

УДК 621.1 (075.32)

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТРУБ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Кучко Д.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Герасимова А.Г.

Тепловые сети – это сложнейшие технические системы, состоящие из множества элементов и конструкций. Выход из строя любой части данной системы может грозить нарушением работы всей теплосети и поэтому ремонт теплопровода является ответственной и достаточно сложной задачей. За счет своевременных и регулярных ремонтно-восстановительных, профилактических работ срок службы теплопровода можно продлить в несколько раз.

Традиционно ремонт тепловых сетей осуществляется открытым способом, который включает в себя следующие этапы [2]:

- разрытие траншеи нужной глубины;
- подготовка основания трубопровода;
- последующая укладка в неё новой трубы;
- обратная засыпка;
- восстановление почвы и зеленых насаждений, благоустройство объекта.

Ремонт открытым способом на территории городов, связан с множеством сложностей – это и сами земляные работы, отвалы грунта, выхлопные газы от используемой техники, шум и грохот, в некоторых случаях возникает необходимость убирать асфальт или выкорчевывать деревья.

При ремонте трубопроводов тепловых сетей, разрушаемых от внутренней коррозии, открытый способ ремонта можно заменить на бестраншейную технологию ремонта (без вскрытия трубопроводов снаружи), что позволит практически полностью избежать вышеуказанных проблем.

Технология ремонта трубопроводов изнутри не является новой. Начало данной технологии положено в послевоенной Германии, когда ремонт труб водопровода и канализации в условиях плотной городской застройки и с целью экономии денежных средств, начали проводить без применения открытых методов (без вскрытия снаружи).

На сегодняшний день данная технология успешно применяется более 50 лет во многих странах для ремонта трубопроводов питьевой воды и стоков. Инновационной эта технология стала благодаря последним достижениям строительной химии, которые позволили создать защитно-ремонтный материал, обеспечивающий высокую стойкость к напряженным эксплуатационным нагрузкам тепловых сетей и необходимую технологичность для соответствия жестким условиям ремонта (по срокам и ограниченности доступа к трубопроводу) [2].

Существует несколько наиболее распространенных методов бестраншейного ремонта и восстановления теплопроводов (санация) – метод нанесения цементно-песчаной изоляции, метод «труба в трубе» (метод релейнинга), метод «чулка» и метод восстановления на сжатом воздухе. Выбор метода зависит от состава и состояния грунта, расположения других инженерных сетей и прочих технических условий.

Самым простым и дешевым методом ремонта является способ нанесения цементно-песчаной изоляции. К числу достоинств рассматриваемого метода ремонта трубопроводов необходимо также отнести высокую экологическую безопасность и надежность самого слоя. Цементно-песчаные покрытия наносятся достаточно быстро (порядка 100 погонных метров в день), имеют сравнительно невысокую стоимость и обладают высокими механическими и антикоррозионными свойствами. Это единственное известное покрытие, которое обладает свойствами пассивной и активной антикоррозионной защиты. Кроме того, нанесенное на внутреннюю поверхность эксплуатируемых трубопроводов цементно-песчаное покрытие позволяет локализовать и прекратить развитие повреждений, возникших на наружной

поверхности металла труб и вызванных сквозной коррозией; в ходе дальнейшей эксплуатации на покрытии не образуются отложения.

При использовании аналогичного способа для защиты трубопроводов тепловых сетей к цементным смесям предъявляются более жесткие требования, чем в случае сетей водоснабжения, обусловленные, в первую очередь, высокими температурами теплоносителя (до 150 °С), величиной давления в трубопроводе и другими условиями, характерными для систем теплоснабжения. В этом случае к статическим и динамическим нагрузкам на цементные покрытия добавляются также нагрузки вследствие теплового расширения стальной трубы. До недавнего времени отсутствовали материалы для покрытий, способные выдерживать тепловые нагрузки во время эксплуатации трубопровода без повреждений, влияющих на степень пригодности. Из-за теплового расширения можно было ожидать возникновения таких напряжений в зоне сцепления цемента и стали, которые могли бы привести к трещинам покрытия или к его отслоению.

Лабораторные исследования разработчиков данных видов покрытий направлены на улучшение эластичных свойств покрытия (его предельной деформативности и трещиностойкости), прочности при сжатии (в меньшей степени) и растяжении (что более важно), его адгезии к металлу и технологичности (подвижности, сохраняемости подвижности, тиксотропности и т.д.).

В этой связи в цементно-песчаную смесь вводят специальные химические добавки модификаторы на основе не редуцируемых полимеров, в результате смешения компонентов получается цементно-полимерная смесь, предназначенная для нанесения цементно-песчаного покрытия.

Технологический процесс нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) включает в себя пять этапов [3].

Этап 1. На первом этапе изучаются и анализируются условия прохождения трассы ремонтируемого трубопровода; составляется проект производства работ, в котором определяются места вскрытия трубопроводов, количество и длины технологических захваток (санитруемого участка).

Этап 2. На данном этапе производится механическая прочистка трубопровода. Механический метод прочистки трубопроводов (рисунок 1) заключается в протаскивании через трубу посредством троса и лебедки механического прочистного устройства (скребкового или манжетного снаряда, ерша и пр.).

Этап прочистки завершается после удаления всех наростов и отложений, находящихся внутри трубопровода. По завершению процесса очистки производится проверка внутренней поверхности трубопровода с помощью телеконтроля.

Этап 3. Третьим этапом является собственно нанесение ЦПП.

Цементно-песчаное покрытие представляет собой двухкомпонентную смесь (сухая и жидкая). Сухая часть ЦПП состоит из портландцемента марки ПЦ 500, фракционированного кварцевого песка и базальтовой микрофибры и специальных минеральных добавок. Жидкая часть ЦПП представляет собой смесь минерально-полимерных добавок полифункционального действия.

Сущность способа заключается в нанесении на внутренние поверхности трубопроводов цементно-песчаного покрытия. Осуществляется это центробежным способом с помощью пневматической или электрической метательной головки (рисунок 2) облицовочного агрегата, протаскиваемого внутри трубопровода посредством троса и лебедки.



Рисунок 1 – Прочистка трубы механическим способом



Рисунок 2 – Нанесение цементно-песчаного покрытия электрической металательной головкой

Уникальное свойство цементно-песчаного покрытия заключается в том, что оно обладает как пассивным, так и активным защитным эффектом от коррозии металла. Пассивный защитный эффект достигается за счет чисто механической изоляции металлической стенки трубы слоем раствора. Активный защитный эффект состоит в том, что при гидратации цемента в порах возникает насыщенный раствор гидроксида кальция, рН которого составляет около 12,6. При этих условиях железо пассивируется за счет образования субмикроскопического покровного слоя из оксидов железа.

Этот чрезвычайно тонкий пассивирующий слой механически изолирован цементно-песчаным покрытием от протекающей воды, удерживается на месте и предотвращает дальнейшую коррозию металла обработанного участка трубопровода.

Технологическая схема облицовки трубопроводов ЦПП показана на рисунке 3.

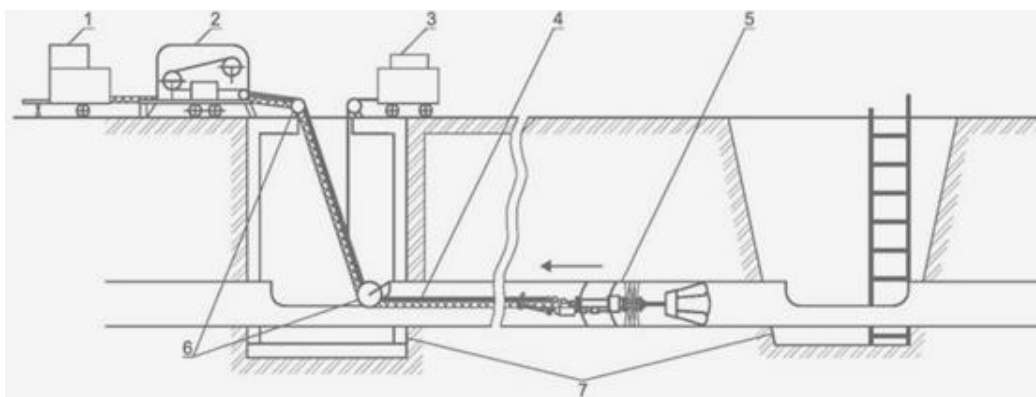


Рисунок 2 – Технологическая схема облицовки трубопроводов цементно-полимерным раствором: 1 – растворонасос; 2 – лебедка; 3 – компрессор; 4 – трос, шланг для подачи воздуха на облицовочный агрегат; 5 – облицовочный агрегат; 6 – ролики; 7 – рабочий и вспомогательный колодец или котлован

Образовавшиеся в процессе твердения цементно-песчаного покрытия трещины в нем, находящиеся в контакте с водой, затягиваются выделяющимся карбонатом кальция.

Этот активный защитный процесс называют «самолечением» цементного покрытия.

Таким образом, при постоянном наличии воды обеспечивается многолетняя защита трубопровода.

Затвердевшее ЦПП надежно герметизирует небольшие локальные повреждения в теле трубы, а также нарушенные стыковые соединения.

Наряду с антикоррозионным защитным эффектом цементно-песчаное покрытие улучшает также гидравлические характеристики трубопровода. Причиной этого является отсутствие коррозии и отложений в трубе, а также возникновение на поверхности покрытия скользкого гидрофильного (гелевого) слоя, образованного мельчайшими частичками глины и железомарганцевыми соединениями.

Этап 4. На данном этапе технологического процесса облицовки внутренних поверхностей трубопроводов цементно-песчаным покрытием выполняют контроль качества производства работ.

Визуальный контроль осуществляют с помощью телевизионной системы. Покрытие должно быть сплошным и равномерным. На поверхности покрытия допускаются продольные и поперечные борозды (гребни) глубиной (высотой) не более 1–1,5 мм.

Этап 5. На пятом этапе производят заварку вырезов в трубопроводах, монтаж снятого оборудования, промывку и дезинфекцию трубопровода. Заполнение отремонтированного участка трубопровода технологической сетевой водой производится после суточного твердения. Через 3 суток (72 ч) после нанесения ЦПП можно приступить к эксплуатации трубопровода с рабочими параметрами теплоносителя.

Как показал опыт облицовки внутренних поверхностей трубопроводов методом ЦПП, сроки производства работ в 10–12 раз короче сроков реконструкции теплосетей. Надежность работы облицованных стальных трубопроводов примерно на порядок выше необлицованных, также продляется срок службы труб. Стоимость производства облицовочных работ при этом составляет 15 – 40 % стоимости реконструкции трубопровода (меньшие цифры соответствуют большим диаметрам).

Технико-экономическая оценка применения технологии в РФ приведена в таблице [1].

Таблица – Технико-экономическая оценка применения технологии в РФ

Экономические показатели	Существующая технология (открытый метод)	Ремонт изнутри трубы
Стоимость реконструкции, для среднего диаметра 250 мм	162000 \$	81 000 \$
Протяженность трубопроводов разрушаемых внутренней коррозией	100 000 км	100 000 км
Общая стоимость	16200 млн \$	40300 млн \$
Разница		121000 млн \$
Стоимость реконструкции, для среднего диаметра 250 мм	162000 \$	81000 \$
Минимальная протяженность ежегодного ремонта труб разрушаемых внутренней коррозией, необходимая для остановки процесса старения тепловых сетей	4 000 км	4 000 км
Общая стоимость в год	645 млн. \$	161 млн. \$
Разница в год		484 млн. \$

- в однотрубном исчислении

Литература

1. Аманбаев А.А. Инновационная технология ремонта труб тепловых сетей. (МС-Vauchemie Russia) / А.А. Аманбаев, Р. Беркель // Реконструкция энергетики. – 2010. – № 2. – С. 158.
2. Боровков В.М. Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей: учебник для образоват. учреждений среднего проф. образования / В.М. Боровков, А.А. Калюттик, В.В. Сергеев. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.
3. Николаев А.Э., Сафонов А.А. Санация тепловых сетей методом цементирования // Новости теплоснабжения. – 2011. – №11. – С. 18–23.