



**ТЕХНОЛОГИИ ЛИНАБОНД, СОЧЕТАЮЩИЕ В СЕБЕ НАИБОЛЕЕ УСПЕШНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЗВОЛЯЮТ БЫСТРО И ЭФФЕКТИВНО ПРОВОДИТЬ РЕМОНТ ВСЕХ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЯ РАННЕЕ НЕДОСЯГАЕМЫЙ УРОВЕНЬ ЗАЩИТЫ И ПОВЫШАЯ ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ В ЦЕЛОМ.**

А.И. Бакаленко, генеральный директор ООО «Линабонд Рус», г. Санкт-Петербург

# ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИНАБОНД

## Опыт применения при реконструкции сооружений системы водоснабжения и водоотведения

Причиной износа коммунальной инфраструктуры в большинстве случаев является коррозия. Например, газовая коррозия бетона канализационных коллекторов может протекать со скоростью до 3 см в год, что приводит к стремительному разрушению сооружений водоканалов.

Существенно сократить расходы на защиту от коррозии, а также продлить срок эксплуатации сооружений можно за счет внедрения инновационных решений и материалов. Например, технологии композитных полимерных покрытий Линабонд позволяют быстро и эффективно проводить ремонт объектов всей системы водоснабжения и водоотведения, начиная от водоподготовки, заканчивая очистными сооружениями: емкости реагентного хозяйства, хранения и обработки воды, фильтры, отстойники, аэротенки, канализационные насосные станции, резервуары чистой воды, колодцы, шахты, трубопроводы, коллекторы, водонапорные башни, гидротехнические сооружения и так далее.

Основной принцип систем Линабонд Ко-Лайнинг – создание покрытия из высокоплотного микроячеистого структурного полимера (полиуретана) и твердого непористого листа из поливинилхлорида (ПВХ), образующих в целом единый монолит с исходной защищаемой конструкцией (рис. 1).

Структурный полимер Линабонд наносится на подготовленную поверхность в жидком виде вручную или с применением специального оборудования для безвоздушного распыления слоем толщиной 5 - 200 мм. В процессе нанесения до момента окончательной полимеризации полиуретан проникает в поверхностный слой бетона и формирует зону высокопрочного композитного материала. На нанесенный полимер накладывается гибкий лист ПВХ, который химически связывается со слоем структурного полимера.

Рис. 1



Полиуретан восстанавливает утраченную при разрушении структуру конструкции, одновременно обеспечивает высокую адгезию покрытия к поверхности (бетона, кирпича, металла, полимерных материалов), придает дополнительную прочность и повышает несущую способность защищаемой конструкции, а также является поддерживающим слоем для листа ПВХ.

Изготовленный методом экструзии лист из ПВХ в свою очередь непроницаем для большинства газов и жидкостей и создает окончательный барьер от внешней среды.

Монолитность композитного покрытия с исходной структурой, отсутствие полостей в покрытии и за покрытием, обеспечивают полное предотвращение разрушительных коррозионных процессов, гарантируют непревзойденный уровень защиты конструкций и полное предотвращение инфильтрации и протечек. Уникальные свойства покрытий Линабонд позволяют успешно применять их для защиты новых конструкций, ремонта и восстановления утраченной структуры и несущей способности поврежденных конструкций, повышения прочности и жизнестойкости, газо- и гидроизоляции и долговременной защиты от коррозии.

Таким образом, покрытие полностью решает задачи по защите конструкций от коррозии, обеспечению газо- и гидроизоляции, полному предотвращению инфильтрации и протечек, гарантируя надежную и безаварийную эксплуатацию объектов до 50 лет и более. Экономическая эффективность покрытий выражается в значительном увеличении срока службы объектов и практическом исключении текущих эксплуатационных затрат на ремонт.

Многочисленные испытания показали, что у конструкций, защищенных покрытиями Линабонд, наблюдается значительное повышение прочности и способность выдерживать динамические нагрузки без потери герметичности.

Используемые в покрытии полимерные материалы отличаются высокой химической стойкостью и химической инертностью, выдерживают широкий спектр воздействия коррозионно-активных веществ, не вступая с ними во взаимодействие. В числе прочих особенностей покрытия стоит отметить низкую шероховатость поверхности (и низкое гидравлическое сопротивление поверхности покрытия), высокую абразивостойкость, нулевое водопоглощение, легкость санитарной обработки, эстетичный внешний вид (возможны различные цветовые и фактурные решения поверхности ПВХ).

Технология Линабонд позволяет выполнять как локальные аварийные ремонты, так и полноценный капитальный ремонт объектов любой геометрической формы и размеров. При этом, в зависимости от решаемой задачи (восстановление структуры, прочности, гидроизоляции, защиты) и характера объектов, применяются различные полимерные системы.

#### **Ремонт и изоляция бетонных емкостных сооружений**

Иллюстрацией применения технологии Линабонд для

гидроизоляции и защиты от разрушений бетонных емкостей служит проект с ОАО «Водоканал» г. Иваново по гидроизоляции и защите от разрушений бетонных емкостей участка производства гипохлорита натрия: баков-сатураторов соли и емкостей хранения раствора гипохлорита натрия. Основной проблемой эксплуатации данных объектов являлось разрушение бетона вследствие агрессивного воздействия растворов солей и гипохлорита натрия и нарушение герметичности емкостей (рис. 2).

Рис. 2



Выбор технологии защиты осложнялся различиями в температуре стенок резервуаров и поступающих в них растворов при эксплуатации.

Существующие технологии защиты конструкций на основе пленкообразующих полимеров или листовых полимерных материалов с механическим креплением имеют ряд существенных недостатков, ограничивающих их применение в системах коммунального хозяйства. Пленочные покрытия являются относительно тонкими и пористыми, что приводит к развитию очагов поражения за покрытием в результате диффузии газов и паров через него. При использовании листовых материалов негерметичными остаются швы и механизмы крепления листов.

Поскольку технология Линабонд позволяет восстанавливать утраченную структуру поверхности и обеспечивает абсолютную непроницаемость покрытия и монолитность с исходной конструкцией, именно она была выбрана для ремонта объекта.

Резервуары были введены в эксплуатацию сразу после окончания работ и успешно прошли гидравлические испытания.

После проведения инструктажа специалисты предприятия самостоятельно выполнили работы по установке системы Линабонд Ко-Лайнинг, включающие следующие этапы:

#### Подготовка поверхности

Поверхность должна быть очищена от следов коррозии. Очистка поверхности производится гидро- или пескоструйной обработкой. Протечки ликвидируются с применением специальных составов.

### Грунтование поверхности

Двухкомпонентный эпоксидно-уретановый грунтующий состав смешивается при помощи миксера и наносится валиком или кистью на поверхность, формируя начальный слой покрытия. Это специально разработанный материал, обладающий свойством проникать в поверхность бетона и образовывать с ним молекулярную связь (рис. 3).

Рис. 3



### Разметка, раскрой и активация ПВХ

Активатор перекрестных связей Линабонд наносится на поверхность ПВХ и формирует матрицу активных центров для взаимодействия со структурным полимером. Сила связывания двух полимеров многократно превосходит силу адгезии покрытия к поверхности. Активированные листы ПВХ должны высохнуть прежде, чем произойдет контакт со структурным полимером. Процесс сушки занимает от 30 секунд до 10 - 15 мин в зависимости от условий окружающей среды.

### Выполнение подкладочных швов

Перед установкой жестких листов ПВХ на ровных участках поверхности, обклеиваются углы, сопряжения, вводы трубопроводов и подобные элементы с применением гибкой полосы ПВХ, образующей подкладочный шов.

### Нанесение структурного полимера

Структурный полимер – высокоплотный микроячеистый пенополиуретан. Двухкомпонентный состав смешивается в соотношении 1:1 (по объему) при помощи миксера и наносится шпателем на поверхность в течение 20 мин после приготовления. После нанесения структурный полимер густеет и начинается процесс полимеризации. Скорость отвердевания в первую очередь зависит от температуры. Период начального отвердевания: 24 часа при 23°C. После нанесения в процессе полимеризации, материал увеличивается в объеме в 1,5 - 2 раза. Свойство полимера расширяться способствует устранению дефектов бетонных поверхностей и нивелирует неболь-

шие ошибки в работе.

### Установка ПВХ листов

Предварительно активированные листы ПВХ накладываются на слой структурного полимера от центра к краям или от одного края к другому так, чтобы под покрытием не оставался воздух, и плотно прижимаются с помощью ручных виниловых роликов с упором.

Последующие листы ПВХ укладываются внахлест на 11 см.

### Выполнение швов

Все выступающие торцы листов ПВХ покрытия закрываются материалом для швов – высокоплотным полиуретаном. Материал наносится шпателем и формирует шовную накладку.

### Визуальный осмотр и тесты на разрушение покрытия

Инспектор выполняет обязательный тест на силу адгезии покрытия к бетонной поверхности. Тест показывает, насколько хорошо выполнена работа. Образцы покрытия, полученные в результате теста, маркируются и передаются на хранение.

### Ремонт резервуаров чистой воды

По статистике, более 700 тыс. рублей вытекает ежегодно из небольшого поврежденного резервуара запаса чистой воды. Как правило, большинство сооружений подобного рода представляют собой сборные железобетонные конструкции. Обеспечить герметичность межпанельных швов этих резервуаров практически невозможно. Любые традиционные способы имеют лишь краткосрочный эффект.

Ремонт с помощью системы Линабонд Ко-Лайнинг позволяет надежно и долгосрочно заделать эту финансовую брешь. Кроме того, решается проблема размываемого грунта, которая может привести к полному разрушению конструкций, а также исчезает угроза вторичного заражения питьевой воды за счет инфильтрации грунтовых вод в резервуар. С точки зрения качества подготовки воды, подобные меры позволят снизить дозу хлорирующих агентов при обеззараживании воды. Проведенное специалистами ООО «Линабонд Рус» совместно с ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» технико-экономическое обоснование применения композитных полимерных покрытий Линабонд для ремонта резервуаров чистой воды убедительно показывает весомый экономический эффект от внедрения в разрезе эксплуатационных затрат. На примере резервуаров чистой воды были выполнены оценка и расчеты стоимости двух технологий восстановления сооружений – традиционный (снос и строительство нового резервуара на месте существующего) и реконструкции по технологии Линабонд, а также последующей эксплуатации резервуаров в течение 50 лет. На основе расчетов были сделаны выводы о целесообразности применения технологии, и определено, что суммарная стоимость затрат на проведение реконструкции резерву-



Рис. 4



Рис. 5



ара чистой воды по технологии Линабонд и его последующей эксплуатации меньше в 2,2 раза. (рис. 4, 5).

В России по технологии Линабонд был выполнен ремонт нескольких резервуаров чистой воды: г. Санкт-Петербург – ремонт резервуара чистой воды №5 водопроводной станции г. Петродворца объемом 5 тыс. м<sup>3</sup>, ремонт резервуара чистой воды МУП «Уфаводоканал» объемом 6 тыс. м<sup>3</sup>.

#### Технология ремонта трубопроводов малого диаметра

Замена трубопроводов традиционными методами требует значительных временных и финансовых затрат из-за необходимости создания рвов и траншей. Уникальная технология защиты и восстановления труб малого диаметра Линабонд Фастгласс была разработана с тем, чтобы проводить ремонтные работы прямо под землей, в разы, сокращая их трудоемкость.

Полимерное покрытие Линабонд Фастгласс – это новейший способ защиты труб малого диаметра (от 200 до 800 мм) (рис. 6).

Материал Линабонд Фастгласс представляет собой высокопрочный полимер на основе полиуретан-полимо-чевины, обладающий исключительно сильной устойчивостью к химическому воздействию. Данный продукт

предназначен в первую очередь для защиты конструкций, работающих в условиях коррозионной опасности, а также как средство гидро- и газоизоляции.

Технология может быть использована для бетонных, стальных, стеклопластиковых, полимерных труб любого назначения. Материал можно применять как на напорных, так и на безнапорных трубопроводах, на объектах канализации и водоснабжения, о чем свидетельствует экспертное заключение, разрешающее его применение на объектах систем хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Материал для труб Линабонд Фастгласс используется для защиты от воздействия агрессивных сред, провоцирующих коррозию, исключения миграции жидкости и газов из трубопровода и предотвращения инфильтрации грунтовых вод в трубопровод.

Покрытие наносится внутри старой трубы распылением полиуретанового полимера, который практически мгновенно полимеризуясь, образует новую прочную и ровную трубу. Новая труба обладает собственной прочностью и превосходной устойчивостью к воздействию кислот и сульфидов. Высокая скорость нанесения, короткое время полимеризации и быстрый набор прочности позволяют проводить работы в кратчайшие сроки и исключительно быстро возвращать старые трубы в рабочее состояние.

#### Преимущества системы Линабонд Фастгласс:

- универсальность, простота применения;
- высокая скорость установки (до 100 м в час);
- низкие капитальные затраты;

Рис. 6



- возможность локального применения;
- отсутствие необходимости в идеальной предварительной очистке трубы.

Процесс нанесения покрытия Линабонд Фастгласс полностью автоматизирован и производится с применением специального оборудования для безвоздушного распыления двухкомпонентных смесей.

Перед нанесением полимера производится теледиагностика и прочистка трубопровода, включающая промывку трубы, очищение от мусора, устранение выступающих неровностей. Далее полимер, разогретый до необходимой температуры, поступает из обогреваемых емкостей к распыляющей насадке. Контроль температурного режима осуществляется на всех этапах подачи материала. Вращающаяся форсунка смешивает и распыляет два компонента, которые при нанесении на стенки застывают и превращаются в полимерную трубу. После погружения распылительной установки в сеть оператор отслеживает его автоматическое движение в трубе в течение всего распылительного процесса.

Напыление слоя толщиной, зависящей от диаметра трубопровода и условий эксплуатации, происходит со скоростью 1 м в минуту. Подобные темпы работ недоступны при обычных способах ремонта, предусматривающих замену труб. Процесс полимеризации происходит в течение нескольких секунд, позволяя тем самым избежать образования микропор и проникновения вредных веществ, так как время реакции исключительно мало.

Полное отвердевание происходит в течение нескольких минут, что позволяет в кратчайшие сроки возвращать объект в эксплуатацию. После распыления жидкого двухкомпонентного полимера, внутри старой образуется новая прочная труба, срок службы которой составляет не менее 50 лет. Технология гарантирует экономию финансовых и временных ресурсов, так как не требует осуществления земляных работ и выведения сети из эксплуатации.

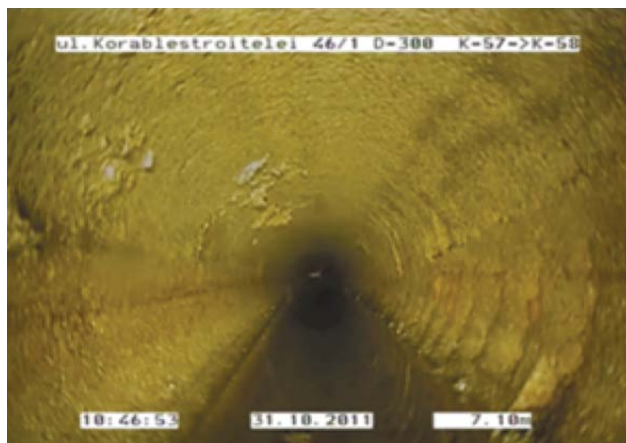
28 ноября 2011 г. был проведен пилотный проект по реконструкции участка хозяйственно-бытовой сети ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» диаметром 300 мм и длиной 23,4 м. До проведения санации объект представлял собой трубу со следами газовой коррозии, оголенной арматурой, расхождениями стыков со смещением и частичным разрушением бетона. К сожалению, на сегодняшний день в подобном плачевном состоянии находится большая часть российских трубопроводных сетей.

Состояние объекта до ремонта: труба со следами газовой коррозии, с оголенной арматурой, имеются расхождения стыков со смещением и частичное разрушение бетона (рис. 7).

Способ ремонта:

- теледиагностика;
- прочистка сети – проводилась промывка и очистка тру-

Рис. 7



бопровода от мусора и выступающих элементов;

- осушение трубопровода – удаление воды из трубопровода, определение инфильтраций и устранение активных течей, труба должна быть без водопроявлений;
- заделка стыков труб;
- прогрев трубопровода;
- нанесение Линабонд Фастгласс – нанесение двухкомпонентного состава осуществлялось в автоматическом режиме с применением распылительной установки для двухкомпонентных систем со скоростью 1 м в минуту толщиной 5 мм;
- теледиагностика.

Результаты мониторинга: готовое покрытие образует новую прочную трубу внутри существующей, которая обладает структурной прочностью, выдерживает внешние нагрузки и внутреннее давление, обладает высокой устойчивостью к химическому воздействию (рис. 8).

Рис. 8



### Ремонт коллекторов большого диаметра

По причине того, что долгие годы планирование и строительство канализации осуществлялось без учета требований надежности по применяемым материалам и организационно-технических возможностей эксплуатационных организаций, значительная часть трубопроводов канализационных сетей большинства городов России проложена из труб, изготовленных из бетона без защиты внутренних поверхностей от коррозии. В настоящее время срок службы бетонных коллекторов большого диаметра 35-45-60-летней давности прокладки закончился и начался их массовый выход из строя.

Проблема усугубляется тем, что в большинстве случаев в системах канализации отсутствуют резервные коллекторы, поэтому остро встает вопрос о недопущении выхода сточных вод на поверхность и обеспечении перекачки стоков, а также о возможности проведения ремонтных работ в условиях действующей канализации.

Анализируя технологии, используемые для бестраншейной реновации канализационных коллекторов, можно сделать вывод о том, что существующие методы капитального ремонта и защиты бетона не выполняют весь комплекс необходимых задач – они не только не обладают высокой долговечной химстойкостью к коррозии, но и должной несущей способностью, при этом не восстанавливая исходную структуру разрушенных конструкций и не обеспечивая значительные изолирующие свойства.

Последнее связано с тем, что выработка ресурса отечественных коллекторов большого диаметра во многих случаях превышает 60 - 70%. Поэтому простая герметизация таких трубопроводов (например, тонкослойными «рукавными» полиэфирными материалами или тонкостенными полиэтиленовыми лайнерами) не остановит их начавшейся деформации и не обеспечит расчетных сроков эксплуатации (50 - 80 лет), требуемых после соответствующего капитального ремонта.

Идеальным технологическим решением данной актуальной проблемы служит использование технологии Линабонд Ко-Лайнинг. В России по данной технологии был осуществлен проект по ремонту участка главного коллектора города Набережные Челны диаметром 2,5 м. Один из важных аспектов – ремонтно-восстановительные работы проходили в условиях действующей канализации, что не требовало остановки приема сточных вод. Не менее важным является сохранение проходного сечения действующего коллектора по завершении производства ремонтных работ. Работы выполнялись в ограниченное время минимальных объемов транспортировки сточных вод и включали в себя этап организации технологического настила на всю длину ремонтируемого участка, пескоструйную очистку поверхности боковых стен и свода, создание композитного покрытия толщиной 30 мм из распыляемого полиуретана и непористых листов ПВХ.

Уже более четверти века структурные полимерные систе-

мы Линабонд успешно применяются в практике ремонта и строительства сооружений ЖКХ во всем мире. Сооружения, отремонтированные в числе первых в начале 80-х гг., находятся под постоянным наблюдением и до текущего момента не имеют нареканий.

Материалы Линабонд имеют все необходимые сертификаты, а также санитарно-эпидемиологические заключения, разрешающие их применение в трубопроводах и емкостях, контактирующих с питьевой водой. Покрытия Линабонд внесены в рекомендации по проектированию и строительству новых КНС во всем мире.

Технология Линабонд многократно отмечалась на мировых конкурсах и удостоена награды Международного общества бестраншейных технологий (ISTT 2000). В 2009 г. проекту с применением технологии Linabond® «Канализационные и очистные сооружения глубокого заложения в Сингапуре» присуждена ведущая международная премия Global Water Awards 2009 за выдающийся вклад в развитие мировой отрасли водоснабжения и водоотведения и защиту окружающей среды.

На сегодняшний день выполнено более 1 млн. м<sup>2</sup> покрытий. Среди организаций, применяющих этот метод в России: ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», МГУП «Мосводоканал», ОАО «РЖД», МУП «Уфаводоканал», ЗАО «Челныводоканал», ОАО «Водоканал» г. Иваново, МУП «Водоканал» г. Казани (рис. 9).

В заключение хочется отметить, что предприятие, отвечающее за состояние сооружений водоснабжения и водоотведения, имея в своем арсенале технологию Линабонд, получает возможность проводить ремонтные и профилактические работы на любых объектах самостоятельно, без привлечения сторонних подрядных организаций. Компания «Линабонд Рус» обеспечивает необходимое обучение, аттестацию специалистов и необходимый инспекционный контроль качества выполнения работ.

Рис. 9

