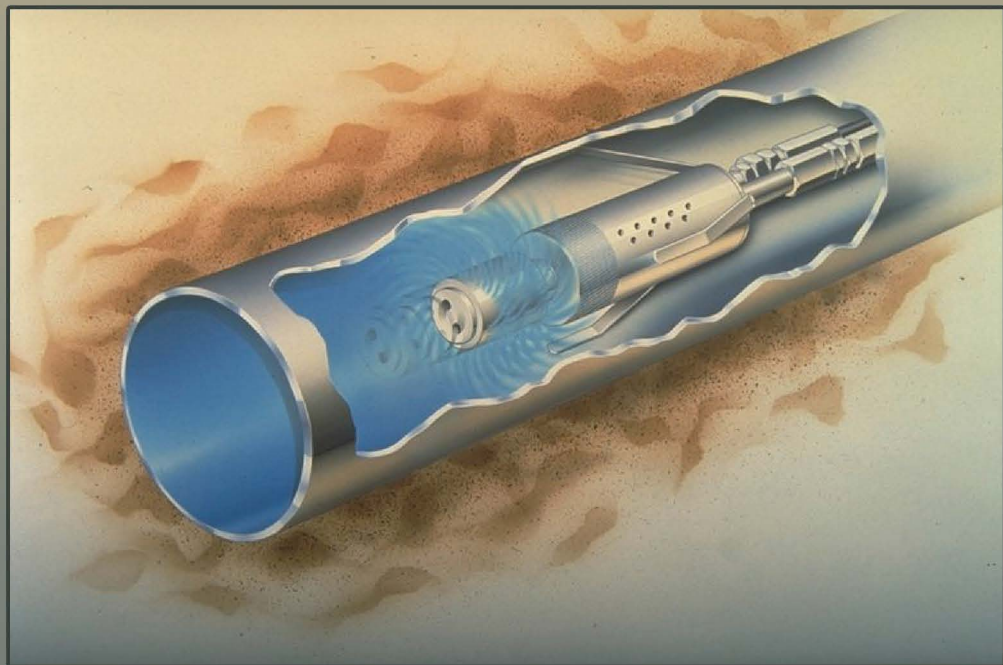


В.А. Орлов

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ТРУБОПРОВОДОВ



В.А. Орлов

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ТРУБОПРОВОДОВ



МГСУ

**Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2009**

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой МИКХиС
«Коммунальное и промышленное водопользование» *И.И. Павлинова*;
кандидат технических наук, генеральный директор ООО Фирма «Прогресс»
В.А. Харьковин

Орлов В.А.

Защитные покрытия трубопроводов / Научное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 128 с.

ISBN 978-5-93093-633-9

Представлены сведения о типах внутренних защитных покрытий, используемых при бестраншейной реновации трубопроводов наружных систем водоснабжения и водоотведения, и технологиях их нанесения.

Приведены свойства защитных покрытий в виде полимерных рукавов, обоснованы подходы к выбору их параметров при реновации напорных и безнапорных сетей.

Даны практические примеры решения задач по оценке прочностных свойств двухслойных трубных конструкций и гидравлической совместимости восстановленных и невосстановленных участков действующих трубопроводов из разных материалов при нанесении на них различных типов защитных покрытий.

Для специалистов строительного профиля, занимающихся вопросами реновации трубопроводных коммуникаций бестраншейными методами, студентов строительных вузов.

Рекомендовано Научно-техническим Советом МГСУ

© Орлов В.А., 2009

© МГСУ, 2009

ISBN 978-5-93093-633-9

© Оформление, Издательство АСВ, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Общие сведения о типах внутренних защитных покрытий трубопроводов, технологиях их нанесения и требованиях при различных режимах эксплуатации сетей	5
Глава 2. Защитные покрытия в виде полимерных рукавов. Свойства материалов для их изготовления и нормативные требования к ним	30
2.1. Физико-химические и механические свойства компонентов полимерных рукавов	30
2.2. Требования к восстанавливаемому и восстановленному трубопроводам при использовании полимерного рукава	32
Глава 3. Прочностной расчет двухслойных трубных конструкций «материал трубопровода + полимерный рукав»	34
3.1. Базовые положения по прочностному расчету	34
3.2. Реновация напорных трубопроводов	36
3.2.1. Трубная конструкция «сталь + полимерный рукав»	36
3.2.2. Трубная конструкция «асбестоцемент + полимерный рукав»	42
3.2.3. Трубная конструкция «железобетон + полимерный рукав»	44
3.2.4. Трубная конструкция «чугун + полимерный рукав»	45
3.3. Реновация безнапорных трубопроводов	47
3.3.1. Трубная конструкция «асбестоцемент + полимерный рукав»	47
3.3.2. Трубная конструкция «железобетон + полимерный рукав»	50
3.3.3. Трубная конструкция «чугун + полимерный рукав»	52
3.3.4. Трубная конструкция «керамика + полимерный рукав»	54
3.3.5. Трубная конструкция «кирпич + полимерный рукав»	57
3.3.6. Автоматизация прочностного расчета двухтрубных конструкций	58
Глава 4. Гидравлические характеристики защитных покрытий и оценка их совместимости с материалами исходных трубопроводов	60
4.1. Экспериментальные исследования по определению гидравлических характеристик защитных покрытий	60
4.2. Оценка состояния ремонтных участков трубопровода и определение гидравлической совместимости восстановленных и невосстановленных участков сети	74
4.2.1. Постановка задачи по оценке состояния трубопровода с перечнем решаемых вопросов	74
4.2.2. Исходная информация о состоянии трубопроводов при различных режимах эксплуатации	75
4.2.3. Результаты расчетов по оценке состояния трубопроводов из различных материалов	86
Заключение	125
Список рекомендуемой литературы	126

ВВЕДЕНИЕ

При широкой реализации в области строительства и реконструкции трубопроводов перспективного направления, получившего название «бестраншейных технологий», появилась целая гамма новых строительных материалов (полимерных труб, бандажей из трубных модулей, тонкослойных отверждаемых на месте защитных покрытий, клеевых составов, органических смол и т.д.), которые рассматриваются специалистами в качестве эффективных ремонтных защитных оболочек (облицовок), локализирующих различного рода дефекты трубопровода (например, свищи, трещины, нарушения в стыках и т.д.) и предотвращающих явления инфильтрации грунтовых вод и эксфильтрации транспортирующихся жидкостей в природную среду.

Имея свою специфику, соответствующую, с одной стороны, принятой технологии изготовления, а с другой – методу нанесения на внутреннюю поверхность изношенных или дефектных трубопроводов, защитные покрытия предназначены играть роль не только эффективного средства для обеспечения физической целостности трубопроводной системы и надежного барьера между транспортируемой жидкостью и окружающей средой, но также способствовать восстановлению прочностных и гидравлических характеристик эксплуатируемых многие годы инженерных трубопроводных сетей в целях продления их срока службы.

Выбор того или иного защитного покрытия должен обосновываться после детальных диагностических обследований подлежащих восстановлению трубопроводов и заключения технической экспертизы по состоянию объекта реновации. В каждом конкретном случае рассмотрению подлежат материал изготовления трубопровода и степень его износа, определяемая по остаточной толщине стенки и прочностному расчету, протяженность ремонтного участка, его диаметр, вид транспортируемой среды, окружающая наземная и подземная инфраструктура (в частности, степень ее скученности), тип грунтов, наличие подземных вод и ряд других факторов.

В монографии рассматриваются лишь некоторые типы защитных покрытий для восстановления трубопроводов и ряд аспектов, связанных с обоснованием их выбора, проверкой восстановленных участков трубопроводной системы на прочность, а также гидравлическую совместимость с невозстановленными участками сети. В материале представлены результаты гидравлических исследований, проведенных в последние годы в МГСУ.

Материалы книги могут быть полезными проектировщикам, строителям и эксплуатационному персоналу водоканалов, перед которыми стоят задачи оперативной реновации и модернизации ветхих подземных трубопроводных коммуникаций. Также материал будет полезен студентам технических вузов, изучающих дисциплину «Реконструкция инженерных систем и сооружений».

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТИПАХ ВНУТРЕННИХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ТРУБОПРОВОДОВ, ТЕХНОЛОГИЯХ ИХ НАНЕСЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕТЕЙ

Согласно современной международной классификации типов внутренних защитных покрытий трубопроводов они могут выполняться в виде набрызговых оболочек (облицовок, рубашек, обделок); сплошных покрытий; спиральных оболочек; точечных (местных) покрытий.

Типовым примером набрызговых оболочек может служить нанесение на внутреннюю поверхность трубопроводов цементно-песчаных покрытий (ЦПП), а сплошных покрытий – ввод в восстанавливаемый трубопровод и закрепление в нем различного рода оболочек, например, новых трубопроводов из полимерных и других материалов, гибких полимерных рукавов, отверждаемых на месте проведения ремонтно-восстановительных работ.

Примером спиральных оболочек может служить конструкция внутреннего защитного покрытия, образованная путем намотки бесконечной узкой полимерной ленты со специальным штекерным разъемом на краях, в результате чего внутри восстанавливаемого трубопровода образуется новый полимерный трубопровод.

Точечные покрытия представляют собой герметичные строительные материалы (смолы, вставки, бандажи и т.д.), служащие для локализации отдельных дефектов на трубопроводах, когда не требуется его сплошной ремонт на всем протяжении.

Технология нанесения покрытий набрызговым методом

Цементно-песчаное покрытие

Нанесение цементно-песчаных покрытий на внутреннюю поверхность восстанавливаемого стального (реже чугунного) трубопровода следует рассматривать прежде всего как антикоррозионную изоляцию поверхности, контактирующей с жидкостной средой.

Защитные свойства цементного покрытия по отношению к металлу известны уже более 150 лет. Еще в середине XIX века 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 года облицовка чугунных и стальных труб цементным раствором становится общепринятой практикой.

Первый опыт применения цементно-песчаных покрытий на Московском водопроводе относится к 1968 году, когда были проведены работы по защите участка стального водовода второго подъема внутренним диа-

метром 1,1 м и длиной 110 м (3-й Краснопресненский водовод). Проводимые каждые 10 лет со дня пуска в эксплуатацию водовода комплексные эксперименты по определению качества цементно-песчаного покрытия показывали его стабильность, подтверждая долговечность материала и правильность принятого решения по реновации сети цементно-песчаным покрытием.

Необходимо отметить, что, оставаясь на сегодняшний день востребованными, цементно-песчаные покрытия тем не менее постепенно уступают место новым полимерным материалам, выполняемым в виде полимерных оболочек, рулонных навивок, и другим типам облицовок.

Нанесение цементно-песчаных покрытий на внутренние стенки трубопроводов с целью восстановления их работоспособности может выполняться методом центрифугирования или центробежного набрызга с использованием или без использования разглаживающих устройств при диапазоне наружных диаметров стальных трубопроводов 76–2020 мм.

На *рис. 1.1* представлен фрагмент реализации набрызгового метода на малых диаметрах без использования разглаживающих устройств.



Рис. 1.1. Иллюстрация нанесения защитного покрытия набрызговым методом

Для проведения ремонтно-восстановительных работ по нанесению цементно-песчаных покрытий в качестве исходных материалов необходимо использовать портландцемент марки М500 – ГОСТ 10178-85 и мелкозернистый кварцевый песок, фракционированный по ГОСТ 8736-93 и ТУ 39-1554-91.

Минимальная толщина защитного слоя должна определяться диаметром и материалом труб, а требуемая – возрастом труб, толщиной их стенок и физическим состоянием (износом). Выбранная толщина защитного слоя

достигается определенной скоростью передвижения агрегата (металлической головки) в трубе при постоянных значениях производительности насоса, подающего цементный раствор, и скорости вращения металлической головки.

Метод нанесения цементно-песчаных покрытий на внутреннюю поверхность трубопроводов используется при любой глубине их залегания (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод. Метод наиболее целесообразен при таких видах повреждений, как коррозионные обрастания, абразивный износ, и неэффективен при раскрытых стыках труб, смещении труб в стыках и деформации секций труб, сильном абразивном износе, так как не обеспечивает повышения несущей способности трубопровода.

Внутренняя поверхность трубопровода перед нанесением ЦПП должна быть очищена. Допускается на поверхности стальных труб слой плотной ржавчины толщиной не более 0,05 мм (измеряется магнитным толщиномером). При этом наличие воды в трубопроводе не допускается.

Предельные отклонения размеров стальных труб, подлежащих восстановлению цементно-песчаным покрытием, не должны превышать величин, указанных в нормативных документах (ГОСТ: 8731-74, 8732-78, 8696-74, 10704-91, 10706-76). Эллиптичность труб не должна превышать 0,5% диаметра, а поражение коррозией не свыше 10% толщины трубы.

Требуемая толщина слоя цементно-песчаного покрытия для стальных труб должна соответствовать техническим условиям (ТУ), согласованным с заказчиком (эксплуатирующей сети организацией) в установленном порядке (например, на объектах в Москве – с МГУП «Мосводоканал» по ТУ – 5745-001-16341648).

Минимальные толщины слоя в зависимости от диаметра трубопровода представлены в *табл. 1.1*.

Таблица 1.1

Минимальные толщины защитного слоя с допусками

Внешний диаметр трубы, мм	Минимальная толщина слоя ЦПП, мм	Допуск по толщине слоя ЦПП, мм
1	2	3
76	4	+2
89	4	+2
102	4	+2
108	4	+2
114	4	+2
133	4	+2
159	5	+2
219	5	+2
273	5	+2
325	6	+2

1	2	3
377	6	+2
426	7	+2
530	7	+2
630	7	+2
720	7	+2
820	9	+2
920	10	+2
1020	11	+2
1220	12	+2
1420	12	+2
1620	14	+2
2020	16	+2

Указанные в табл. 1.1 допуски по толщине слоя соответствуют гладкому и прямому трубопроводу; над сварными швами толщина слоя может уменьшаться (до 3 мм). На концах труб допускается уменьшение толщины изоляции до 50%, от торцов участка – не более 50 мм. Толщины внутренней защитной изоляции относятся также к трубопроводам с нанесенным цементно-песчаным покрытием в стационарных (заводских) условиях.

Работы по нанесению цементно-песчаных покрытий должны включать проведение подготовительных технических мероприятий, а также подготовку и приготовление компонентов смеси.

В свою очередь, подготовительные работы должны заключаться в проведении следующих операций:

- раскопке двух котлованов (стартового и финишного) с вырезкой лазов (при необходимости) или использованием колодцев со снятием гидрантов, фасонных частей и установкой (снятием) заглушек; технологические операции должны заканчиваться обязательным водоотливом (откачкой воды из трубопровода);

- определении протяженности технологических захваток, которая диктуется длинами стандартных рабочих тросов и рукавов (подачи раствора и воздуха), а также техническими характеристиками растворонасоса и не зависит от диаметра трубопровода.

В случае непреодолимых для прохождения прочистными снарядами и облицовочными агрегатами препятствий (вертикальные подъемы и спуски, местные углы поворота трассы в плане и по вертикали и другие препятствия, в том числе свищевые клинья, болты и т.д.) необходимы дополнительное вскрытие трубопроводов (устройство лазов) независимо от расположения колодцев в пределах установленной ранее технологической захватки и замена их предварительно облицованными элементами, в том числе фасонными частями. Нанесение защитных покрытий в труднодоступных местах должно производиться вручную на месте или в стационарных условиях с последующей перекладкой труб. Возможны и другие методы устранения препятствий, возникающих при облицовке трубопроводов.

Стандартная технология подготовки компонентов смеси должна включать операции просеивания песка и цемента через сито и затаривания в специальные емкости с плотнозакрывающимися крышками, предотвращающими воздействие влаги и загрязнения посторонними примесями (для цемента согласно ГОСТ 22237-85). Портландцемент (вяжущее) должен отвечать следующим требованиям: не содержать комков и химических добавок, иметь густоту цементного теста не более 27% и период схватывания не ранее 60 мин.

Удельная эффективная активность радионуклидов должна соответствовать 1 классу (менее 370 Бк/кг) по ГОСТ 30108-94. Не допускается смешивание цементов разных партий и марок, а также использование вяжущего со сроком хранения более 60 сут со дня отгрузки заводом-изготовителем. Возможно наличие в составе вяжущего сертифицированных тонкомолотых минеральных добавок (до 10% массы цемента) для повышения физико-химических характеристик покрытия (водонепроницаемости и стойкости к вспучиванию).

Используемый для приготовления смеси песок должен иметь крупность зерен не более 1 мм; фракции с размером зерен 0,315–0,63 мм должны составлять не менее 70% массы песка, а фракции размером до 0,315 мм менее 3%. Содержание глинистых, илистых и пылевидных частиц не должно превышать 3% (по массе), удельная эффективная активность радионуклидов должна соответствовать 1 классу. Используемая вода должна соответствовать техническим условиям ГОСТ 23732-79 и иметь температуру +10 ... +30 °С, а оптимальное соотношение твердых компонентов цемент - песок должно быть в пределах: по объему от 1:1 до 1:1,2 и по массе от 1:1,115 до 1:1,338. При этом водоцементное отношение должно составлять 0,3–0,36.

Подготовленная к нанесению на внутреннюю поверхность трубопровода цементно-песчаная смесь должна быть хорошо перемешана и однородна. Ее подвижность в течение всего времени использования должна быть в диапазоне 6,5–9,0 (по глубине погружения конуса согласно ГОСТ 5802-86). Перед нанесением на трубопровод цементно-песчаная смесь должна иметь температуру +10 ... +25 °С.

Работы по нанесению цементно-песчаных покрытий не производятся при установившейся среднесуточной температуре наружного воздуха менее 5 °С. Нанесенные цементно-песчаные покрытия должны соответствовать следующим основным требованиям:

- покрытие должно быть сплошным, поверхность заглаженной (допускаются борозды или гребни с отклонением по глубине до 1,0 мм при выполнении требований по толщине слоя);

- набор прочности цементно-песчаного покрытия до 70% должен проходить при температуре покрытия +5 ... +30 °С, влажности 90–100%;

- покрытие на любом участке санированного трубопровода должно иметь среднюю плотность не менее 2200 кг/м³ и прочность на сжатие в возрасте 3 сут – 30 МПа (70% R28), 7 сут – 35 МПа (80% R28) и 28 сут – 45 МПа (100% R 28 по ГОСТ 26633-91 и СНиП 82-02-95).

Непосредственно после санации трубопровода должны производиться маркировка и регистрация выполненных работ по ТУ, согласованным с заказчиком (эксплуатирующей организацией) в установленном порядке. После маркировки для равномерного схватывания цемента по всей длине трубопровода он должен подвергаться герметизации в пределах захватки путем плотной заделки обоих мест вскрытия полиэтиленовой пленкой. Перед сдачей санированного трубопровода в эксплуатацию производится его промывка и дезинфекция. Восстановленный трубопровод должен быть принят эксплуатирующими организациями путем проверки соответствия покрытия требованиям ТУ 5745-001-16341648 (для Москвы). Данными техническими условиями регламентируются также специальные вопросы – безопасности производства работ и охраны окружающей среды.

К достоинству метода нанесения цементно-песчаных покрытий можно отнести относительную простоту технического исполнения и низкую стоимость ремонтных работ, которая составляет около 30% стоимости нового строительства. Тонкая и гладкая поверхность облицовки после ее затирки обеспечивает снижение гидравлического сопротивления и потерь напора в трубопроводах при незначительном уменьшении его внутреннего диаметра. После нанесения цементно-песчаного раствора трубопровод может быть пущен в эксплуатацию через 3–5 сут, т.е. технологический цикл процесса является относительно продолжительным. Покрытие сохраняется стабильным в течение длительного срока эксплуатации (50 лет).

Контроль качества нанесения цементно-песчаных покрытий состоит из контроля качества внутренней защитной изоляции и проведения приемосдаточных испытаний. Как правило, он должен включать:

- визуальный осмотр (при диаметре трубопровода более 900 мм) и телеинспекцию с помощью видеокамер (при диаметре трубопровода менее 800 мм), позволяющих выделить усадочные трещины, отслоения облицовок, вздутие, пустоты и другие дефекты, подлежащие ликвидации ручным или механизированным способом с повторным нанесением покрытия,

- измерение толщины защитного слоя путем использования механического способа – прокола специальным щупом в виде пластины размером 100×5×0,8 мм неотвердевшего покрытия или ультразвуковых и электромагнитных толщиномеров (допускаемая погрешность $\pm 10\%$); покрытие должно быть сплошным и гладким: на поверхности допускаются продольные борозды (гребни) глубиной (высотой) не более 1 мм, образованные заглаживающим устройством;

- измерение механической прочности покрытия (через 72 ч после нанесения раствора); прочность образца (кубика) на сжатие (или на изгиб) должна составлять не менее 22,5 МПа; проверка прочностных свойств должна производиться как минимум однократно при каждом нанесении покрытия;

- гидравлические испытания, т.е. натурные измерения расходов воды и давлений (в том числе для определения истинного значения коэффициента гидравлического трения).

После описанных процедур трубопровод принимается в эксплуатацию.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации трубопроводов с внутренним цементно-песчаным покрытием показывает, что со временем свойства защитного покрытия не только не ухудшаются, но даже улучшаются. Транспортируемая по защищенному трубопроводу питьевая вода постепенно преобразует гидроксид кальция, присутствующую в свеженанесенной облицовке, в гидрокарбонат кальция. В результате этого процесса с течением времени на границе раздела слоя цементно-песчаного покрытия и воды остается все меньше пор и борозд и оно становится более плотным. Таким образом, транспортируемая вода контактирует с плотным, похожим на камень минеральным материалом, что обеспечивает наилучшие условия в плане сохранения ее гигиенических и бактерицидных свойств.

*Быстроотверждаемое покрытие Scothcot на основе
двухкомпонентного полимера Copon Нусот*

Данный тип набрызгового покрытия относится к новому виду полуструктурных защитных покрытий и применяется в двух модификациях соответственно для случаев нарушения и ненарушения несущей способности трубопроводов при высокой стойкости к абразивному износу. Покрытие изготавливается фирмой E.Wood (Великобритания) с 2000 года и на сегодняшний день восстановлено свыше 8 тыс. км магистральных и распределительных сетей систем водоснабжения в нескольких странах мира.

Защитное покрытие наносится на внутреннюю поверхность трубопровода специальными распылительными головками и обладает рядом специфических особенностей, несколько отличающих его от цементно-песчаной облицовки как в плане технологии нанесения, так и возможностей защиты трубопровода.

При нанесении на внутреннюю поверхность трубопровода толщина покрытия может составлять за один проход от 1 до 5 мм; при этом допускается присутствие влаги на поверхности стенок. Нанесенное на стенки покрытие отверждается в течение нескольких минут, а трубопровод может быть сдан в эксплуатацию через 60 мин. Специальные исследования показали, что уже при толщине слоя защитного покрытия 3 мм оно наиболее эффективно для локализации сквозных коррозионных повреждений диаметром до 5 мм; продольных и кольцевых трещин; сдвигов отдельных труб в торцах до 25% от их диаметра.

В отличие от полиэтиленовых труб, используемых при ремонте ветхих трубопроводов путем протаскивания в них, покрытие Copon Нусот обладает стойкостью к усадке при воздействии на него хлора, который неизбежно присутствует в водопроводной воде в целях ее обеззараживания.

Технологии нанесения сплошных полимерных покрытий

На восстанавливаемые трубопроводы систем водоснабжения и водоотведения могут наноситься внутренние защитные покрытия (оболочки, мембраны, рукава), которые наряду с полной герметичностью стенок обеспечи-

вают их высокую сопротивляемость динамическим нагрузкам, т.е. восстанавливают несущую способность трубопровода. В этом заключается их принципиальное отличие от цементно-песчаных покрытий.

Введение в трубопровод и закрепление в нем отверждаемых на месте оболочек может достигаться либо путем протаскивания бесшовного гибкого полимерного материала на всю длину ремонтного участка между двумя колодцами с последующим разжатием его водой или подачей под давлением горячего воздуха или водяного пара, либо постепенным введением на ремонтный участок скрученной в рулон оболочки в виде чулка (лайнера) с прижатием ее к стенке давлением жидкости. Кроме того, могут использоваться протяжка в восстанавливаемый трубопровод цельной, плотно или неплотно прилегающей к стенкам трубы оболочки или напыление быстротвердеющего полимерного материала. Как правило, ввод защитных полимерных оболочек в трубопровод осуществляется через открытый люк колодца.

В результате процесса полимеризации, продолжающегося от нескольких минут при напылении полимеров до нескольких часов при протаскивании тонких оболочек, происходит отверждение сплошной защитной оболочки, после чего все устройства и жидкость из трубопровода удаляются. Коммуникации могут быть сданы в эксплуатацию через некоторое время после завершения описанных операций.

В зависимости от материала изготовления подлежащего восстановлению ветхого трубопровода, его остаточной несущей способности и характера дефекта защитные оболочки могут выполняться сплошными, т. е. перекрывающими всю внутреннюю поверхность трубопровода, или частичными, например, защищающими лишь пространство вблизи свода, подверженного газовой коррозии, или лотка трубопровода, что характерно для старых кирпичных трубопроводов.

Мировой практике известно несколько эффективных методов нанесения полимерных защитных материалов на внутреннюю поверхность трубопроводов, однако особого внимания с технической точки зрения заслуживает ряд технологий, среди которых технология нанесения сплошных полимерных покрытий «Феникс» (Phoenix), нанесение гибких элементов из листового материала с зубчатой скрепляющей структурой Trolining, использование двухслойных бесшовных рукавов и комплексных полимерных рукавов.

Полимерное покрытие «Феникс»

Покрытие изготавливается из полиэфирных и нейлоновых нитей, пропитанных полиэтиленом, и является одним из наиболее эффективных для восстановления внутренней поверхности изношенных сетей систем водоснабжения, обеспечивая механическую прочность и герметичность восстанавливаемого трубопровода.

На Московском водопроводе работы по реновации инженерных сетей данным методом ведутся с 1995 года.

Научное издание

Владимир Александрович Орлов

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Компьютерная верстка: *Е.В. Орлов*

Редактор: *Г.М. Мубаракшина*

Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Подписано к печати 17.03.09. Формат 60х90/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 8 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – КМК, оф. 348
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>