Санация тепловых сетей методом цементирования

А.Э. Николаев, заместитель главного инженера по тепловым сетям и ЦТП, ОАО «МОЭК»,
А.А. Сафонов, руководитель ИЦ «НИЦстром», ЗАО «ВНИИжелезобетон», г. Москва

Введение

Защитные свойства цементного покрытия по отношению к металлу известны уже более 150 лет. Еще в 1836 г. на основе исследований французской Академии наук было рекомендовано применение цемента в качестве дешевого и простого средства для защиты стали от коррозии. В США, начиная с 1931 г., облицовка чугунных и стальных труб цементным раствором становится общепринятой практикой.

Из всех известных бестраншейных методов ремонта трубопроводов нанесение цементно-песчаного покрытия является наиболее доступным и экономичным [1]. 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 п м 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.

Первые исследования возможности применения цементно-песчаных покрытий для ремонта трубопроводов систем теплоснабжения показали, что обычный цементно-песчаный раствор нельзя использовать в этих целях. В результате колебаний температуры транспортируемой воды цементный раствор отслаивается и разрушается. Ему не хватает эластичности.

Поэтому 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 редиспергируемых полимеров, в результате смешения компонентов получается цементно-полимерная смесь, предназначенная для нанесения цементно-песчаного покрытия.

Технологический процесс нанесения таких покрытий как для трубопроводов систем водоснабжения, так и для трубопроводов теплоснабжения идентичен.

По имеющимся данным, за рубежом метод санации трубопроводов тепловых сетей с использованием цементно-песчаных покрытий нашел применение в Италии, Германии и Румынии.

В России метод санации с использованием цементно-песчаного покрытия применялся в 2001 г. на тепловых сетях «Мостеплоэнерго» (ныне ОАО «МОЭК») для обработки экспериментального участка магистрального трубопровода теплосети диаметром 400 мм и протяженностью 2,4 км. С 2011 г. данная технология реновации теплосетей канальной прокладки стала внедряться на объектах ОАО «МОЭК», чему посвящена настоящая статья.

Технологический процесс санации тепловых сетей с использованием цементно-песчаного покрытия

Технологический процесс нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) включается в себя пять этапов.

Рис. 1. Прочистка трубы механическим способом.

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 (санируемого участка).

Вскрытия (вырезания) трубопроводов производятся с двух сторон для прохождения прочистных снарядов и облицовочного агрегата. Максимальная длина прямой технологической захватки составляет 150 м.

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

Механический метод обеспечивает высокое качество очистки внутренних поверхностей трубопроводов, являясь наиболее доступным, безопасным и экономичным.

На рис. 2 показана технологическая схема механической прочистки стального трубопровода. Заведение тросов и прочистных устройств в трубопровод осуществляется через вырезы в трубах, доходящих до половины диаметра и длиной от 0,5 до 1,5 м. Вскрывают (вырезают) трубопровод на концах технологической захватки в существующем колодце или в специально открытом котловане, как показано на рисунке.

Этап прочистки завершается после удаления всех наростов и отложений, находящихся внутри трубопровода. По завершению процесса очистки производится проверка внутренней поверхности трубопровода по средствам 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. Работы по нанесению ЦПП проводятся при температуре наружного воздуха от +5 до +40 °С. На рис. 3 показан примерный план расположения технологического оборудования и механизмов при облицовке внутренних поверхностей трубопровода ЦПП. Несмотря на большое количество применяемого оборудования и механизмов, располагаются они на строительной площадке довольно компактно, занимая при этом небольшую площадь, что весьма важно для городских условий производства работ.

Сущность способа заключается в нанесении на внутренние поверхности трубопроводов цементно-песчаного покрытия. Осуществляется это центробежным способом с помощью пнев-

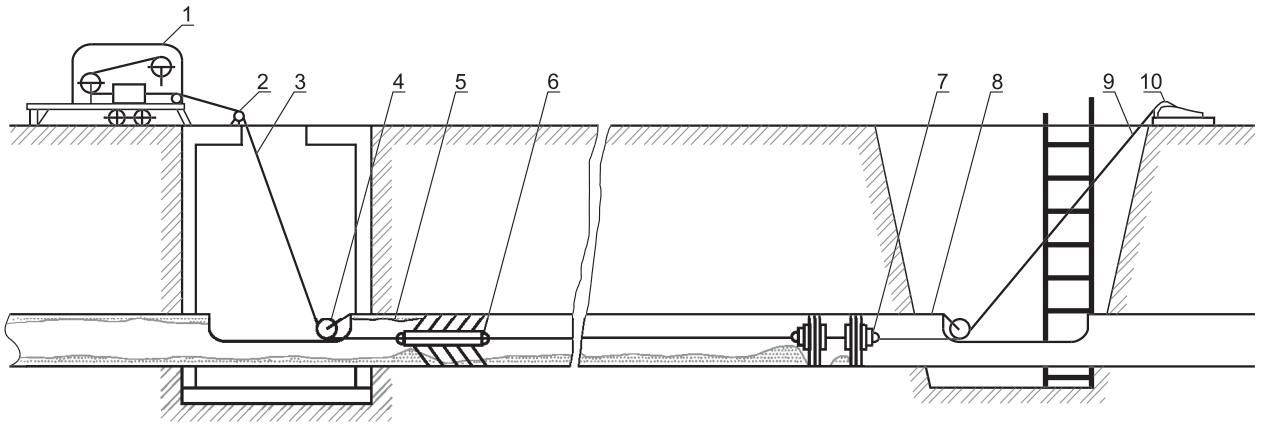

Рис. 2. Технологическая схема прочистки трубопроводов:
1 – тяговая лебедка; 2, 4 – ролики; 3 – рабочий трос; 5 – отложения на внутренней поверхности трубопровода; 6 – скребковый снаряд; 7 – манжетный снаряд; 8 – прочищенный участок; 9 – вспомогательный трос; 10 – вспомогательная лебедка.

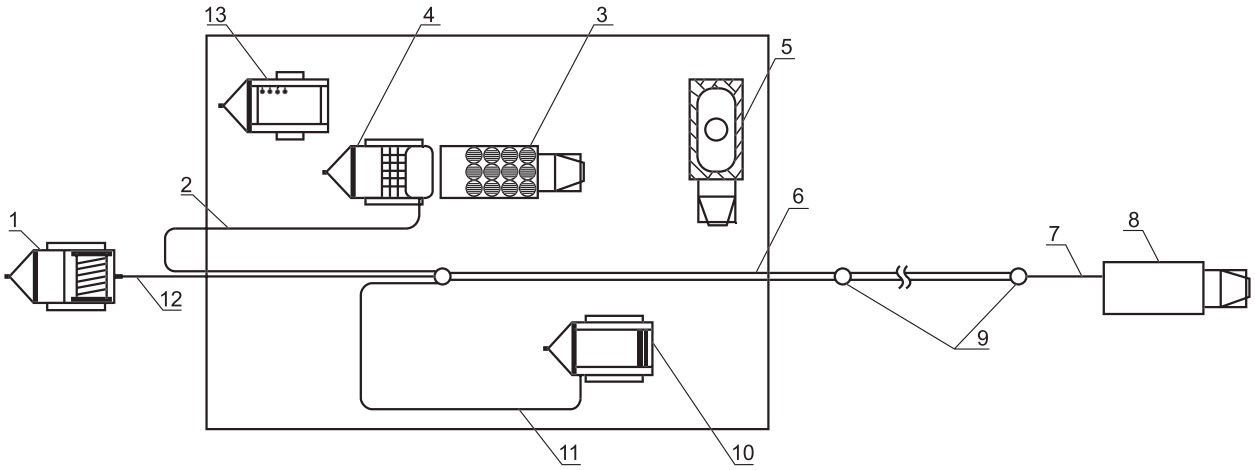

Рис. 3. Схема расстановки механизмов и оборудования
при облицовке трубопроводов теплосетей цементно-полимерным раствором:
1 – тяговая лебедка; 2 – рукав для подачи рабочего цементно-полимерного раствора; 3 – бортовая машина; 4 – растворонасос; 5 – напорная цистерна; 6 – обрабатываемый участок трубопровода; 7 – вспомогательный трос; 8 – машина со вспомогательным тросом; 9 – колодец (котлован) в котором расположены санируемые трубопроводы; 10 – компрессор; 11 – рукав для подачи сжатого воздуха; 12 – рабочий трос; 13 – электростанция.

Рис. 4. Пневматическая метательная головка.

Рис. 5. Электрическая метательная головка.

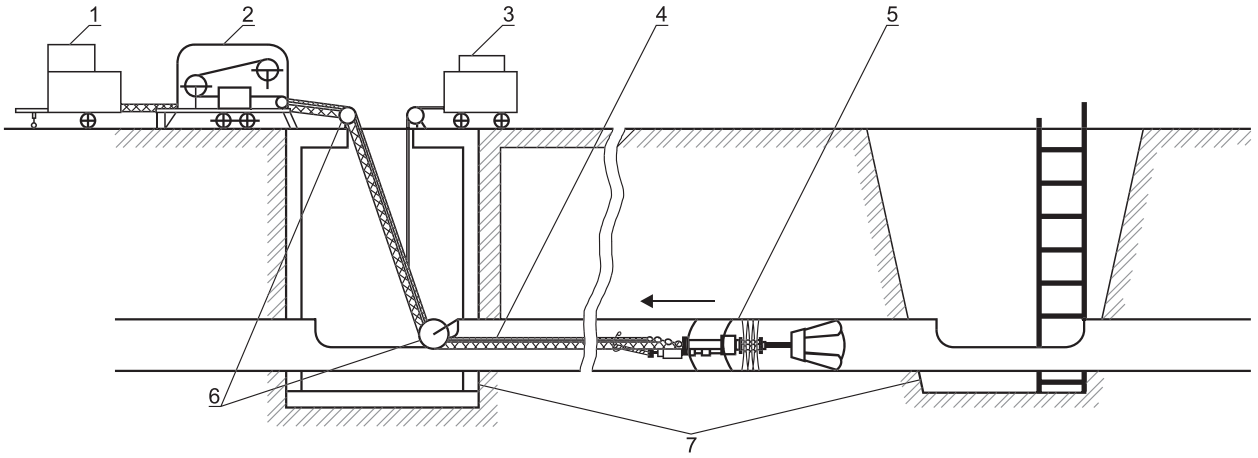

Рис. 6. Технологическая схема облицовки трубопроводов цементно-полимерным раствором:
1 – растворонасос; 2 – лебедка; 3 – компрессор; 4 – трос, шланг для подачи воздуха на облицовочный агрегат; 5 – облицовочный агрегат; 6 – ролики; 7 – рабочий и вспомогательный колодец или котлован.

матической (рис. 4) или электрической метательной головки (рис. 5) облицовочного агрегата, протаскиваемого внутри трубопровода посредством троса и лебедки (рис. 6).

Протаскивание облицовочного агрегата внутри трубы осуществляется точно так же, как и скребкового снаряда при механической очистке трубопровода.

Таблица. Расход цементно-полимерной смеси в зависимости от внутреннего диаметра трубы.

Внутренний диаметр трубы D_y, мм	Толщина ЦПП, мм		Расход смеси					
	Минимальное значение, мм	Допуск*, мм	$м^3$/п м	кг/п м	Коэффициент потерь		С учетом коэффициента потерь, кг/п м	
					Пневматический метатель	Электрический метатель	Пневматический метатель	Электрический метатель
250	6	+2	0,0046	9,89	1,22	–	12,07	–
300	6	+2	0,0055	11,91	1,23	–	14,65	–
400	7	+2	0,0099	21,18	1,24	–	26,26	–
500	7	+2	0,0124	26,57	1,25	–	33,21	–
600	8	+2	0,0149	32,06	–	1,25	–	39,75
700	8	+2	0,0172	36,97	–	1,25	–	46,21
800	9	+3	0,0248	53,33	1,28	1,23	68,26	65,60
900	9	+3	0,0279	60,08	–	1,24	–	74,50
1000	11	+3	0,0372	79,98	1,30	1,25	103,97	99,98

** допускаются единичные увеличения толщины ЦПП до +4-5 мм*

Основными элементами облицовочного агрегата является метательная головка с центрирующим устройством. К металлической головке цементно-полимерный раствор и сжатый воздух (при использовании пневматической головки) подводятся соответствующими рукавами. Вытекающий раствор из металлической головки равномерно с большой радиальной скоростью разбрызгивается по периферии.

Толщина наносимого слоя покрытия зависит от диаметра труб. За один проход можно нанести слой толщиной от 5 до 12 мм, что обеспечивается скоростью продольного движения облицовочного агрегата и количеством подаваемого раствора.

Толщина наносимого слоя покрытия зависит от диаметра трубы (см. таблицу).

После нанесения покрытия и удаления из трубопровода всех приспособлений, вырезы или торцы труб должны быть плотно закрыты полиэтиленовой пленкой или другими заглушками. Это обеспечивает равномерное твердение покрытия по всей длине трубопровода. Для более быстрого набора марочной прочности ЦПП трубопровод желательно заполнить водой, но не ранее чем через 12 ч после нанесения раствора.

Набравшее марочную прочность затвердевшее ЦПП обладает необходимой прочностью за счет применения высоких марок цемента, а также характеризуется высокой плотностью прилегания к стенкам трубопровода. Достигается это за счет низкого водоцементного отношения (0,32÷0,37) и большой скорости центробежного нанесения раствора, обеспечивающей высокую степень уплотнения и прилегания к защищаемой поверхности при ударе о внутреннюю поверхность трубы.

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 гидроокиси кальция, pH 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 цементным-песчаным покрытием от протекающей воды, удерживается на месте и предотвращает дальнейшую коррозию металла обработанного участка трубопровода.

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 антикоррозиционным 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 (рис. 7). Покрытие должно быть сплошным и равномерным (рис. 8). На поверхности покрытия допускаются продольные и поперечные борозды (гребни) глубиной (высотой) не более 1-1,5 мм.

Плотность контрольных образцов готового (затвердевшего) ЦПП определяют испытанием (в лабораторных условиях) образцов-кубов с ребром 70,7 мм, изготовленных из рабочей растворной смеси (рис. 9). Марочная прочность ЦПП на сжатие через 28 суток должна быть не менее 45 МПа.

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 приступать к эксплуатации трубопровода с рабочими параметрами теплоносителя.

Последовательность производства работ по санации участка диаметром 500 мм и протяженностью 100 п м следующая.

1. Разрытие двух котлованов, вскрытие канальных плит. Демонтаж изоляции труб, вырез технологических отверстий на трубопроводе, откачка воды, видеоконтроль – 24 ч (3 дня).

2. Механическая чистка трубопровода, видеоконтроль – 8 ч (1 день).

3. Нанесение ЦПП, видеоконтроль – 16 ч (2 дня).

4. Заваривание тех отверстий, диагностика сварных швов, восстановление изоляции, установка канальных плит, закапывание котлована – 32 ч (4 дня).

5. Благоустройство – 8 ч (1 день).

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 строительства нового трубопровода (меньшие цифры соответствуют большим диаметрам).

Рис. 7. Визуальный контроль с применением телевизионной системы.

Рис. 8. Готовое нанесенное покрытие.

Рис. 9. Лабораторные испытания рабочих составов ЦПП для санации теплосетей.

Мероприятия по контролю состояния внутреннего покрытия трубопроводов ЦПП

В целях контроля состояния внутренней поверхности труб тепловых сетей ОАО «МОЭК», которые были обработаны ЦПП, осуществляются следующие мероприятия.

1. Лаборатория контроля качества воды цеха № 2 Филиала № 12 «Теплоэнергосервис» проводит анализ проб отложений из грязевиков и сетчатых фильтров тепловых пунктов в соответствии с СО 34.37.306-2001 (РД 153-34.1-37.306-2001) «Методические указания по кон-

тролю состояния основного оборудования тепловых электрических станций. Определение количества и химического состава отложений», утверждено Департаментом НТП и развития РАО «ЕЭС России» от 11 декабря 2001 г.

2. Лаборатория контроля качества воды цеха № 2 проводит анализ проб сетевой воды из контура теплоснабжения, где сети были обработаны ЦПП, в соответствии с методиками, входящими в область аккредитации лаборатории.

Срок предоставления результатов анализов Филиалом № 12 «Теплоэнергосервис» в эксплуатационные филиалы ОАО «МОЭК» – 5 рабочих дней.

3. Контроль внутренней поверхности трубопровода проводится при подготовке к отопительному периоду, который осуществляется работниками цеха № 5 и № 8 Филиала № 12 «Теплоэнергосервис» ОАО «МОЭК» с применением видеоконтроля, по согласованному графику и с предварительным уведомлением о начале работ не менее чем за сутки. До проведения обследования работники эксплуатационного филиала обеспечивают слив воды. Материалы обследования (изображения внутренних поверхностей в контрольных точках) в печатном виде и формате электронных файлов Филиал № 12 «Теплоэнергосервис» в трехдневный срок направляет в эксплуатационный филиал.

Первый опыт ОАО «МОЭК»

На балансе ОАО «МОЭК» сегодня находится более 10,7 тыс. км тепловых сетей (в однотрубном исчислении), их них около 3 тыс. км – это магистральные тепловые сети.

Если говорить о перекладке магистральных тепловых сетей (диаметром от 400 мм и выше), то здесь основной технологией является использование труб в ППУ изоляции, которая достаточно дорогая (стоимость значительно возрастает с увеличением диаметра трубы), что накладывает определенные ограничения на объемы работ по капитальному ремонту теплосетей.

С целью продления остаточного ресурса магистральных теплопроводов ОАО «МОЭК» с 2011 г. применяется, в частности, технология санации тепловых сетей традиционной канальной прокладки путем нанесения ЦПП на внутреннюю поверхность трубопроводов.

С учетом имеющихся данных по отечественному и зарубежному опыту санации тепловых сетей, ОАО «МОЭК» приняло решение о продолжении данного вида работ на своих объектах.

Зарубежными производителями из Италии и Германии для санации трубопроводов методом центробежного набрызга было предложено ОАО «МОЭК» два вида ЦПП.

В свою очередь ОАО «МОЭК» заключил договор с ЗАО «ВНИИжелезобетон» (г. Москва), предметом которого стала разработка нескольких образцов ЦПП на основании технического задания, которое отражало условия эксплуатации систем теплоснабжения в зоне ответственности «МОЭК», отличающиеся от зарубежных условий. В результате ЗАО «ВНИИжелезобетон» разработало ряд образцов ЦПП, три из которых (после проведения внутренних производственных испытаний) были направлены в адрес ОАО «МОЭК».

Для оценки пригодности применения цементно-песчаных покрытий в качестве внутреннего антикоррозионного покрытия при санации трубопроводов теплосетей и их способности выдерживать условия эксплуатации были проведены сравнительные натурные испытания фрагментов труб с цементно-песчаными покрытиями итальянского (фирма SONCINI), немецкого (фирма MC-Bauchemie Muller GmbH & Co.) и отечественного (ЗАО «ВНИИжелезобетон») производства.

Натурные испытания фрагментов труб проводились по специально разработанной техническими специалистами ОАО «МОЭК» совместно с ЗАО «ВНИИжелезобетон» программе на экспериментальном полигоне Предприятия № 6 Филиала № 5 «Юго-Восточный» ОАО «МОЭК», имитирующей реальные условия эксплуатации тепловых сетей.

Каждый цикл натурных испытаний состоял из четырех этапов, моделирующих реальные сезонные условия эксплуатации и включающие:

имитацию температурных испытаний (нагрев теплоносителя с 20 до 130 °С с рабочей скоростью не более 30 °С в час (при рабочем давлении 8-9 атм), имитацию аварийных ситуаций (снижение температуры теплоносителя со 130 до 20 °С и падение давления до 0 атм в результате повреждения трубопроводов, внезапного внепланового отключения оборудования и т.д.);

имитацию гидравлических испытаний трубопроводов (поднятие давления с 6-7 до 25 атм, выдержка по времени 10-15 мин при температуре теплоносителя 5-40 °С и снижение давления до 0 атм);

имитацию неисправности автоматики и т.д.

Один цикл испытаний соответствовал 1 году эксплуатации.

Следует отметить, что смоделированные условия эксплуатации при проведении натурных испытаний фрагментов экспериментальных труб на испытательном полигоне значительно жестче реальных условий, в которых эксплуатируются трубопроводы систем теплоснабжения. Это дает основание рекомендовать модифицированные цементно-песчаные смеси для устройства внутреннего защитного покрытия при санации (ремонте) трубопроводов систем теплоснабжения для пассивной и активной коррозионной защиты в процессе их дальнейшей эксплуатации.

Первоначально на «голых» участках труб имитировались повреждения в виде сквозных от-

верстий диаметром до 12 мм, затем на внутреннюю поверхность труб наносилось ЦПП, «закупоривая» при этом имеющиеся повреждения (т.е. ликвидируя их) на участке трубы.

После этого образцы подвергались испытаниям. За исключением итальянского ЦПП (в ходе испытаний покрытие потеряло свою герметичность, и вода стала просачиваться через повреждение), все остальные образцы выдержали испытания. Вместе с тем, по параметру трещиностойкости и технико-экономическим показателям наилучшие результаты показало ЦПП, разработанное фирмой MC-Bauchemie Muller GmbH & Co. и ЗАО «ВНИИжелезобетон».

Проведенные натурные испытания показали, что ресурс ЦПП ЗАО «ВНИИжелезобетон» составил не менее 20 лет.

В результате для дальнейшего применения в тепловых сетях ОАО «МОЭК» нами был выбран отечественный образец цементно-полимерной смеси (ЦПС-3), разработанный ЗАО «ВНИИжелезобетон». На данный вид смеси получен сертификат соответствия Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам для ее нанесения на внутренние поверхности стальных трубопроводов систем тепло- и водоснабжения методом центробежного разбрызгивания.

Как показал проведенный нами анализ, стоимость санации теплопроводов значительно зависит от их диаметра. Сравнение стоимости работ по продлению остаточного ресурса теплосети за счет ее санации, по перекладке теплосетей традиционным способом (с использованием минеральной ваты в качестве теплоизоляции) и с использованием труб в ППУ изоляции показало, что минимальный экономический «выигрыш» наблюдается при санации теплосетей диаметром 300 мм, при больших диаметрах экономический эффект увеличивается.

ОАО «МОЭК» предъявляет определенные условия к участкам теплосетей для их санации. Основное условие – это надлежащее состояние трубопровода теплосетей традиционной канальной прокладки. Если результаты диагностики тепловых сетей показывают, что интересующий нас участок находится в критическом состоянии, то его санация не производится. Если имеются отдельные дефекты, то они устраняются, после чего участок теплосети можно подвергать санации. Все трубопроводы тепловых сетей ОАО «МОЭК» диагностируются 1 раз в 5 лет.

Если определено, что участок тепловой сети находится в надлежащем состоянии, то производится его гидравлический расчет с учетом планируемой толщины нанесения ЦПП и оцениваются возможные гидравлические потери и пропускная способность трубопровода при наличии ЦПП на внутренней поверхности металлической трубы.

Перед началом санации участка трубопровода теплосети проводится его видео-контроль, что позволяет дополнительно контролировать состояние участка, выявляя возможные повреждения (не обнаруженные ранее в ходе его диагностики) и затем ликвидируя их.

Кроме этого, при изменении протяженности участка трубопровода, подвергаемого санации, требуется грамотная настройка используемого оборудования, т.к. меняются скорость нанесения, скорость подачи и другие характеристики, что необходимо для обеспечения равномерного нанесения ЦПП на внутреннюю поверхность трубы.

Для проведения санации первых участков теплосетей нами привлекалась подрядная организация, которая уже имеет аналогичный опыт работы, но на сетях водоснабжения «Мосводоканала».

В 2011 ОАО «МОЭК» выполнены работы по санации 3 км теплосетей (в однотрубном исчислении), диаметром от 300 до 900 мм.

Срок службы всех участков теплосетей, подвергаемых санации, составляет свыше 20 лет.

В 2012 г. планируется провести санацию 20 км теплопроводов.

Литература

1. *Храменков С.В., Орлов В.А., Харькин В.А. Технологии восстановления подземных трубопроводов бестраншейными методами. – М.: АСВ, 2004. – 240 с.*

ЗАО «ВНИИжелезобетон»

ЗАО «ВНИИжелезобетон» является крупнейшим в России специализированным институтом в области технологии производства строительных материалов.

Более 55 лет институт успешно осуществляет функции, связанные с совершенствованием и созданием:

- новых эффективных видов материалов и конструкций для строительства и предприятий строительной индустрии;

- новых технологий и экологически чистых строительных материалов на основе цемента и других вяжущих;

- химических добавок модификаторов и детоксикантов бетона.

С участием ЗАО «ВНИИжелезобетон» разработано более 130 государственных стандартов. Разработки института отмечены 250 дипломами и медалями на международных и российских выставках и ярмарках.

Москва, ул. Плеханова, д.7,
тел. +7 (495) 672-18-02/ 309-34-55
E-mail: in@vniizhbeton.ru
www. vniizhbeton.ru

ЗАО «ЮНИКОН-ЗСК»

Московское производственное предприятие – дочернее общество Технологического института ВНИИжелезобетон.

ЗАО «ЮНИКОН-ЗСК» осуществляет выпуск продукции по разработкам ВНИИжелезобетон: элементы энергоэффективной системы ограждающих конструкций системы «ЮНИКОН» на основе полистиролбетона; производство специальных строительных смесей для спецтехнологий.

Специализированное строительное подразделение предприятия выполняет работы по санации трубопроводов систем тепло и водо снабжения методом цементно-песчаного покрытия с применением специальных составов собственного производства.

Москва, ул. 2-я Владимирская, д. 62А,
тел. +7 (495) 974-14-46; факс: +7 (495) 974-11-56
E-mail: in@unicon-zsk.ru
www.unicon-zsk.ru

реклама