

ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КОЛОДЦЕВ РЕКОМЕНДУЕТСЯ НАНОСИТЬ НА ИХ ВНУТРЕННЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ ЗАЩИТНОЕ ПОЛИУРЕТАНОВОЕ ПОКРЫТИЕ. БЛАГОДАРЯ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЯМ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ОНО ПРЕДОТВРАЩАЕТ КОНТАКТ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ КОЛОДЦА С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ И УВЕЛИЧИВАЕТ СРОК ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Ю.С. Захаров, генеральный директор ООО «Три-С», к.т.н., г. Москва,
www.ooo3s; www.oldodur.ru

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КОЛОДЦЕВ

Презентация применения полиуретанового покрытия BASF OLDODUR WS 56 на объекте ГУП «Мосводоканал»

Сегодня актуальность проблемы защиты канализационных сетей от разрушения в нашей стране не подвергается сомнению. Сети изношены до предела и нуждаются в обновлении. По данным Министерства регионального развития РФ в среднем по России физический износ канализационных сетей составляет 63%, канализационных насосных станций - 57%, очистных сооружений канализации - 56%. По отдельным муниципальным образованиям износ коммунальной инфраструктуры составляет 70-80% и увеличивается на 2-3% в год [1]. Износ системы водоотведения продолжает увеличиваться, повышая вероятность техногенных и экологических катастроф, угрожающих миллионам людей и сотням предприятий.

Проблема защиты канализационных сетей от разру-

шения носит комплексный характер, поскольку требует решения широкого спектра взаимосвязанных задач:

- разработки критериев оценки состояния канализационных сетей и сооружений;
- оценки текущего состояния действующих сетей и сооружений;
- анализ современных технологий санации;
- разработки комплекса профилактических мероприятий, направленных на увеличение сроков безаварийной эксплуатации канализационных сетей;
- обеспечения таких темпов ремонтных работ, которые позволили бы в обозримом будущем, с высоким качеством, отремонтировать поврежденные участки

существующих сетей, но и своевременный ремонт новых сооружений.

Справедливости ради надо отметить, что данная задача в мире еще никем не решена. Так, анализ состояния канализационных сетей ФРГ, проведенный в 2004 г. показал, что только 81% коллекторов системы водоотведения страны не требует ремонта (2).

В тоже время, такой результат показывает эффективность функционирования предприятий, ответственных за эксплуатацию и ремонт канализационных сетей в ФРГ. При этом, необходимо принять к сведению, что общая протяженность канализационных сетей в ФРГ в четыре раза больше, чем в России. Такие результаты стали возможными благодаря грамотной эксплуатации и своевременному ремонту сетей с применением современных строительных материалов и передовых технологий.

В процессе ремонта канализационной сети устраняются дефекты труб (по длине и в местах стыковки), а также производится ремонт канализационных колодцев (смотровых и перепадных колодцев), которые располагаются:

- в местах изменения диаметров и уклонов трубопроводов;
- в местах изменения направления трубопроводов;
- в местах стыковки трубопроводов;
- на прямолинейных участках труб через 35 – 300 м (с увеличением диаметра труб, расстояние между колодцами увеличивается).

Канализационные колодцы играют важную роль в обеспечении функционирования системы водоотведения, поскольку:

- обеспечивают доступ к коллекторам для проведения очистных или ремонтных работ;
- способствуют проветриванию канализационной сети, что снижает скорость коррозионных процессов, концентрацию токсичных и взрывоопасных газов;
- оказывают непосредственное влияние на гидравлические свойства системы водо-отведения.

Поскольку канализационные колодцы часто располагаются в местах интенсивного движения автотранспорта, их состояние может сильно влиять на качество дорожного покрытия и, как следствие, на безопасность дорожного движения.

При плохой гидроизоляции канализационных шахт существует опасность инфильтрации грунтовых и эксфильтрации сточных вод, что может привести к ускоренному разрушению колодцев, а также к нарушению бактериального равновесия в примыкающем очистном сооружении.

Поэтому одной из главных задач предприятий, ответ-

ственных за эксплуатацию канализационных сетей, является поддержание канализационных шахт в состоянии, близком к исходному.

Решения этой задачи можно достичь за счет своевременного проведения:

- местного ремонта (устранение местных повреждений с использованием инъекционных методов и устройства местной гидроизоляции);
- реконструкции ремонта (восстановление исходных потребительских свойств колодцев за счет нанесения специальных покрытий или облицовки);
- нового строительства (сооружения нового колодца на месте существующего).

Выбор и обоснование возможности применения той или иной технологии санации канализационных колодцев зависят:

- от текущего состояния объекта и действующих нагрузок;
- от технической возможности применения технологии;
- от экономического эффекта, который может обеспечить выбранная технология ремонта (затраты, долговечность, сроки повторного ремонта).

Долговечность безаварийного функционирования канализационных колодцев во многом определяется выбором конструктивных материалов, использованных при их строительстве (наиболее часто при сооружении колодцев применяют бетон и кирпич), а также действующими в процессе эксплуатации нагрузками, в первую очередь воздействием сточных вод.

Различают прямое и косвенное воздействие сточных вод.

Прямое воздействие имеет место исключительно в местах непосредственного контакта сточных вод со стенками канализационных сооружений. Это механические воздействия или воздействия различных растворов и микроорганизмов. Микроорганизмы находятся в непосредственном контакте с наружной или внутренней (для пористых материалов) поверхностью строительной конструкции и в процессе метаболизма взаимодействуют с конструкционными материалами. В результате происходит разрушение материала и сокращение сроков эксплуатации конструкции.

Если находящиеся в сточных водах микроорганизмы, в процессе жизнедеятельности, выделяют агрессивные вещества, непосредственно не связанные в пространстве и времени со строительной конструкцией, и место возможного поражения конструкции не возможно точно определить, то имеет место косвенное воздействие сточных вод.

Механические нагрузки

Исследования ученых ФРГ показали, что вертикальные нагрузки на конструкцию колодца, обусловленные движением транспортных средств, а также их длительность, не обладают большим разрушающим потенциалом [3]. После 10 миллионов циклов нагрузки, бетон сохраняет 90% своей несущей способности. Движение транспорта, также не оказывает существенного влияния на свойства гидроизоляции, выполненной с применением эластомеров.

В тоже время влияние вертикальных нагрузок на процесс образования повреждений в колодцах, выполненных из кирпича, еще недостаточно изучено.

Для удаления отложений и устранения засоров, а также для подготовки обследования колодцев в ФРГ, часто применяется струйная водная очистка, следствием которой является постепенное разрушение конструкции и основания колодцев, а также и разгерметизация мест стыковки с канализационными трубами.

При оценке механических нагрузок, которым подвергаются канализационные шахты, прежде всего, необходимо учитывать механический износ и кавитационную эрозию.

Механический износ обусловлен присутствием в сточных водах твердых частиц, таких как песок, щебень, твердых частиц металла, текстиля и т.д., которые являются абразивными материалами, истирающими стенки трубопроводов в результате транспортирования жидкости. Интенсивность истирания пропорциональна скорости потока, движущегося в трубе.

В местах сброса сточных вод на отражающей поверхности можно ожидать проявления кавитационной эрозии (образование отверстий и углублений на поверхности стенок шахты).

Следствием интенсивных механических нагрузок является постепенное разрушение (появление отслоений и трещин), а также увеличение шероховатости стен шахт.

Биохимические нагрузки

Химическое воздействие агрессивных сточных вод происходит исключительно в местах их непосредственного контакта со стенками канализационных сооружений.

Содержащиеся в сточных водах кислоты, способные к обмену соли, сильные основания, органические жиры и масла инициируют разрушающее химическое воздействие на конструкционные материалы канализационных шахт.

При взаимодействии сульфатов, растворенные в сточных водах, совместно с гидратами алюминатов и гидроксидом кальция цементного камня образуются очень объемные кристаллы. Образование кристаллов

является причиной возникновения дополнительных напряжений, приводящих к вспучиванию цементного камня, что приводит, при известных обстоятельствах, к его полному разрушению.

При рассмотрении коррозионных процессов в канализационных сетях, большое внимание следует уделить коррозии конструкционных материалов, обусловленной воздействием биогенной серной кислоты, которая проистекает над поверхностью сточных вод.

При отсутствии проветривания и достаточного количества кислорода, растворенного в сточных водах (менее 0,1 мг/л), в канализационной сети происходит интенсивный процесс образования сероводорода, который выделяется и скапливается в подсводном пространстве коллекторов.

Появление сероводорода в атмосфере подсводного пространства коллектора сопровождается появлением на его стенках тионовых бактерий, в результате жизнедеятельности которых сероводород окисляется до серной кислоты концентрацией 5% и более.

Наиболее благоприятными условиями жизнедеятельности бактерий является высокая влажность и температура окружающей среды в интервале от 30°C до 37°C. Но уже при температуре окружающей среды равной 18°C может образоваться 5%-серная кислота.

Интенсификации процесса выделения серной кислоты следует ожидать в местах наибольшей концентрации сероводорода, а именно:

- в местах длительного застаивания сточных вод;
- в конце канализационных каналов, которые отводят сточные воды в насосные системы;
- в местах перехода напорного режима движения жидкости на безнапорный;
- в зонах повышенной турбулентности потоков, т.е. на перепадах, особенно открытого типа, в быстротоках, и местах соединения потоков.

Уменьшение потребления воды и связанное с этим сокращение объема сточных вод и увеличение времени застаивания, может привести к интенсификации выделения сероводорода в системе канализационных трубопроводов.

Серная кислота воздействует на конструкцию канализационных шахт. В агрессивной среде цементосодержащие (бетон, сухие смеси) и металлические (сталь, чугун) материалы подвергаются сильной коррозионной опасности.

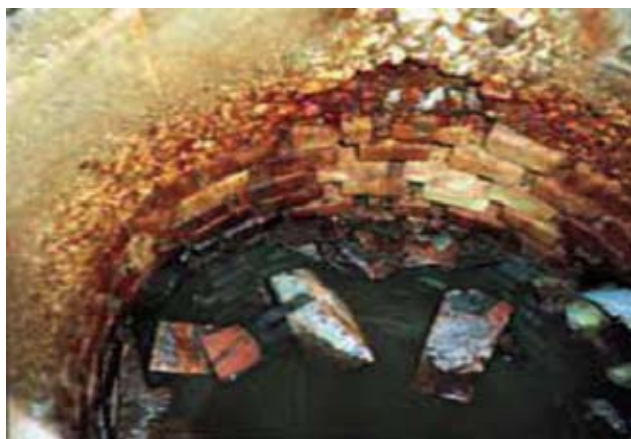
Скорость коррозионного процесса бетонных поверхностей зависит от состава бетона и количества остатков продуктов коррозии. Например, в воздушном пространстве круглых труб, скорость разрушения бетонной поверхности составляет примерно 3 мм/год, а в ряде случаев 1 – 2 см/год.

Коррозия стальных ступенек ухудшает безопасность проведения работ внутри колодцев, поскольку корродирующие ступеньки могут разрушиться под влиянием человеческого веса.

Таким образом, в результате воздействия сточных вод на элементы системы водоотведения происходит:

- уменьшение их несущей способности;
- нарушение герметичности системы;
- повышение опасности проведения ремонтных работ внутри системы.

Рис. 1. Типичный внешний вид канализационных колодцев, требующих реконструкции



На рис. 1 приведены фотографии колодцев требующих ремонта.

Для предотвращения разрушения канализационных колодцев требуется своевременное проведение ремонтных работ. Своевременно выполненный ремонт всегда предпочтительнее нового строительства.

Одним из направлений деятельности ООО «Три-С» является внедрение в Российской Федерации современных технологий реконструкции канализационных колодцев с использованием минеральных и полимерных покрытий. Предприятие располагает всем необходимым оборудованием и квалифицированным персоналом. Работы по нанесению полиуретановых покрытий проводятся высококвалифицированными специалистами, прошедшими специальный курс обучения.

Во многих случаях применение покрытий для ремонта колодцев является альтернативой повсеместно применяемой замене старых колодцев новыми. Особенно, если глубина реконструированных колодцев составляет более 3,5 м и они расположены на проезжей части. Специальные покрытия также широко используются при ремонте колодцев сложной геометрической формы с большим количеством врезок. Полимерные покрытия обеспечивают сегодня лучшую, после стекла и керамической плитки, защиту минеральных оснований от воздействия биогенной серной кислоты.

Отличительными особенностями технологий ремонта колодцев, используемых ООО «Три-С» являются:

- небольшой объем земельных работ или их полное отсутствие;
- короткие сроки производства работ;
- короткие сроки действия ограничений дорожного движения;
- возможность сохранения отвода сточных вод;
- сохранность окружающей колодец растительности и насаждений;
- не требуется понижение уровня грунтовых вод.

Как правило, ремонтные работы включают:

- замену корродирующих и разрушенных металлических ступенек;
- обработку трещин и заполнение пустот ремонтными растворами;
- восстановление геометрии канализационных колодцев с использованием полимермодифицированных растворов;
- устройство защитного слоя.

Качественный ремонт систем канализационных колодцев невозможен без объективной оценки картины повреждений. Чтобы обеспечить качественное визуальное обследование ремонтируемых участков, их

следует тщательно очистить от грязи и следов коррозии.

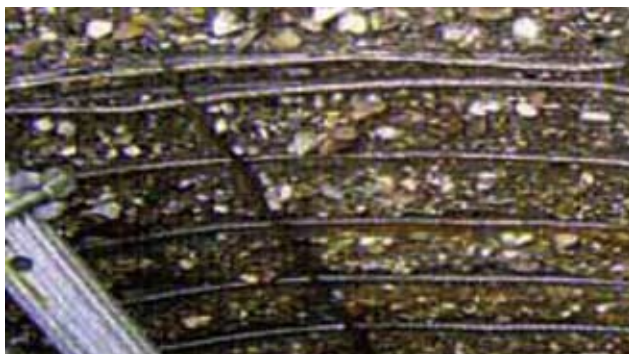
Для решения этих задач следует использовать оборудование для струйной очистки бетонных оснований смесью воды и песка под высоким давлением (до 400 бар). При слабой загрязненности внутренних поверхностей колодца, песок для очистки можно не использовать (рис. 2).

Рис. 2. Водопескоструйная очистка колодца (давление струи 400 – 600 бар)



Не обладающие несущей способностью участки основания, рыхлые, пораженные трещинами, мелящиеся слои и цементный шлам полностью удаляются. После очистки, внутренние поверхности канализационного колодца должны быть чистыми, обладать несущими свойствами и иметь зернистую структуру (рис. 3).

Рис. 3. Бетонный колодец после водопескоструйной очистки



Восстановление исходной геометрической формы (репрофилирование) ремонтируемого объекта является очень важной технологической операцией (рис. 4), поскольку качество и долговечность полиуретанового покрытия во многом определяется качеством выполнения этих работ.

В процессе репрофилирования решаются следующие задачи:

- ликвидация источников инфильтрации грунтовых вод;
- ремонт трещин и заделка швов;
- антикоррозионная обработка оголенной арматуры;
- восстановление исходной геометрической формы разрушенных элементов конструкции объекта.

При репрофилировании используются специальные сухие смеси с малой усадкой (практически не изменяющие объема при высыхании).

Рис. 4. Репрофилирование внутренней поверхности колодца



Приготовление растворов производится непосредственно на стройплощадке. Жизнеспособность растворов составляет, как правило, 30 - 45 минут.

Согласно данным производителей эти материалы демонстрируют высокую устойчивость к длительным воздействиям химических нагрузок (рН = 3 - 11) при

соблюдении следующих требований к толщине защитного слоя:

- 5 мм – для растворов, содержащих реакционные смолы;
- 10 мм – для полимермодифицированных растворов;
- 20 мм – для цементных растворов.

Перед нанесением раствора основание увлажняется. Толщина слоя раствора должна быть не меньше, чем утроенная величина диаметра максимального зерна наполнителя.

Через 4 часа (при 10°C) после нанесения раствора допускается контакт сточных вод с покрытием.

Использование при ремонте канализационных колодцев специальных смесей позволяет одновременно решить следующие задачи:

- повысить устойчивость колодца к механическим нагрузкам;
- обеспечить требуемый уровень защиты конструкции колодца от агрессивного воздействия сточных вод.

Восстановление исходной геометрической формы (репрофилирование) ремонтируемого объекта является очень важной технологической операцией, поскольку качество и долговечность финишного защитного покрытия во многом определяется качеством выполнения этих работ.

В настоящее время в ФРГ для устройства защитного слоя применяют главным образом специальные цементные растворы и полиуретановые покрытия.

В рамках исследовательских работ, проведенных в Гамбургском водосборнике, были испытаны покрытия на основе эпоксидных смол. Итоги испытаний дали отрицательный результат. Поэтому, в настоящее время, материалы на основе эпоксидных смол, при ремонте канализационных шахт, не применяются.

С 1999 г. для ремонта канализационных шахт в Германии активно применяют двухкомпонентные полиуретановые покрытия, толщина которых определяется действующими нагрузками (от 3,0 мм и более).

ООО «Три-С» использует для защиты минеральных оснований (бетонных, кирпичных) двухкомпонентное полиуретановое покрытие BASF OLDODUR WS 56. Нанесение покрытия производится послойно (один слой от 0,1 до 0,5 мм) при помощи специальных установок для нанесения двухкомпонентных материалов (рис. 4).

Уже через 30 минут после нанесения покрытия, его можно подвергать пешеходным нагрузкам. Через 4 часа (при 10°C) процесс отверждения полностью завершается.

Для покрытия BASF OLDODUR WS 56 характерны:

- высокая реактивность (время затвердения – не-

сколько минут);

- хорошая адгезия к бетону;
- устойчивость к температурным воздействиям;
- химическая устойчивость против кислотных и щелочных сред;
- высокий коэффициент сопротивления диффузии водных паров;
- высокая водонепроницаемость;
- высокая ударная вязкость и прочность на изгиб.

BASF OLDODUR WS 56 можно наносить на подготовленное основание через сутки после завершения очистки и репрофилирования.

Подлежащие окрашиванию поверхности должны быть прочными, слегка шероховатыми (1 – 2 мм) и обладать несущей способностью. Вещества, препятствующие адгезии следует удалить.

Прочность основания на отрыв должна составлять минимум 1,5 Н/мм².

Температура основания должна быть минимум на 3°C выше точки росы.

Окрашиваемая поверхность должна быть защищена от воздействия влаги. Остаточная влажность в поверхностном слое (2 см от поверхности) не должна превышать 6% (матово-влажная поверхность).

Для лучшей адгезии полиуретана и основания, находящаяся в наружных порах влага удаляется при подаче теплого воздуха (используются тепловые пушки).

В остальном следует соблюдать действующие инструкции по подготовке основания перед нанесением лакокрасочных покрытий.

Компоненты BASF OLDODUR WS 56 (компонент А: смола, компонент В: отвердитель) поставляются в отдельных упаковках (банках или бочках).

Нанесение BASF OLDODUR WS 56 производится исключительно методом горячего распыления. Покрытие наносится на всю внутреннюю поверхность канализационного колодца за исключением участка горловины (25 см от дорожного покрытия).

При производстве работ необходимо соблюдать действующие инструкции по окрашиванию бетонных оснований реакционными смолами.

В сентябре 2011 г. специалисты компании ООО «Три-С» продемонстрировали данную технологию представителям ГУП «Мосводоканал» при производстве ремонта камеры К-20 (рис. 6) подводящего коллектора к КНС «Коммунарка». Ремонтные работы производились совместно с специалистами ООО «СтройИнжКом».

Для минимизации количества факторов, оказывающих влияние на защитные свойства покрытия BASF

Рис. 6. Внешний вид камеры К-20



OLdodur WS 56, специалистами ГУП «Мосводоканал» было принято решение не производить ремонт и репрофилирование стенок камеры, а произвести силами «СтройИнжКом» монтаж в камере новых железобетонных колец (рис. 7) диаметром 1500 мм (глубина залегания 3 м).

Рис. 7. Внешний вид камеры после монтажа бетонных колец



На следующий день бригада сотрудников ООО «Три-С», состоящая из двух человек провела подготовку колодца к окрашиванию. Были выполнены следующие работы:

- водопескоструйная обработка плиты перекрытия (рис. 8.), лотка и стенок колодца с целью получения чистой шероховатой поверхности (необходимое условие отличной адгезии покрытия к основанию);
- репрофилирование лотка и заделка швов между бетонными кольцами полимермодифицированным цементным раствором EMACO Nanocrete R4 (рис. 9).

Рис. 8. Водопескоструйная обработка плиты перекрытия



Рис. 9. Камера после репрофилирования и заделки швов



Только после этого, как того требует технология, сотрудники ООО «Три-С» приступили к нанесению полиуретанового покрытия BASF OLDODUR WS 56. Ра-

боты велись с использованием оборудования, смонтированного в цельнометаллическом кузове автомобиля VW Crafter.

Перед нанесением покрытия, с поверхности основания была удалена остаточная влага. Для этого применялась тепловая пушка.

При нанесении покрытия использовалась установка PSL 2K-40 (рис. 10), предназначенная для нанесения двухкомпонентных полиуретановых покрытий методом горячего распыления. Нанесение полиуретанового покрытия проводилось вручную с приме-

Рис. 10. Установка PSL 2K-40



Технические характеристики установки PSL 2K-40

Габаритные размеры	760 x 760 x 1300 мм
Вес	≈ 250 кг
Емкости для компонентов	2 x 40 литров
Длина шланга	25 x 50 м
Распылительный пистолет	PSL SP-33
Соотношение компонентов	устанавливается оператором с зависимости от вида материала
Давление в трубопроводах	200 бар
Максимальная производительность	3 л/мин
Потребляемая мощность	6 кВт
Необходимый объем сжатого воздуха	600 л/мин; 6 бар
Подогрев компонентов	до +70°C
Управление установкой	с помощью сенсорного экрана
Смешивание компонентов	в статическом смесителе

нием распылительного пистолета в несколько слоев (рис. 11). При распылении температура композиции составляла 60°C. После затвердевания покрытия был проведен визуальный осмотр с целью обнаружения дефектов покрытия, которые в случае необходимости легко устраняются повторным окрашиванием.

Следует отметить, что весь технологический процесс подготовки материала к окрашиванию и ход производства работ отображаются на сенсорном экране установки (температурный режим производства работ, расход материала, пропорция смешивания компонентов) и регистрируются в памяти управляющего компьютера.

Ремонт камеры К-20 подводящего коллектора к КНС «Коммунарка» был выполнен с полным соблюдением технологии. Специалисты ГУП «Мосводоканал» подтвердили свой интерес к двухкомпонентному полиуретановому покрытию BASF OLDODUR WS 56, которое, обладая уникальными защитными свойствами, увеличивает срок эксплуатации сооружений системы водоотведения, препятствуя воздействию на них агрессивных сред и биогенных коррозионных процессов в местах повышенной концентрации сероводорода. Покрытие обладает высокой механической прочностью.

Рис. 11. Нанесение покрытия BASF Oldodur WS 56



Рис. 12. Монтаж плиты перекрытия



Для производства локального ремонта выпускается модификация материала для нанесения традиционным малярным инструментом BASF OLDODUR WS 56 Handmasse. Таким образом, BASF OLDODUR WS 56 является высокотехнологичным материалом для устройства эффективной антикоррозийной защиты канализационных сетей.

Список литературы

1. Орлов В.А., Орлов Е.В. (2007). Строительство, реконструкция и ремонт водопроводных и водоотводящих сетей бестраншейными методами: Учебное пособие.- М.: ИНФРА-М.
2. Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2004. Christian Berger, Johannes Lohaus.
3. IKT- Institut für Unterirdische Infrastruktur. (2005). Endbericht. Beschichtungsverfahren zur Sanierung von Abwasserschächten. Studie zu Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen anhand von Praxis- und Laboruntersuchungen., Гельзенкирхен, Германия.

