-1,5;
- колодец (диам. 1500 мм).

Подробнее на www.memtex.by



Рисунок 38 – Мобильная буровая установка МНБ-50

«Технологию прокладки защитного кожуха методом горизонтального бурения не рекомендуется использовать в водонасыщенных и сыпучих грунтах во избежание "утечки" грунта через полость защитного кожуха, в результате чего может произойти разрушение дорожной насыпи.

Установка горизонтально-направленного бурения МНБ-50 решает строительные задачи по устройству закрытых переходов трубопроводов путем сооружения дюкеров методом прокола с одновременной протяжкой полиэтиленовых или стальных труб диаметрами 63 мм, 90 мм, 110 мм, 160 мм,

225 мм, 315 мм из бокса на глубинах до 1,5-2,0 м, протяжённостью до 120 метров» [19].

Принцип работы установки МНБ-50 заключается в следующем:

Гидростанция подает масло под определенным давлением. Силовой цилиндр (челюсти домкрата, хватающие штангу) ухватывает металлическую штангу длиной 1,0 м и диаметром 45,0 мм и вдавливают ее в грунт. Затем наращивается следующая штанга и в свою очередь вдавливается в грунтовый массив. Острие бура скошено на одну сторону от оси, данная асимметрия определенным образом имитирует крыло самолета.

Если штанга со скошенным острием вдавливается в грунт с вращением, то прокол осуществляется прямолинейно.

Если же вращение приостанавливается, то острие, продвигаясь в грунте, поворачивается в сторону, противоположную скосу (в этом случае скос отдавливает бур подобно тому, как подъемная сила поддерживает крыло).

«Для того, чтобы оператор знал о положении инструмента и корректировал его, внутри буровой головки находится датчик с батарейками. Этот датчик испускает импульсы на поверхность грунта, а оператор, вооруженный локатором, улавливающим эти импульсы, их отслеживает. Всю нужную информацию оператор видит на жидкокристаллическом мониторе локатора (в частности, расстояние в сантиметрах от поверхности грунта до бура). Оператор видит на мониторе так называемые "часы" – стилизованный циферблат.

Если, например, в определенный момент на нем высвечивается "12 часов" (верх циферблата), то это означает, что, если в этот момент вращение бура приостановить и просто вдавливать его, то он будет подниматься вверх (формы). Он видит, углубляется или поднимается буровая головка, и в соответствии с увиденным принимает решение, связанное с дальнейшей работой бура: либо, вращая его, идет прямолинейно, либо, остановив вращение в определенной точке с определенным градусом, уходит куда-то в сторону. Таким образом, чередуя вращательное и поступательное движение, буровая колонна приходит точно в цель» [5].

3.3 Реконструкция водоотводящей сети

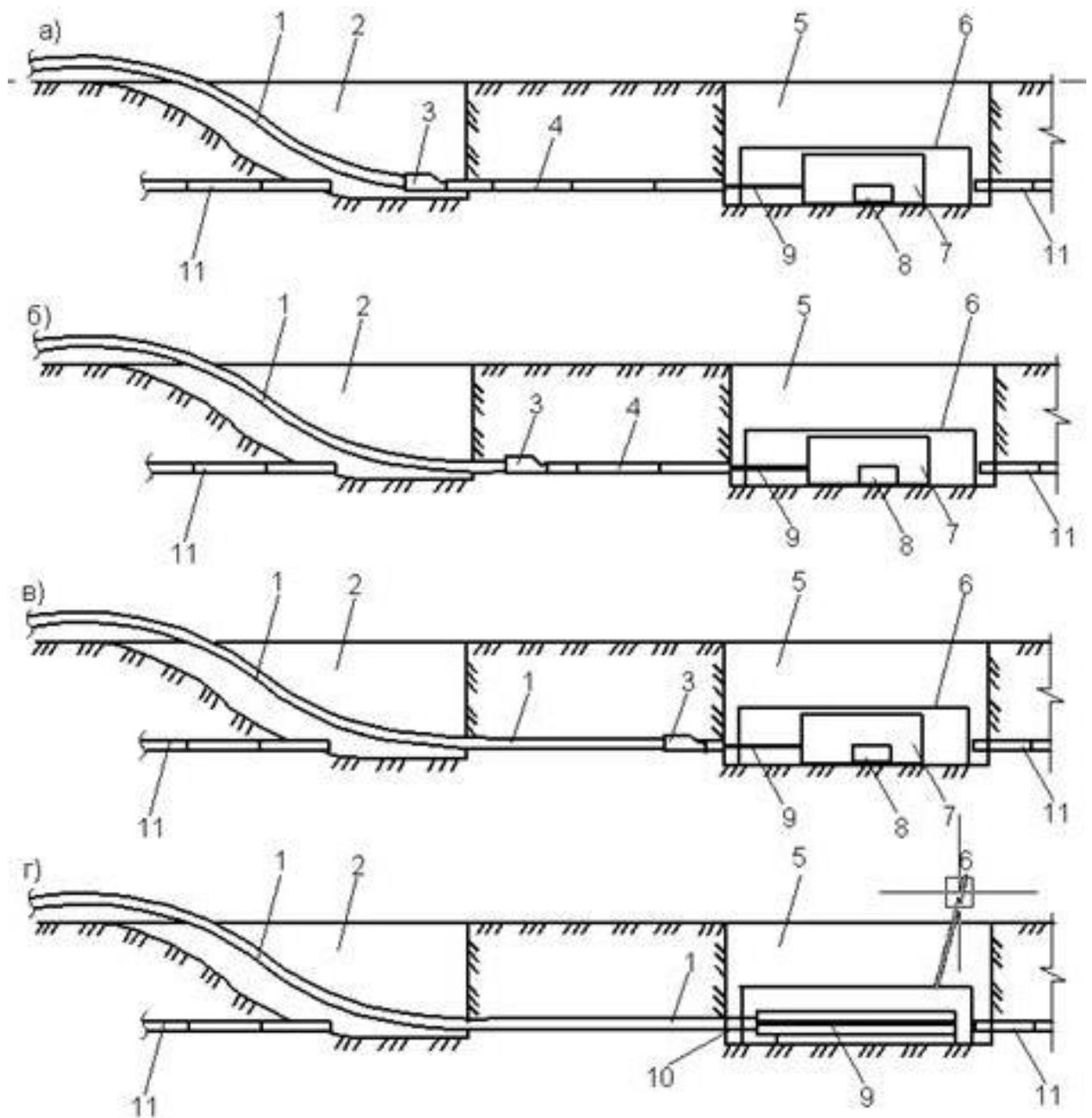
Работы по бестраншейной замене старых (керамических или чугунных) подземных канализационных трубопроводов с разрушением на новые полиэтиленовые или трубы ВЧШГ диаметром от 80 до 280 мм в грунтах до 3-й категории включительно выполняются с помощью установки Grundoburst400G. Длина восстанавливаемых участков подземных трубопроводов – до 200 м.

«Схема работы установкой Grundoburst400G по замене старых труб на новые приведена на рисунке 39 и 40.

Работы выполняются при соблюдении следующих условий и особенностей производства работ:

- освещение рабочих мест должно быть не менее 50 лк в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046;
- работы по восстановлению подземных трубопроводов с помощью установкой Grundoburst400G выполняют при температуре окружающего воздуха от минус 20°С до плюс 40°С;
- выгрузку, монтаж технологического оборудования и подачу новых труб выполняют с использованием автомобильного крана грузоподъемностью 10 т.;
- влажностный режим не ограничен;
- запрещается выполнение работ при гололедице, сильном снегопаде, дожде и грозе» [28].

Технология протаскивания полиэтиленовой трубы с разрушением старой позволяет сохранить конфигурацию сетей, уклоны, а также увеличить сечение трубопровода, и соответственно пропускную способность систем водоснабжения и водоотведения.



- а – установка ножа с трубой в разрушаемый трубопровод;
 б – разрушение старой трубы с протаскиванием новой трубы;
 в – окончание разрушения старой трубы;
 г – установка гидроцилиндров для демонтажа ножа
- 1 – новая труба; 2 – приемный котлован; 3 – разрушающий (режущий нож);
 4 – разрушаемый трубопровод; 5 – стартовый котлован; 6 – металлическая опалубка;
 7 – установка Grundoburst 400G; 8 – контейнер со штангами; 9 – кассеты со штангами; 10 – гидроцилиндры; 11 – существующий трубопровод

Рисунок 39 – Схема работы установки Grundoburst400G



Рисунок 40 – Установка Grundoburst в работе

«Подрядная строительная организация, осуществляющая восстановление подземных трубопроводов методом разрушения, должна иметь проект производства работ, а также исполнительные чертежи, отражающие инженерно-геологические условия, существующие и ликвидируемые коммуникации.

В состав работ, входят:

- подготовительные работы;
- основные работы: бестраншейная прокладка и замена керамических и чугунных канализационных трубопроводов с разрушением на полиэтиленовые или трубы ВЧШГ» [9];
- вспомогательные работы;
- заключительные работы.

3.3 Рекомендации по реновации водопроводных и водоотводящих сетей

В результате санации ликвидируют следующие дефекты:

- свищи, сквозные отверстия, продольные и поперечные трещины, которые относятся к структурным дефектам;

- старение труб, появление ржавчины внутри трубопровода, бугристые наросты и биообрастания, которые относятся к функциональным дефектам;
- деформация трубопроводов, полученная при укладке водопровода, что относится к дефектам некачественного монтажа.

«Технология выполнения санации должна обеспечивать водопроводу механическую прочность для противостояния постоянных нагрузок (давления земли, покрытий и др.) и временных (автотранспорта и других механизмов). При восстановлении водопровода не должно сопровождаться ухудшение свойств трубопровода, появление дополнительных проблем, таких как, ухудшение гидравлических характеристик протока воды и других).

На основании проведенного анализа и сравнительных характеристик трубопроводов из различных материалов, которые используются при строительстве и реконструкции систем водоснабжения традиционным и бестраншейным методом, а также участия при проведении инженерных работ по санации водопроводной сети были разработаны следующие рекомендации» [12].

При санации водопроводов должны быть нанесены следующие типы защитных облицовок (покрытий):

- на стальных и чугунных сетях водоснабжения и водоотведения набрызговые (облицовка цементно-песчаным покрытием);
- на напорных и безнапорных сетях различного диаметра сплошных (протяжка гибких полиэтиленовых оболочек или пластиковых труб с разрушением или сохранением старого трубопровода;
- наложение временных и постоянных бандажей (точечных) внутри водопроводов.

В результате санации необходимо достигать следующих результатов:

- предотвращение коррозии металлических трубопроводов в результате пассивного (изоляции стенок труб) и активного (появления на стенках оксидов железа) эффектов защиты;

- обеспечение необходимого уровня надежности водопроводов и за счет этого снижение аварийности на водопроводных трассах;
- сохранение, а иногда и улучшение гидравлических характеристик для трубопроводов больших диаметров за счет уменьшения коэффициента гидравлического трения ввиду применения полимеров;
- уменьшение или даже полное предотвращение инфильтрации и эксфильтрации, что улучшает экологическую обстановку и снижает нагрузки на насосные станции и очистные сооружения.

Выводы по главе 3.

Проведенный анализ различных методов бестраншейного восстановления напорных и безнапорных водопроводов показывает, что нет универсального подхода к их восстановлению или замене.

Любой из приведенных бестраншейных методов ограничен различными условиями применения, которые должны отвечать техническим условиям на конкретных объектах, а также материальным возможностям организаций, которые занимаются эксплуатацией водопроводов.

Основным критерием выбора принятия того или иного метода восстановления, должна служить научно обоснованная стратегия санации водопроводов.

Заключение

Применение бестраншейных технологий при реновации водопроводных и канализационных сетей в условиях городской застройки является наиболее перспективным.

Работы по санации и восстановлению трубопроводов независимо от применяемого метода в обязательном порядке требуют комплексного подхода к диагностике и обследованию трубопроводных систем.

Анализ эксплуатационных проблем на водопроводных сетях показал возможные направления их реновации:

- замена существующих трубопроводов с их разрушением на новые (стальных, чугунных, бетонных, керамических, асбестоцементных);
- протаскивание новых трубопроводов меньшего сечения в существующие;
- применение сплошных набрызговых покрытий на основе цементно-песчаных растворов, а также эпоксидных смол на внутреннюю поверхность трубопровода;
- применение покрытий в виде гибких полимерных рукавов (оболочек, мембран, рубашек) или труб из различных материалов;
- использование сплошных покрытий из отдельных элементов на основе листовых материалов (гибкого полиэтилена или твердого стекло пластика);
- применение спиральных полимерных оболочек;
- использование точечных (местных) защитных покрытий.

Использование метода ГНБ при прокладке новых трубопроводов под различными дорожными покрытиями и препятствиями в городской застройке.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Аверкеев И.А, Орлов В.А. Применение полимерного покрытия, обеспечивающего прочность системы // Журнал «Технологии мира». 2013. № 4. с. 25-27.
2. Аверкеев И.А. Исследование прочностных возможностей защитного покрытия водопроводных труб в период их реновации // Журнал «Вода Magazine». 2013. № 5. с. 46-47.
3. Балтаханов А.Х. / Санация напорных стальных трубопроводов // Технологии Мира. - 2010. - №4. - с. 31-34.
4. Ишмуратов Р.Р., Орлов В.А., Степанов В.Д. Опыт применения бестраншейной спирально-навивочной технологии восстановления трубопроводов на объектах Москвы // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». 2013. № 6. с. 27-32.
5. Князев А.Ю., Астахова Н.К., Орлов В.А. Бестраншейные технологии. Реновация трубопроводов при минимальных демонтажных работах // Журнал «Технологии Мира». 2013. № 1. с. 21-24.
6. Краснов В.И. Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений. Учебное пособие – М.: ИНФРА-М, 2008 – 238с. 86
7. Наздрачев И.Ю. / Техничко-экономическое сравнение вариантов проектирования ремонта трубопроводов систем водоснабжения // Проблемы развития транспортных и инженерных коммуникаций. -2007.-№ 3-4.- 28-39.
8. Орлов В.А. Строительство и реконструкция инженерных сетей и сооружений: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Орлов – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 304 с.
9. Орлов Е.В., Шлычков Д.И. / Автоматизированная программа расчета гидравлических параметров трубопровода при его реновации альтернативными покрытиями // Вестник МГСУ. -2010.-№ 1.- с. 231-235.
10. Орлов В.А., Шлычков Д.И., Коблова Е.В. / Оценка эффективности 87 реновации трубопроводов профильными полимерными трубами и защитными

оболочками в условиях возможного теплового расширения и дефектов тела трубы // Вестник МГСУ. -2011.- № 6. -с. 615-624

11. Орлов В.А., Шлычков Д.И., Коблова Е.В. / Реновация трубопроводов как средство энергосбережения при реализации бестраншейных технологий // Вестник МГСУ. -2011.- № 6. -с. 590-595.

12. Орлов В.А., Шлычков Д.И., Коблова Е.В. / Эффективность реновации трубопроводов профилированными полимерными трубами// Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». - 2011.-№ 11.-е. 10-14.

13. Орлов В.А. Системный анализ состояния и тактика реновации водопроводных и водоотводящих сетей (Автореферат докторской диссертации) //М.: МГСУ. 2009. 34 с.

14. Орлов В.А., Зверев П.В. Локализация дефектов трубопроводов с помощью местного ремонта //Журнал «Научное обозрение». 2014. № 7. с. 647-650.

15. Орлов В.А. Бионика и бестраншейная реновация трубопроводных сетей //Журнал «Научное обозрение». 2013. № 3. с. 147-151.

16. Отставнов А.А., Устюгов В.А., Примин О.Г. и другие / Энергосберегающие бестраншейные технологии // Сантехника, отопление, кондиционирование (СОК). - 2010.-№ 8.- с. 14-20.

17. Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей (утверждено НТС ГОССТРОЯ РОССИИ от 16.09.2003 за № 01-НС-15/3) // Прима-ПрессМ.- 2003. -40 с.

18. Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей (утверждено НТС ГОССТРОЯ РОССИИ от 16.09.2003 за № 01-НС-15/3) //М.: ПримаПресс-М. 2003. 40 с.

19. Сайриддинов, С. Ш. Обеспечение технологической и экологической безопасности трубопроводов систем водоснабжения / С. Ш. Сайриддинов // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России : Сборник статей, Пенза, 19–20 января 2017 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – С. 74-83. – EDN YQHGZV.

20. Сомов М.А., Журба М.Г. Водоснабжение. Том 1. Системы забора, подачи и распределения воды. Учебник для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 2008 – 262с, 151 ил. – ISBN 978-5-93093-565-3.

21. Справочник. Бестраншейные технологии в России. Российское Общество по внедрению Бестраншейных Технологий – издательство: ТА Инжиниринг, 2006 – 304с.

22. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей. – М.: ТИМР, 2009 – 179с.

23. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Реконструкция трубопроводных 91 систем. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008 – 216с.

24. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А., Отставнов А.А. Регламент использования полиэтиленовых труб для реконструкции сетей водоснабжения и водоотведения. - М.: Миклош, 2007 – 264с.

25. Хренов К.Е., Аверкеев И.А., Орлов В.А., Нечитаева В.А. Прочностные исследования органических защитных покрытий, используемых при бестраншейной реновации трубопроводов //Журнал «Естественные и технические науки». 2015. № 2. С. 158-159.

26. Шлычков Д.И., Орлов В.А., / Исследование гидравлических характеристик труб с цементно-песчаным покрытием // Издание ГОУ ВПО МГСУ Материалы XIV Международной межвузовской научно практической конференции молодых ученых, докторантов и аспирантов. -2011. -с. 321- 327.

27. Lemme H. / New construction of a storm water overflow channel DN 1000 in micro tunnel construction using reinforced concrete and glass fibre plastic boring pipes // 6* International Pipeline Construction Symposium, Berlin March 2009 (Материалы 6-го Международного симпозиума по трубопроводам, Берлин, март 2009 г.).

28. Liefke M. / Renovation of a rain water collector using inliner elements made of 92 glass fibre plastic // 6* International Pipeline Construction Symposium,

Berlin March 2009 (Материалы 6-го Международного симпозиума по трубопроводам, Берлин, март 2009 г.).

29. Patrick J. Conroy, Carlos A. Latorre, and Lillian D. Wakeley. Installation of Fiber-Optic Cables Under Flood-Protection Structures Using Horizontal Directional Drilling Techniques. 2002. p. 74.

30. Spruch H. / Exchanging a drinking water supply pipeline without the use of trenches // 6* International Pipeline Construction Symposium, Berlin March 2009 (Материалы 6-го Международного симпозиума по трубопроводам, Берлин, март 2009 г.). Zwierzchowska A. / Optymalizacja doboru metod bezwykopowej budowy // Politechnika swietokrzyska. -2003. - p. 160.

31. Zwierzchowska A. / Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych// Politechnika swietokrzyska. - 2006. - p. 180