

Бестраншейный ремонт трубопроводов систем теплоснабжения

Р. Беркель¹, Р. Бюссинг², Ю.С. Захаров³

¹ Компания Berkel Rohrtechnik GmbH, Германия, 45968 Гладбек, Францштрассе, 25.
(E-mail: info@berkel-rohrtechnik.de)

² Компания SB Projektentwicklung, Германия, 58313 Хердеке, Оберен Ааленбергвег, 8а.
(E-mail: info@sbprojekt.com)

³ Общество с ограниченной ответственностью «Три-С», Россия, 105118 Москва, ул. Кирпичная, 7.
(E-mail: yury.zakharov@ooo3s.ru)

Аннотация

Многие города Восточной Европы обеспечиваются теплом с помощью теплоцентралей. В течение ближайших лет необходимо будет заменить или отремонтировать сотни километров трубопроводов систем теплоснабжения. Эффективным решением проблемы ремонта может стать использование модифицированных полимерами цементно-песчаных покрытий.

Ключевые слова:

Бестраншейный ремонт; трубопроводы; теплотрассы; цементно-песчаное покрытие.

Введение

Тепловые сети – наиболее уязвимые элементы системы теплоснабжения в Восточной Европе и России. Основные средства, выделяемые бюджетом на капитальный и текущий ремонт подземных инженерных систем, поглощаются именно тепловыми сетями.

Большинство подземных коммунальных трубопроводов в Восточной Европе и европейской части России находится в эксплуатации с 30 – 50 гг. двадцатого века и практически исчерпало свой срок службы.

Из комплекса сооружений тепловых сетей наиболее долговечными элементами являются строительные конструкции (каналы, камеры), наименее долговечными – стальные трубы, тепловая изоляция труб и особенно антикоррозийные защитные покрытия труб. Согласно данным российских источников при благоприятных условиях строительства и эксплуатации долговечность элементов тепловых сетей в среднем составляет:

- стальные трубы - 10 ÷ 20 лет;
- тепловая изоляция - 10 ÷ 15 лет;
- гидроизоляция и защитные антикоррозионные покрытия - 5 ÷ 7 лет.

Долговечность железобетонных и бетонных подземных камер и каналов составляет 30 лет и более.

Актуальность решения задачи эффективного ремонта теплотрасс предопределила то большое, внимание, которое уделяют этой проблеме специалисты исследовательских лабораторий ведущих мировых производителей защитных покрытий.

Применение цементно-песчаных покрытий для антикоррозионной защиты внутренних поверхностей трубопроводов

Одним из возможных решений проблемы ремонта трубопроводов систем теплоснабжения является использование для этой цели цементно-песчаных покрытий (ЦПП).

Цементно-песчаные покрытия наносятся достаточно быстро (100 и более 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.

Возможность применения цементного раствора для антикоррозионной защиты стальных и чугунных труб была впервые обоснована в 1836 году учеными Французской Академии наук. Было признано, что наиболее экономичным способом антикоррозионной защиты внутренней

поверхности трубопровода является нанесение цементно-песчаного покрытия толщиной не менее 2,5 мм. Покрытие легко наносится и предохраняет трубы от появления наростов. Нельзя исключить того, что появление этих публикаций способствовало применению в 1845 году ЦПП для антикоррозионной защиты трубопроводов в г. Джерси (США). В хрониках Бруклина (штат Нью-Йорк) трубопровод с цементно-песчаным покрытием впервые упоминается в 1856 году.

Исследования внутренней поверхности трубопроводов с внутренним цементно-песчаным покрытием после 100 лет эксплуатации показали отсутствие коррозии и инкрустаций, а также сохранность гидроизоляционных свойств.

Разработка в 1920 году установки для нанесения ЦПП методом распыления способствовало повсеместному внедрению этой технологии для антикоррозионной защиты и ремонта внутренней поверхности трубопроводов сетей водоснабжения.

В ФРГ, с 1970 года, все чугунные трубы, предназначенные для транспортировки воды, поставляются с внутренним цементно-песчаным покрытием.



Рис.1: Производство труб с ЦПП

ЦПП позволяет существенно увеличить срок эксплуатации чугунных и стальных труб систем водоснабжения. Так, по последним данным (DVGW W 401), срок эксплуатации чугунных труб с ЦПП прогнозируется в интервале 100 – 140 лет, а стальных труб 60 – 100 лет.

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

Поэтому лабораторные исследования были направлены на улучшения эластичных свойств покрытия, тиксотропных свойств и технологичности материала.

Материалы, применяемые для ремонта трубопроводов систем теплоснабжения

В настоящее время на рынке присутствуют материалы трех производителей, которые могут быть использованы для ремонта теплотрасс.

Фирма **Förster** разработала раствор с добавками латекса и измельченной резины автопокрышек. Сначала на стройплощадке смешивались 3 компонента. Теперь смешивается жидкий латекс с готовым сухим раствором. Испытания материала известными исследовательскими центрами не производились.

Фирма **MC-Bauchemie** (Боттроп, ФРГ) также разработала двухкомпонентный материал **Konusit MFL**, который получают на стройплощадке в результате смешивания специальной сухой смеси и жидкого полимерного материала. Материал был испытан в Веймаре. (FITR).

Специалисты компании **Minova CarboTech GmbH** (Эссен, ФРГ) разработали специальный однокомпонентный материал **Tekflex DP** (модифицированная полимерами сухая смесь), который не отслаивается от внутренней поверхности стальных и чугунных труб при сильных колебаниях температуры транспортируемой воды.

Специалисты Научно-исследовательского института строительства подземных сооружений и трубопроводов **FITR (Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau Weimar e.V.)** провели испытания возможности применения материалов фирм **MC-Bauchemie** и **Minova CarboTech GmbH** для ремонта трубопроводов, функционирующих в режиме температурных колебаний (трубопроводы систем теплоснабжения и водоснабжения, а также паропроводы). В трубах с внутренним покрытием, выполненным из материалов **Konusit MFL** и **Tekflex DP**, специально создавались экстремальные температурные условия с перепадом температур не менее 100°C.

Дефекты, образовавшиеся в результате воздействия температурных нагрузок и напряжений, сопоставлялись с исходным состоянием покрытия. По результатам испытаний требовалось дать заключение, в какой мере покрытия могут использоваться для ремонта трубопроводов систем теплоснабжения, функционирующих в обычном режиме.

Фирмой **Berkel Rohrtechnik GmbH** были проведены работы по нанесению тестируемого покрытия внутри трех труб диаметром 500 мм и длиной 6 м. Толщина слоя равнялась приблизительно 15 мм.

Транспортировка труб на испытательный полигон производилась грузовым автотранспортом без специального крепления, что привело к образованию в защитном покрытии небольших трещин.

На опытном полигоне Научно-исследовательского института строительства подземных сооружений и трубопроводов FITR в Веймаре из трех отдельных звеньев труб был смонтирован трубопровод со всей необходимой арматурой.



Рис.2: Внешний вид испытательного стенда

В результате проведенных натурных испытаний материалов были получены нижеследующие результаты.

1. После завершения всех испытаний никаких заметных повреждений внутренних покрытий не было обнаружено. Покрытия выдержали 11 циклов колебаний температуры с амплитудой не менее 100 °C без появления каких-либо новых дефектов.
2. Нанесенный на внутреннюю поверхность металлической трубы защитный материал не отслаивается и не растворяется.
3. Материалы были рекомендованы для устройства покрытия на внутренней поверхности металлических труб для пассивной и активной коррозионной защиты в процессе их дальнейшей эксплуатации.
4. Промывка экспериментального трубопровода под высоким давлением не выявила сколько-нибудь заметных потерь компонентов защитного покрытия.

5. Условия натурального моделирования, проведенного на экспериментальном трубопроводе испытательного полигона, (например, большие перепады температур), значительно тяжелее реальных условий, в которых эксплуатируются трубопроводы систем теплоснабжения. Это дало основание рекомендовать материалы для устройства внутреннего защитного покрытия при ремонте трубопроводов систем теплоснабжения.

Дополнительно следует отметить, что перед началом испытаний были отмечены и зафиксированы трещины во внутреннем покрытии, образовавшиеся в результате усушки материала и транспортировки труб. После завершения испытаний было обнаружено, что все трещины «исчезли».

В трубопроводах систем теплоснабжения трещины шириной до 1,5 мм могут «затянуться» уже через несколько дней. Это происходит в результате следующих процессов.

Цемент, находящийся в составе защитного покрытия, впитывает воду, что способствует увеличению его объема. В результате набухания покрытия трещины могут уменьшаться в размерах.

В тоже время, в процессе эксплуатации трубопровода, на краях трещин выделяется окись кальция. При взаимодействии с щелочной средой окись кальция, которая изначально представляет собой гелеобразную массу, преобразуется в гидроксид кальция. В результате связанного с этой реакцией увеличения объема материала трещина затягивается. В дальнейшем гидроксид кальция реагирует с содержащейся в воде угольной кислотой, в результате чего образуются кристаллы не растворимого в воде карбоната кальция. По краям трещины в процессе эксплуатации откладываются транспортируемые водой оксиды, такие как окиси железа, марганца и т. п.

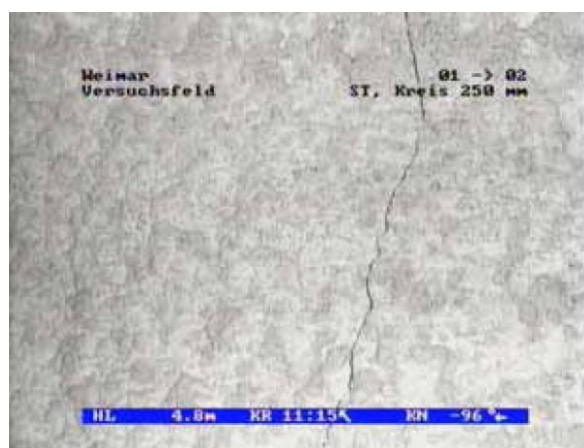


Рис. 3: Трещина в ЦПП перед началом испытаний.

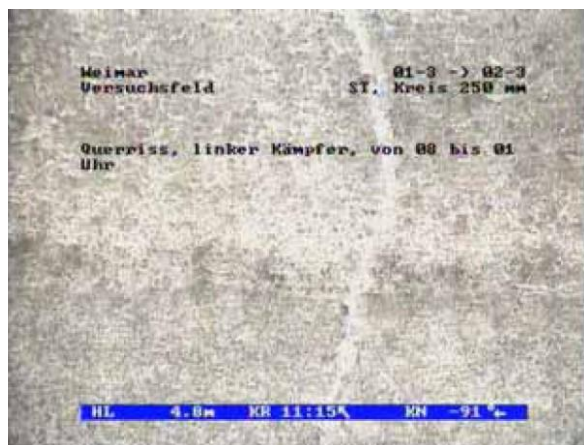


Рис. 4: Участок покрытия после завершения испытаний.

Фирма **Berkel Rohrtechnik GmbH**, имеющий многолетний опыт бестраншейного ремонта трубопроводов с использованием ЦПП, принимала активное участие в разработке материалов для ремонта трубопроводов систем теплоснабжения как на стадии лабораторных испытаний, так и при проведении ремонтных работ. Специалистам фирмы пришлось внести изменения в конструкцию используемых агрегатов, так как работа с новыми материалами существенно отличается от работы с обычными цементными растворами, как при перемешивании, так и при транспортировке готового раствора насосами.

Для достижения однородности материалы необходимо перемешивать в течение значительно большего времени и при гораздо более высоком давлении (часто в три раза) по сравнению с обычным цементным раствором, что делает процесс обработки более сложным.

Заключение

После доводки оборудования были выполнены работы по ремонту трубопроводов систем теплоснабжения на нескольких объектах в Румынии. Первый объект, с объемом работ на сумму 12 млн. евро, был выполнен фирмой Preussag в г. Бухарест по заказу фирмы RADET. В дальнейшем ремонтные работы производились в муниципальных образованиях Петротани, Питешти, Ернут и других.

Отсутствие последующих рекламаций позволяет сделать вывод о высокой эффективности применения специальных цементно-песчаных покрытий для ремонта трубопроводов систем теплоснабжения.

Среди специалистов ФРГ принято оценивать экономию средств, при проведении бестраншейного ремонта трубопроводов, как половину затрат на новое строительство. Помимо экономии средств на производство ремонтных работ, при применении для ремонта теплотрасс специальных цементных покрытий следует ожидать увеличения срока эксплуатации отремонтированного участка минимум в два раза.

Список литературы

1. Краснов В.И. (2008). Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений: Учебное пособие.- М.: ИНФРА-М.
2. 50 Jahre Rohrleitungssanierung mit Zementmörtelauskleidung in Deutschland (2006). RSV Rohrleitungssanierverband e.V., Линген, Германия.
3. DVGW- Hinweis W 401. Entscheidungshilfen für die Sanierung und Erneuerung von Wasserrohrnetzen.
4. Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau Weimar e.V. (2000). Untersuchungen zur Eignung der Konusit – MFL – Innenbeschichtung für den Einsatz in Fernwärmetrassen., Веймар, Германия.
5. Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau Weimar e.V. (2007). Untersuchungen zur Eignung der Tekflex DP Innenbeschichtung für den Einsatz in Fernwärmeleitungen., Веймар, Германия.