

УДК 628.144

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПОСЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА

Л.В. Лычкина, студент гр. ВВб-141, II курс
Научный руководитель: Я.Ю. Горбань, ассистент кафедры СКВиВ
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

подавляющее большинство водопроводных сетей в России находятся в плачевном состоянии. Возраст в 40–60 лет является критическим для старой водопроводной трубы советского образца. В идеале металлические трубопроводы нуждаются в замене на более современные полиэтиленовые, пластиковые или пластиковые трубы с металлическими вставками, т.к. качество питьевой воды, подаваемой потребителю напрямую, зависит от состояния трубопроводов. Известно, что 80% всех магистральных водоводов в России собраны из стальных труб, уличная водопроводная сеть – из чугунных труб с заделкой стыков цементными растворами, 10–15% – пластмассовые трубы (полиэтиленовые, полипропиленовые и др.), остальное – медные трубы. Стальные трубы не имеют должной защиты от внешней и внутренней коррозии и начинают течь через 5–6 лет, создавая аварийные ситуации в сетях. Потери воды от повреждений на трубопроводах в виде трещин, разрывов и разгерметизации стыков составляют от 8 до 40% от объема воды, поданной в сеть. Однако выполнить одновременную замену сотен или даже тысяч километров трубы не под силу ни одному предприятию жилищного коммунальному хозяйству и ни одному ведомству. Возможна лишь поэтапная замена участков трубопровода, начиная с самых изношенных. Выявляются данные участки при помощи диагностики трубопроводов, которая дает возможность определить степень износа трубы и целесообразность дальнейшего использования участка водопровода.

При прохождении воды по трубам в ней увеличивается содержание железа. В основном это связано с присутствием в природных водах растворенного кислорода в концентрациях 5–15 мг/л, в зависимости от времени года, температуры, фотосинтеза водных растений, наличия планктона или ледяного покрова. Присутствующий в воде кислород, который является инициатором коррозии, переводит железо стенок трубопроводов в ионную форму (в раствор). Только по этой причине концентрация железа в питьевой воде может составить 2–10 мг/л, что в 10–30 раз выше предельно допустимой концентрации. Результаты исследований показали, что вода, содержащая железо в концентрации 0,3 мг/л (гигиеническая норма), безопасна для здоровья населения, в концентрации 10 мг/л и выше обладает аллергенным действием. У отдельных лиц, предрасположенных к аллергии, возможно появление аллергенных

реакций при длительном использовании воды с содержанием железа 2–5 мг/л. Вода, содержащая повышенные концентрации железа, способствует развитию колоний железобактерий, при отмирании которых внутри труб накапливается плотный черный осадок, в результате уменьшается диаметр труб [1].

Со временем в результате интенсивной эксплуатации трубопровода возможно механическое или химическое разрушение защитного слоя. Механическое разрушение покрытия вызывается следующими факторами: избыточная проницаемость покрытия, которая исключается при его плотности 300–400 кг/м³; появление трещин – в основном из-за нарушения технологии приготовления и нанесения покрытия; эрозия, проявляющаяся при скорости течения воды по трубам более 4 м/с или при больших температурных перепадах.

Ремонт трубопроводов – достаточно сложная задача, требующая профессионализма и опыта специалистов, его осуществляющих. Достаточно часто ситуация не позволяет быстро и без существенных затрат полностью заменить прежние трубы водопроводной системы на новые, однако устранять возникшую неисправность все же нужно [2].

Современные технологии позволяют определить дефекты труб и осуществить ремонт. Так, компания T. D. Williamson накопила достаточно большой опыт выявления небольших и неглубоких (плоских) дефектов [3] с помощью внутритрубных ультразвуковых дефектоскопов с использованием пьезоэлектрических датчиков. В течение долгого времени использовались ручные пьезоэлектрические датчики для дефектоскопии различных материалов и конструктивных элементов, в том числе трубопроводов. При внутритрубной дефектоскопии пьезоэлектрические устройства (датчики) монтируются на корпусе перемещающегося по трубопроводу дефектоскопа. Датчики являются составной частью электронной системы. Однако внутритрубная инспекция характеризуется значительно большей сложностью по сравнению с ручной, особенно при выявлении дефектов на небольших по площади участках трубопроводов или других структур. При применении, ручных дефектоскопов датчики дают возможность произвести многократное сканирование на сосредоточенном участке. Движущийся же по трубопроводу внутритрубный дефектоскоп проводит сканирование данного участка однократно. Кроме того, перемещение дефектоскопа означает, что датчики работают в нестабильных условиях, в том числе может изменяться угол их наклона по отношению к стенке трубопровода. Достаточно же надежные измерения толщины стенки трубопровода могут быть выполнены только в том случае, если оси датчиков сохраняют перпендикулярность к стенке (допустимое отклонение 2–3°). Необходимо также учитывать влияние шумов на уровень и характер сигналов в режиме приема.

Выбор конкретного метода восстановления трубопроводов и обоснование возможности его применения зависят от состояния трубопровода после прочистки и результатов теледиагностики, а также возможностей размещения

и использования соответствующего оборудования и механизмов для реализации метода на месте санации.

Анализ возможностей различных методов бестраншейного восстановления напорных и безнапорных сетей свидетельствует, что не существует универсального подхода к их ремонту или замене. Каждый из предложенных бестраншейных методов ограничен соответствующими рамками применения, которые должны удовлетворять сложившимся техническим условиям на различных объектах, а также материальным и другим возможностям эксплуатирующих сети организаций. Критерием принятия решений по конкретным объектам восстановления, а также оптимальным методам их реализации должна служить научно обоснованная стратегия реновации водопроводных сетей.

Основной способ бестраншейного восстановления (реконструкции и ремонта) подземных трубопроводов различного назначения – нанесение внутренних защитных покрытий (облицовок, оболочек, рубашек, мембран, вставок и т.д.) по всей длине трубопровода или в отдельных его местах. Согласно современной международной классификации внутренние защитные покрытия могут выполняться в виде набрызговых оболочек, сплошных покрытий, спиральных оболочек, точечных (местных) покрытий.

Наиболее распространены следующие методы восстановления водопроводных сетей бестраншейными способами:

- нанесение цементно-песчаных покрытий (ЦПП) на внутреннюю поверхность восстанавливаемого трубопровода;
- протаскивание нового трубопровода в поврежденный старый (с его разрушением и без разрушения) с помощью специальных устройств, например пневмопробойников;
- протаскивание гибкой полимерной трубы (предварительно сжатой или сложенной U-образной формы) внутрь ремонтируемого трубопровода;
- протаскивание сплошных защитных покрытий из различных полимерных материалов;
- использование гибких элементов из листового материала с зубчатой скрепляющей структурой;
- использование гибкого комбинированного рукава (чулка), позволяющего формировать новую композитную трубу внутри старой;
- использование рулонной навивки (бесконечной профильной ленты) на внутреннюю поверхность старого трубопровода;
- нанесение точечных (местных) покрытий и др.

В настоящее время основными и наиболее распространенными в отечественной практике методами санации водопроводных сетей являются нанесение цементно-песчаных покрытий, а также использование внутренних полимерных покрытий [4] с выполнением комплекса мер по защите трубопроводов от внешних коррозионных воздействий. К перспективным методам бестраншейного восстановления трубопроводов относится их санирование с по-

мощью протаскиваемых в старый трубопровод новых полимерных труб (например, Слип-лайнинг, У-лайнер, Свейдж-лайнинг и др.).

Санация трубопроводов путем нанесения цементно-песчаных покрытий производится специальными агрегатами (метательными воздушными центрифугами с центробежными головками) и разглаживающими устройствами. Область применения метода санации путем нанесения цементно-песчаных покрытий – стальные и чугунные трубы независимо от давления воды [5]. Диапазон наружных диаметров для санации стальных труб составляет 76–2020 мм. Метод используется при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод. В качестве исходных материалов для приготовления раствора используют портландцемент марки М500 – ГОСТ 10178–85 и мелкозернистый кварцевый песок, фракционированный по ГОСТ 8736–93 и ТУ 39–1554–91. [6].

В последнее время альтернативой нанесению цементно-песчаных покрытий на внутреннюю поверхность трубопроводов служит напыление быстро затвердевающих на воздухе специальных составов, стойких к агрессивным веществам, например по методу «Трайтон», разработанному фирмой «CUES» (США). В отличие от цементирования, при котором наносится достаточно толстый слой защитной оболочки и не исключено ее сползание под действием силы тяжести, облицовка «Трайтон», в состав которой входит более 20 различных веществ, имеет толщину 1 мм и застывает в течение 30 минут, тогда как цементно-песчаное покрытие твердеет 24 часа.

Следует отметить, что применение метода ремонта трубопроводов с нанесением цементно-песчаных покрытий не всегда возможно или неэффективно при разветвленной сети, включающей трубопроводы разного диаметра. В этих случаях при нанесении цементно-песчаных покрытий может произойти закупорка ответвлений (перемычек) с меньшими проходными сечениями.

Протаскивание нового трубопровода в поврежденный старый (с его разрушением и без разрушения). Основным достоинством данного метода является возможность восстановления сильно разрушенных трубопроводов путем прокладки нового. Протаскивание нового трубопровода в старый наиболее перспективно в тех случаях, когда необходима полная замена ветхого трубопровода с увеличением диаметра сети. Применение для реконструкции водопроводных сетей данного метода протягивания полимерных труб возможно при условии, когда наружные размеры нового трубопровода меньше минимальных размеров поперечного сечения полости старого водопровода [7]. 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 врасруб и склеивании – наружный диаметр расрубов. При соединении расрубками на резиновых кольцах – наружные диаметры желобков.

В отечественной и зарубежной практике широкое применение получил метод разрушения старых труб по трассе между двумя колодцами с протаскиванием в освобождающееся пространство отдельных трубчатых модулей.

Каждый из перечисленных методов восстановления отличается специфическими особенностями и имеет свои преимущества, определяющие область его применения. Целесообразность использования того или иного метода уточняется после детальных диагностических обследований и заключения технической экспертизы. В каждом конкретном случае рассмотрению подлежат состояние трубопровода, его размеры, вид транспортируемой среды, окружающая подземная инфраструктура, тип грунтов, наличие подземных вод и ряд других факторов, способных повлиять на выбор метода восстановления.

Список литературы:

1. Состояние водопроводных сетей // <http://ecoflash.narod.ru> URL: http://ecoflash.narod.ru/ochistka_3.htm (дата обращения: 20.03.16).
2. Ремонт трубопровода // <http://vstm-e.ru/> URL: <http://vstm-e.ru/remont-truboprovoda/> (дата обращения: 20.03.2016).
3. Жумаев, К. К. Выявление внутренних и наружных дефектов трубопроводов ультразвуковыми дефектоскопами / К. К. Жумаев, Н. О. Каландаров // Молодой ученый. – 2014. – № 16. – С. 67-68.
4. Классификация методов бестраншейного восстановления трубопроводов // <http://ros-pipe.ru/clauses> URL: <http://ros-pipe.ru/clauses/stroitelstvo-remont-truboprovodov/klassifikatsiya-metodov-bestransheynogo-vostranovl/> (дата обращения: 18.03.2016).
5. Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей (утверждено НТС Госстрой России от 16.09.2003. за № 01-НС15/3) // Прима-Пресс-М. – 2003. – 40 с.
6. ТУ 39-1554-91 Песок кварцевый фракционированный для крепления трещин гидроразрыва пласта, гидropескоструйной перфорации и гравийных фильтров. 11 с.
7. Храменков, С. В. Современные методы реконструкции Московского водопровода / С. В. Храменков, Н. С. Генералов, С. В. Баранов, М. В. Артюшин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 10. – С. 30-41.