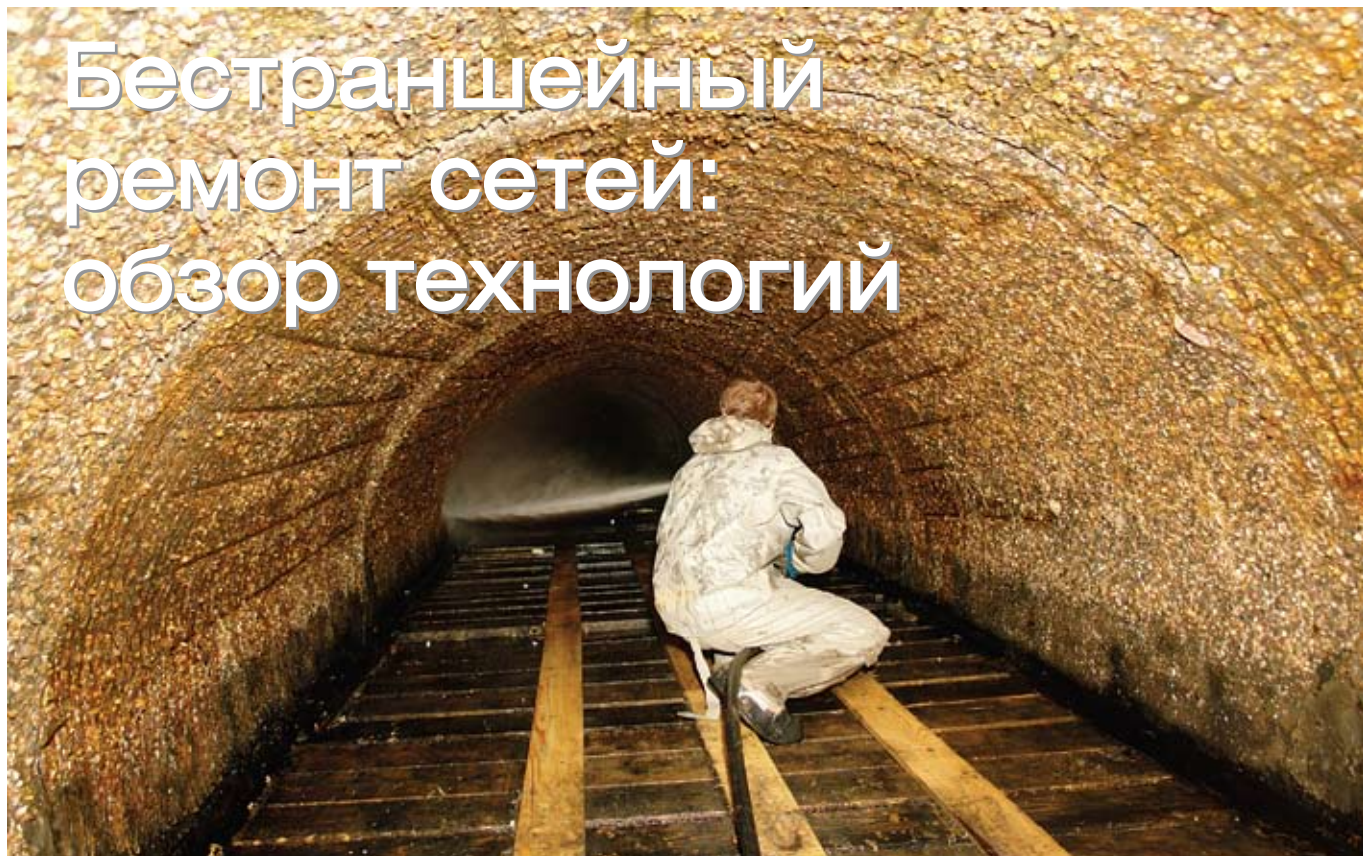


# Бестраншейный ремонт сетей: обзор технологий



Бестраншейный ремонт инженерных сетей с каждым годом находит все более широкое применение в отечественной и мировой практике. Благодаря основополагающим преимуществам, в числе которых, в первую очередь, следует выделить аспекты экологической и экономической эффективности внедрения бестраншейных технологий, в последние годы на российском рынке происходит как количественное, так и качественное развитие средств и способов реновации трубопроводов.

Подтверждением количественного роста технологических вариантов бестраншейного ремонта трубопроводов может служить появление в арсенале строителей таких методов, как нанесение пленочных и облицовочных покрытий, использование полимерного чулка или рукава, нанесение цементно-песчаных покрытий, протаскивание новой трубы в существующем трубопроводе («труба в трубе») и, наконец, «Pipe-Bursting» (суть метода сводится к протаскиванию новой трубы с разрушением старого трубопровода).

Качественное развитие технологий бестраншейного ремонта, сопровождающиеся, в первую очередь, расширением области их применения, наглядно подтверждается (в качестве примера) эволюцией метода «Pipe-Bursting» за последние 5-7 лет: от использования оборудования для ремонта трубопрово-

дов небольшого диаметра до появления в 2007 г. установок Grundoburst 2500G (фирма Tracto-Technik) и T-400 (фирма No-Dig Scandinavium), что позволило проводить работы с трубами диаметром 1200 мм.

Однако, развитие технологий бестраншейного ремонта проходило неравномерно по отношению к величине диаметра трубы, с явным «предпочтением» к блоку трубопроводов небольшого (до 500 мм) и среднего (до 1000 мм) диаметра.

Основные достижения с точки зрения внедрения бестраншейных технологий мы имеем именно здесь.

Тем не менее, многочисленные выводы специалистов относительно плачевного состояния инженерных систем, в равной степени справедливы и для трубопроводов большого диаметра (в том числе магистральных коллекторов). Более того, вероятность аварии вследствие значительного износа на больших трубопроводах может иметь куда более



Начало выполнения работ в условиях действующего коллектора



Раскрой листов ПВХ



Оборудование для нанесения полимера для швов

серьезные последствия, да и значимость их бесперебойной работы в обеспечении нормальной жизнедеятельности городов, как минимум, не меньше.

В этой связи важное значение для дальнейшего развития бестраншейного способа реновации трубопроводов больших диаметров имеет положительный опыт ЗАО «Челныводоканал» г. Набережные Челны, выполнившего ремонт магистрального городского коллектора диаметром 2,5 м с применением новой технологии **Linabond®** в октябре 2008 г.

Впечатляющие результаты первого российского опыта дают повод для проведения общего технологического сравнения применяемых в настоящее время методов бестраншейного ремонта, чтобы помочь читателям разобраться в причинах успеха продукта компании «Линабонд Рус» на российском рынке, а также оценить потенциал новой технологии, сравнить ее с уже имеющимися в арсенале отечественных компаний средствами и способами бестраншейного ремонта трубопроводов (см. таблицу).

Хочу подчеркнуть, что цель написания данной статьи – дать возможность читателям самостоятельно оценить технологические возможности нового метода, сделать выводы относительно его перспектив на российском рынке на основе оценки его преимуществ и недостатков.

Основная отличительная особенность систем покрытий **Linabond® Co-Lining™** – создание композитного полимерного покрытия, монолитного с исходной конструкцией. Покрытие сочетает в себе наиболее успешные характеристики таких полимерных материалов, как полиуретан и поливинилхлорид (ПВХ), обеспечивая ранее недостижимый уровень защиты, повышая прочность конструкции в целом.

В настоящее время системы **Linabond® Co-Lining™** признаны самыми не-

проницаемыми, следовательно, самыми долговечными защитными системами, которые когда-либо использовались в конструкциях сетей водоотведения. рядом патентов подтверждается, что системы **Linabond** по своей природе уникальны и не имеют аналогов.

Структурный полимер **Linabond** – двухкомпонентный, приготавливаемый на месте полиуретановый материал, который наносится на подготовленную поверхность. На нанесенный полимер накладывается гибкий лист ПВХ, который химически связывается со слоем основного полимерного материала, что гарантирует герметичность покрытия.

**Основные свойства:**

- **Непроницаемость, химическая стойкость и химическая инертность.** Поливинилхлорид (ПВХ) позволяет изготавливать экструдированные листы без микропор, доказавшие за 50 лет

применения свою надежность при защите систем водоотведения. ПВХ имеет отличную химическую устойчивость в агрессивной среде сточных вод и является непроницаемым для большинства жидких и газообразных веществ, он также обладает высокой химической инертностью.

- **Высокая адгезия, структурная прочность, сплошность покрытия.** Полимеры **Linabond** одновременно обеспечивают высокую адгезию к бетонным поверхностям, структурную прочность и поддерживающий слой для листа ПВХ. Полимер покрывает 100% поверхности, поэтому исключается латеральная миграция жидкостей и газов.
- **Прочность сцепления.** Активатор **Linabond** обеспечивает высокоэффективный связующий механизм, создавая молекулярную связь между листом ПВХ и полимерной основой **Linabond**.



Монтаж покрытия **Linabond** в коллекторе

Таблица

Технология	Композитные покрытия Linabond Co-lining	Пленочные покрытия	Облицовочные покрытия	Метод полимерного чулка или рукава
Область применения	Трубопроводы, колодцы, емкости	Трубопроводы, колодцы, емкости	Трубопроводы, колодцы, емкости	Трубопроводы
Подготовка поверхности	Пескоструйная обработка	Пескоструйная обработка	Промывка, иногда пескоструйная обработка	Промывка
Материал	Полиуретан+ПВХ	Полиуретан, полимочевина, эпоксидные смолы, полиэфирные смолы	Полиэтилен, ПВХ	Эпоксидные смолы, полиэфирные смолы
Метод нанесения	Распыление оборудованием, вручную	Распыление оборудованием, вручную	Вручную	Специальное оборудование
Необходимость дорогостоящего оборудования	нет	нет	нет	да
Диаметр трубопровода	>1000 мм	>1000 мм	>1000 мм	100-1400 (2000) мм
Необходимость остановки работы сети	нет (в большинстве случаев)	да	да	да
Необходимость земляных работ	нет	нет	нет	нет
Долговечность	Более 50 лет	Менее 10 лет	Более 30 лет	Более 50 лет
Восстановление структуры и прочности	да	нет	да	да
Возможность дальнейшего разрушения конструкции под покрытием	нет	да	да	да
Сохранение проходного сечения	да	да	нет	да
Недостатки	Создание условий для нанесения покрытия в рабочей зоне.	Пористость, паропроницаемость, легкость механических повреждений. Недолговечность	Разрушение крепежных элементов. Нарушение герметичности швов. Изготовление лайнинга индивидуально для объекта. Трудоемкость	Изготовление чулка индивидуально для каждого объекта, энергозатраты на установку (пар, горячая вода). Высокие требования к квалификации персонала
Преимущества	Газо- и паронепроницаемость, высокая стойкость к химическим и механическим воздействиям, низкая шероховатость поверхности, защита любых геометрических форм. Отсутствие земляных работ. Возможность точечного ремонта	Применение при влажности до 100%, температуре до -15° С, высокая адгезия с поверхностью, легкость нанесения. Отсутствие земляных работ.	Газо- и паронепроницаемость, высокая стойкость к химическим и механическим воздействиям, низкая шероховатость поверхности, защита любых геометрических форм. Отсутствие земляных работ	Возможность ремонта труб малого диаметра. Отсутствие земляных работ
Возможность проведения работ силами Водоканала	да	да	нет	нет
Торговые марки	LINABOND	HYPERKOTE, Уникоут, Карбофлекс	AGRU, Trolining	PER AARSLEFF, PHOENIX

Цементно-песчаное покрытие	Метод «труба в трубе»	Метод разрушения старого трубопровода с одновременной прокладкой нового
Трубопроводы	Трубопроводы	Трубопроводы
Пескоструйная обработка	Промывка, прочистка	нет
Бетон	Полиэтилен, ПВХ, стеклопластик	Полиэтилен, сталь, чугун
Распыление специальным оборудованием	Специальное оборудование	Специальное оборудование
нет	нет	да
>200 мм	До 2000 мм	До 1400 мм
да	да	да
нет	да	да
Более 10 лет	Более 50 лет	Более 50 лет
нет	да	да
да	-	-
да/нет	нет	да
Пористость, проницаемость, недолговечность. Высокие требования к подготовке поверхности	Земляные работы, значительное уменьшение внутреннего диаметра и пропускной способности. Высокие требования к выполнению швов. Гидролиз и разрушение стеклопластика	Постоянное геотехническое сопровождение. Земляные работы. Высокие требования к выполнению швов Прокладка только прямых участков
Возможность ремонта труб малого диаметра. Отсутствие земляных работ	Получаем новую пластиковую трубу	Не требует подготовки трубы, получаем новую трубу
да	да	да
		Tracto-Technik, No-Dig, HammerHead

## СТРУКТУРНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ LINABOND® CO-LINING™, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Системы **Linabond** используются как при сооружении новых, так и для ремонта старых бетонных, кирпичных и металлических конструкций систем водоснабжения и водоотведения, включая приемные колодцы, КНС, пескоуловители, водоотводящие и водозаборные сооружения, емкости для реагентов, отстойники, реакторы, трубопроводы, коллекторы и прочие сооружения, которым необходима защита от коррозии или гидро- и газоизоляция.

Нередко можно наблюдать следующую картину. Представитель организации-подрядчика задает заказчику вопрос относительно возможных объемов предстоящих ремонтных работ и, убеждаясь, что они крайне невелики, теряет интерес к потенциальному объекту.

На практике подобные эпизоды случаются при необходимости выполнения точечного ремонта, иными словами, при ликвидации очагов разрушения или коррозии при общем приемлемом состоянии емкости или коллектора. Таких очагов может быть всего один – два общей площадью несколько десятков квадратных метров.

Технология **Linabond®** в этом случае может быть применена не менее эффективно, чем при проведении глобального ремонта.

Кроме того, предприятие, отвечающее за состояние водоотводящих сетей, имея в арсенале необходимые материалы и определенный навык, получает возможность проводить профилактические работы самостоятельно, без привлечения сторонних подрядных организаций, поддерживать свои объекты в хорошем рабочем состоянии без весомых финансовых затрат, т.е. в режиме экономии материальных ресурсов.

## ОБЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ LINABOND® ПРИ РЕНОВАЦИИ КОЛЛЕКТОРОВ И ТРУБОПРОВОДОВ

Наряду с уже отмеченными ранее уникальными возможностями технологии **Linabond®** обеспечивать практически полную изоляцию внутренней поверхности ремонтируемых сооружений (включая гидроизоляцию и прекращение развития химической и биологической коррозии), а также полное восстановление несущей способности конструкции, имеет место целый ряд других общих технологических достоинств описываемого метода.

**Производство ремонтных работ без прекращения перемещения сточных вод.** Использование технологии



Выполнение стыков листов ПВХ

**Linabond®** позволяет осуществлять ремонт и защиту действующего коллектора сточных вод за счет возможности эффективного восстановления боковых стен и свода с использованием предлагаемых систем. Иными словами, возможен ремонт без прекращения работы сооружений и организации временных схем водоотведения, что, особенно в случае реновации магистральных коллекторов, является дорогостоящим, а в большинстве случаев и невозможным мероприятием.

Подтверждением сказанного стало успешное восстановление участка главного городского канализационного коллектора в г. Набережные Челны в октябре 2008 г. (см. РОБТ № 10, 2008 г.), где ремонтные работы выполнялись в ограниченное время транспортировки минимальных объемов сточных вод.

**Возможность сохранения поперечного сечения действующего коллектора по завершении производства ремонтных работ.** Эта особенность применения технологии **Linabond®** подчас имеет важное значение при принятии решения о ремонте сетей. Речь идет об увеличении объемов сточных вод в связи с развитием как жилищного, так и промышленного сектора. В таких условиях предложение по ремонту коллекторов с уменьшением их пропускной способности в большинстве случаев ставит под сомнение необходимость реновации в принципе, вынуждая задумываться о строительстве новых сооружений, что, безусловно, является более дорогостоящим.

**Контроль и управление качеством.** Применение технологии **Linabond®** позволяет убедиться в соответствии качества проделанных ремонтных работ техническим требованиям спустя 1,5–2 ч после их завершения. Оценка качества производится путем выявления возможных дефектов

соединения листа ПВХ и нанесенного на внутреннюю поверхность коллектора структурного полимера (обнаружение воздушных пузырей), а также проверки значения силы адгезии покрытия представителем компании ООО «Линабонд Рус», осуществляющим техническое сопровождение проекта.

Своевременное обнаружение возможных отклонений от нормативных значений позволяет оперативно реагировать на их появление и предотвращать масштабные ошибки на всей протяженности ремонтируемого участка.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПOKPЫТИЙ

Ниже приводятся результаты некоторых тестов, подчеркивающие возможности систем **Linabond**.

**Сцепление с субстратом.** Основной иллюстрацией результата стандартного теста на силу адгезии покрытия является вид извлеченных элементов. Хорошо видно, что сила сцепления покрытия с бетоном выше, чем структурная прочность самого бетона. (Этот тест выполняется в обязательном порядке при ежедневном инспектировании качества работ по нанесению покрытия).

**Непроницаемость по отношению к сероводороду.** Испытанию подвергались раздельно лист ПВХ и структурный полимер. В специальной камере слой испытуемого материала выполнял роль мембраны, с одной стороны которой создавалось избыточное давление сероводорода, с другой стороны был подключен детектор газового хроматографа, регистрирующий концентрацию сероводорода. По результатам 8-недельного теста миграции сероводорода через слой испытуемых материалов не отмечено.

**Способность выдерживать гидростатическое давление.** Фактически, это показатель, косвенно характеризующий

силу адгезии покрытия и способность защиты от инфильтрации. В результате теста при давлении водяной струи, равном 96,5 бар, через отверстие, просверленное в бетонном образце к покрытию, покрытие не отстает от поверхности бетона, а протечки появляются через боковые трещины в бетоне образца.

**Прочность на разрыв и сопротивление на сжатие.** Эти тесты помогают оценить механизмы, работающие в конечной структуре покрытия. При проведении теста на сжимаемость отдельно взятый структурный полимер выглядит много хуже бетона. Однако бетон не обладает огромной прочностью на разрыв, по этому параметру структурный полимер обходит его в 4–5 раз. Но более важно то, что в готовой конструкции «бетон-покрытие» структурный полимер и бетон работают вместе, образуя монолит, который по своим качествам превосходит каждый из входящих в него компонентов. Именно это иллюстрируют тесты на D-нагрузку для труб или тесты на изгиб для балок, защищенных покрытиями **Linabond**. В обоих случаях наблюдается повышение прочности защищенных конструкций в несколько раз и способность выдерживать динамические нагрузки без потери герметичности (без разрушения покрытия).

Безусловно, рассказать обо всех тонкостях применения полимерных систем **Linabond®** в рамках одной статьи не представляется возможным. Наверняка у читателей возникнут определенные вопросы, сомнения.

Думаю, что представители компании «Линабонд Рус» поделятся с читателями более подробной информацией об особенностях применения своей уникальной технологии на проходящей в Москве в МВЦ «Крокус Экспо» с 26 по 28 мая выставке City Pipe-2009 (стенд № В 1.2). ■

С.Э. Нильва,  
главный редактор журнала «РОБТ»

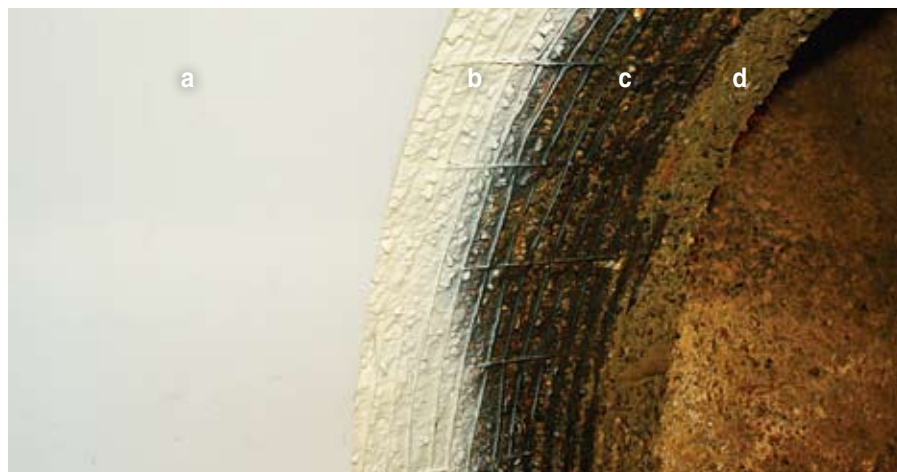


Иллюстрация применения технологии **Linabond®** на практике: а – отремонтированный коллектор; б – слой арматуры, закрытый полимером; в – поверхность подготовленная к нанесению полимера; д – участок старой стены коллектора