

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАЗРУШЕННОГО КОЛЛЕКТОРА В ХАРЬКОВЕ

Дмитрий Гончаренко, Дмитрий Бондаренко, Алексей Гармаш

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
 Адрес: Украина, г. Харьков, ул. Сумская, 40
 E-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua

Аннотация. Проведен анализ состояния канализационных сетей г. Харькова. Рассмотрены способы восстановления канализационных сооружений при их коррозионном разрушении. Представлен процесс восстановления канализационного коллектора глубокого заложения, разрушенного в результате коррозии.

Ключевые слова: канализационные коллекторы, анализ состояния, коррозия.

ВВЕДЕНИЕ

Длина канализационных сетей Харькова по состоянию на 01.01.2012 г. составляет 1619,58 км, в том числе 55,57 км тоннельных коллекторов, которые построены методом щитовой проходки. Тоннельные коллекторы являются коллекторами глубокого заложения. Средняя глубина заложения тоннельных коллекторов около 20 м, наиболее глубокие заложены на 50 м [16].

Длина сетей водоотведения со 100 % амортизационный износ составляет 1307,6 км. 51 % труб имеют срок эксплуатации более 50 лет (для керамических труб – 100 %), 47,7 % труб имеют срок эксплуатации от 25 до 50 лет и только 1,3 % – менее 25 лет (рис. 1) [6, 16].

Проблема сохранения и восстановления дей-

ствующих коллекторов водоотведения особенно актуальна теперь в связи с возросшими требованиями к экологии. При этом одной из важных задач является защита грунтовых вод от различных агрессивных реагентов, которые могут попадать в грунтовые воды через разрушенные конструкции систем водоотведения.

Вопросам обеспечения надежности подземных инженерных коммуникаций Харькова посвящены работы И. Абрамовича [1-3], Д. Гончаренко [4-12], И. Коринько [7, 8, 15], Е. Клейна [5, 13], А. Коваленко [14] и др.

Как известно, большая часть канализационных трубопроводов и тоннельных коллекторов в промышленных центрах Украины, в том числе в Харькове, построена в последние 50-60 лет из бетона и железобетона.

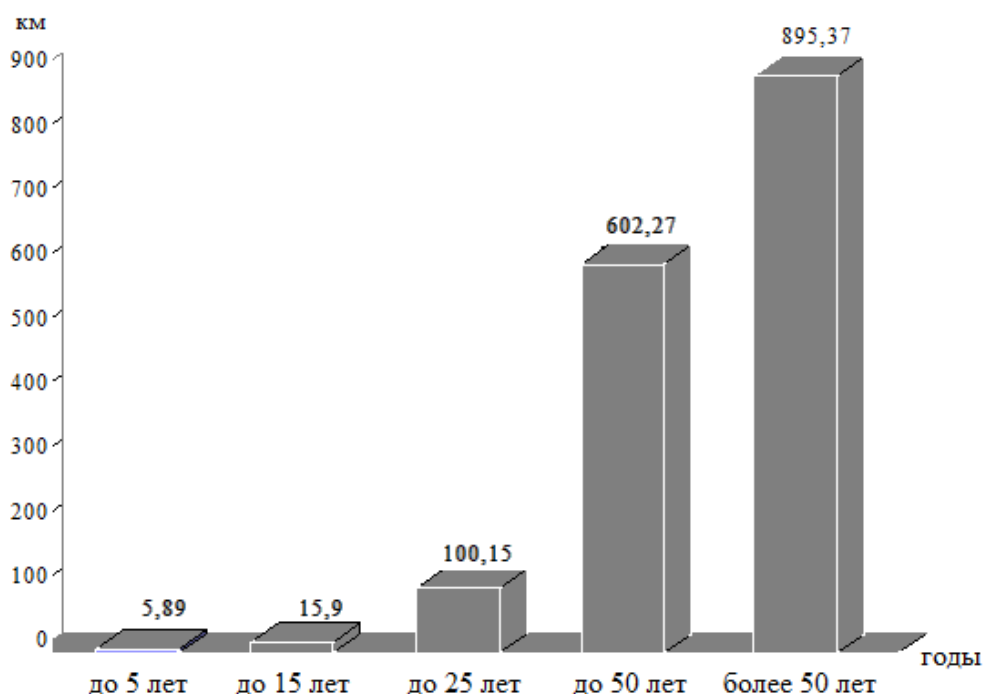


Рис. 1. Характеристика канализационных сетей за показателем срока эксплуатации

Fig. 1. Characteristics of sewerage systems for the life of the index

Главной причиной их разрушения является внешняя и внутренняя коррозия [17-20].

При эксплуатации железобетонные коллекторы подвергаются агрессивному воздействию снаружи (от грунтовых вод) и внутри (от транспортируемых вод) (рис. 2) [14, 18, 21]. Результаты исследований свидетельствуют о том, что разрушение труб под действием грунтовых вод и грунтов составляет около 10 % всех случаев коррозионного повреждения.

Внешняя коррозия связана с агрессивностью грунтовой воды, наличием агрессивных веществ в грунтах, а также с электрическим воздействием. Причиной внутренней коррозии являются агрессивные

стоки и биогенная среда, вызывающая сернокислотную коррозию.

Говоря о коррозии внутренней поверхности канализационных тоннельных коллекторов, следует помнить, что при их проектировании необходимо особое внимание обращать на контроль наличия коррозии и состав транспортируемых сточных вод, а также на обеспечение качественного обслуживания канализационных сетей. В любом случае в проекте должны быть предусмотрены меры по предотвращению образования сероводорода в канализационном тоннельном коллекторе [17].



Рис. 2. Внутренняя поверхность канализационных тоннельных коллекторов, разрушенная коррозией

Fig. 2. The inner surface of the sewer tunnel collectors destroyed by corrosion



Рис. 3. Первичная стадия проседания грунта в зоне повреждения коллектора

Fig. 3. The primary stage of subsidence in the area of damage to the collector

В декабре 2014 г. произошло обрушение разгрузочного коллектора ХТЗ вблизи шахты №4 в Харькове. На поверхности, в районе прохождения коллектора, была обнаружена просадка грунта глубиной до 11 м на расстоянии 6-8 м по направлению к шахте №8 (рис. 3) [12].

Коллектор был построен методом щитовой проходки в 1969 г. Глубина залегания коллектора порядка 14 м.

Как следует из технической документации основным конструктивом коллектора являются сборные железобетонные тубинги размером 1370×770×200 мм и 1210×770×200 мм. Армированные тубинги изготовлены в заводских условиях из бетона марки 300.

Внутренняя поверхность коллектора имеет внутреннюю бетонную обделку толщиной 160 мм из бетона марки 200. Представленная проектная документация не дает возможности установить, какая в проекте была заложена водонепроницаемость конструкций коллектора.

Железобетонные блоки изготавливались в соответствии с чертежами Спецшахтподземстроя. Объем блока составляет порядка 0,183 м³ при весе 455 кг. К монтажным петлям блока в дальнейшем приваривалась арматурная сетка обделки коллектора.

Обследование конструкций коллектора показало следующее. Вследствие действия коррозионных

процессов обделка коллектора вблизи шахтного ствола полностью пришла в негодность.

В результате коррозии был разрушен один из блоков коллектора, который обвалился внутрь коллектора. Его крупные обломки находятся на дне коллектора напротив места обрушения. Кроме этих обломков на дне коллектора обнаружены грунтовые отложения, обрушившиеся туда из надколлекторного пространства после падения блока (рис. 4).

Таким образом, в месте обрушения образовались отложения, препятствующие транспортированию сточных вод. До начала восстановления свода коллектора были выполнены работы по временному закреплению свода коллектора в месте обрушения тубинга (рис. 5) [12].

В результате проведенных обследований на месте обрушения коллектора был сделан вывод о невозможности восстановления свода с внутренней части коллектора.

Принимая во внимание тот факт, что обрушение произошло на расстоянии 3,5 м от существующей смотровой шахты, было принято решение об устройстве вертикальной крепи над местом обрушения.

После устройства вертикальной крепи конструкция временного закрепления свода коллектора (рис. 5) удаляется и дополнительно демонтируются несколько тубингов, что позволяет обустроить доступ в коллектор (рис. 6).



Рис. 4. Дно коллектора в месте падения тубинга

Fig. 4. The bottom of the reservoir at the site of the fall of the tubing



Рис. 5. Фотофиксация состояния конструкций тоннельного коллектора

Fig. 5. Photofixation state structures tunnel collector



Рис. 6. Состояние коллектора после демонтажа тубингов

Fig. 6. State of the collector after the dismantling of tubing

Спроектированная крепь, размером в плане 5,2×5,6 м, представляет собой набор горизонтальных рам, расположенных по высоте котлована на отметках: 0,0 м; -1,6 м; -3,2 м; -4,8 м; -6,4 м; -7,6 м; -8,8 м; -10,0 м; -11,2 м (рис. 7). Все крепи на указанных

отметках представляют собой прямоугольные в плане горизонтальные рамы размерами в осях 4,5×5,5 м. Для предотвращения обсыпания грунта по внешней конструкции крепи предусмотрен дощатый настил из деревянных брусков толщиной 100 мм.



Рис. 7. Крепь для проведения ремонтно-восстановительных работ

Fig. 7. Support prop for repair work

После обустройства крепи был проведен анализ состояния поврежденной сводовой части коллектора. Исследования поверхности в обрушенном разгрузочном коллекторе ХТЗ вблизи шахты №4 в Харькове [12, 17] показали, что при строительстве коллектора обделка была запроектирована из бетона марки 200, что не соответствует современным требованиям, изложенным в нормативных документах, а именно ДБН В. 2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».

Были рассмотрены несколько способов восстановления поврежденного коллектора. Одним из них является проталкивание коротких полиэтиленовых труб SPIRO диаметром 1600 мм. Необходимо отметить, что при использовании этого метода растягивающих усилий между новыми трубами не возникает. Тяговый канат, находящийся внутри нового трубопровода, крепят к опорной траверсе, а ее – к торцу каждой вновь устанавливаемой для наращивания трубы. Поскольку трубы работают только на сжатие, испытывать их на растягивающее усилие нет необходимости. Протягивание осуществляется с помощью лебедки. Недостатком метода является то, что в процессе протягивания может произойти перекашивание труб, их смещение, образование трещин. Вероятность этого возрастает, если наружная поверхность восстанавливаемой трубы неровная. В таких случаях проводят дополнительные мероприятия: на внутренней трубе устанавливают специальные фиксаторы или передвижные транспортные зажимы со скользящими полозьями либо роликами [2, 8, 17].

Отдельного внимания заслуживает метод восстановления коллектора с использованием стеклопластиковых труб.

Для этой цели были выбраны стеклопластиковые трубы с внутренним диаметром 1600 мм. Внешний максимальный диаметр с учетом наружного диаметра муфты составляет 1705 мм.

Особое внимание при монтаже стеклопластиковых труб уделяется их стыковке.

Для восстановления рассматриваемого участка сети возможен вариант наращивания труб в двух направлениях, начиная от центра участка коллектора.

В этом случае подача труб осуществляется с помощью электрокар или специальных тележек. Соединение выполняется с помощью муфт.

При этом трубу необходимо вставлять в муфту до касания трубой стопора муфты. В случае труб больших диаметров, что имеет место в данном случае, после их установки внутрь может войти специалист и проверить сопряжение стопора и трубы. Однако в случае труб меньших диаметров для проверки сопряжения трубы и стопора должны применяться другие методы, поскольку при этом нет возможности

проникновения внутрь. Для таких случаев необходимо измерить и отметить на трубе расстояние от внешнего края муфты до стопора. Трубу проталкивают внутрь муфты до достижения отмеченным участком конца муфты.

Принимая во внимание тот факт, что в рассматриваемом коллекторе разрушению была подвергнута в основном сводовая часть, был выбран вариант нанесения покрытия, и восстановления сводовой части коллектора с использованием торкретфибробетона. Восстановление выполнялось из бетона класса С25/30 (марка М400) с применением полимерной фибры. Перед торкретированием устанавливалась рабочая кольцевая композитная стеклопластиковая арматура периодического профиля диаметром 8 мм, с временным сопротивлением на разрыв $\sigma_c = 520$ МПа. Расчетное сопротивление стеклопластиковой арматуры $R_s = 520/1,4 = 370$ МПа, что эквивалентно по прочностным характеристикам классу стальной арматуры А400С. Защитный слой $a = 3$ см. Шаг арматуры 100 мм.

На рис. 8, 9 показано крепление арматурной сетки к поверхности коллектора после ее очистки от продуктов коррозии.

Технологический процесс восстановления коллектора с использованием торкретфибробетона состоит из следующих операций:

- подготовительная работа с очисткой стен от продуктов коррозии,
- крепление арматуры к сохранившимся конструкциям с помощью специальных анкерных элементов,
- нанесение первичного слоя фибробетона толщиной 50 мм,
- нанесение вторичного слоя толщиной 50 мм.

ВЫВОДЫ

Контроль состояния канализационных сетей глубокого заложения является актуальной задачей в связи с аварийным и предаварийным состоянием значительной части канализационных сетей в городах Украины. Для контроля состояния, работоспособности и надежности на коллекторах глубокого заложения необходимо предусмотреть устройство наблюдательных скважин и в течение всего срока эксплуатации проводить плановый контроль уровня грунтовых вод в скважинах и своевременно выявлять участки фильтрации сточных вод в грунты.

Выполненные работы по восстановлению и усилению аварийного участка позволили продлить срок эксплуатации данного коллектора без уменьшения его пропускной способности.



Рис. 8. Армирование стеклопластиковой арматурой сводовой части коллектора

Fig. 8. Reinforcement fiberglass reinforcement crest of the reservoir

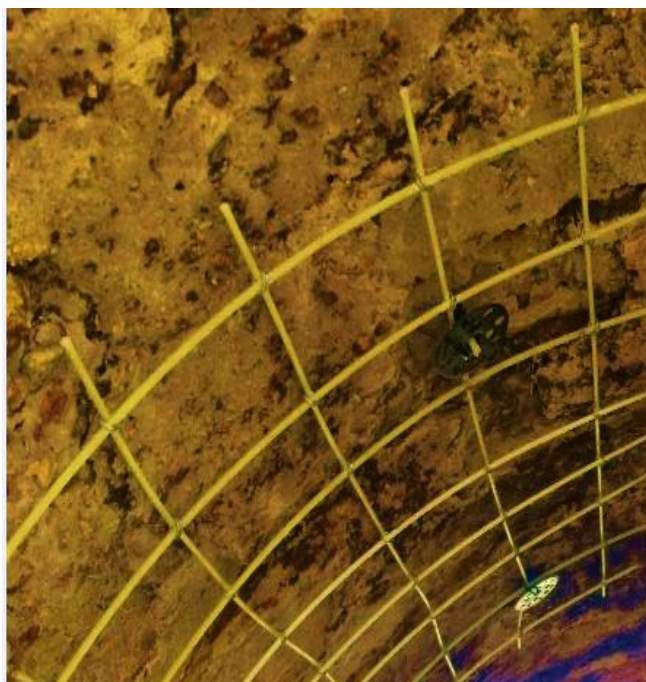


Рис. 9. Сетка из стеклопластиковой арматуры и анкеры для крепления к сводовой части коллектора

Fig. 9. A grid of fiberglass reinforcement and anchors for attaching to crest of the reservoir

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович И., 1997. Канализация города Харькова (1912–1980 гг.). Опыт проектирования и строительства. – Харьков: Основа. – 220.
2. Абрамович И., 1996. Новая стратегия проектирования и реконструкции систем транспортирования сточных вод. – Харьков: Основа. – 316.
3. Абрамович И., 2005. Сети и сооружения водоотведения: расчет, проектирование, эксплуатация. – Харьков: Коллегиум. – 228.
4. Гончаренко Д., 2008. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: монография. – Харьков: Консум. – 400.
5. Гончаренко Д., Алейникова А., 2013. Водопроводные сети г. Харькова и возможные пути повышения их эксплуатационной долговечности // MOTROL. – Commission of motorization and energetics in agriculture: Polish Academy of sciences. – Lublin. – Vol. 15. – № 6. – 3-10.
6. Гончаренко Д., Булгаков Ю., Старкова О., 2014. Организационно-технические решения ремонта и восстановления канализационных коллекторов города Харькова // Вода и экология: проблемы и решения. – СПб.: ЗАО «Водопроект-Гипрокоммунводоканал Санкт-Петербург». – Вып. 1 (57). – 62-70.
7. Гончаренко Д., Клейн Е., Коринько И., 1999. Ремонтно-восстановительные работы на канализационных сетях в водонасыщенных грунтах. – Харьков: Прапор. – 160.
8. Гончаренко Д., Коринько И., 1999. Ремонт и восстановление канализационных сетей и сооружений. – Харьков: Рубикон. – 365.
9. Гончаренко Д., Олейник Д., Кайдалов П., 2014. Особенности возведения коррозионностойких шахтных стволов глубокого заложения на действующих сетях водоотведения // MOTROL. – Commission of motorization and energetics in agriculture: Polish Academy of sciences. – Lublin. – Vol. 16. – № 6. – 3-10.
10. Гончаренко Д., Старкова О., Булгаков Ю., 2015. Вероятностная модель определения срока службы канализационных каналов // Водопостачання та водовідведення: Вироб.-практ. журнал. – Київ. – 35-39.
11. Гончаренко Д., Старкова О., Булгаков Ю., Олейник Д., 2014. Эксплуатационная долговечность инженерных коммуникаций глубокого заложения // Наук. вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – Вип. 1 (75). – 33-39.
12. Гончаренко Д., Убийвовк А., Бондаренко Д., Булгаков Ю., 2015. Оценка несущей способности крепи канализационного тоннельного коллектора и выбор методов его восстановления // Наук. вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – Вип. 5 (79). – 66-71.
13. Клейн Е., Выставной Г., 1994. По пути совершенства. – Харьков: ООО «Оригинал-р». – 64.
14. Коваленко А., 1997. Аварийно-восстановительные работы на водоотводящей сети // Комунальне

- господарство міст. – Київ: Техніка. – Вип. 7. – 22–24.
15. Коринько И., 2003. Научное обоснование и разработка организационно-технологических решений, повышающих эксплуатационную долговечность систем водоотведения: дисс... докт. техн. наук: 05.23.08 / Коринько Иван Васильевич. – Харьков. – 415.
16. Программа развития КП «Харьковводоканал» до 2026 года. – Харьков, 2013. – 115.
17. Розенталь Н., 2011. Коррозия и защита бетонных и железобетонных конструкций сооружений очистки сточных вод // Бетон и железобетон. – М.: Лада. – Вып. 2. – 78-86.
18. Stein D., 1998. Instandhaltung von Kanalisation. – Ernst&Sohn. – 941.
19. Stein D., 2005. Practical Guideline for the Application of Microtunneling Methods. – Stein & Partner Germany. – 112.
20. Stein D., 2005. Trenchless Technology for Installation of Cables and Pipelines. – Stein & Partner GmbH. – 766.
21. Stein R., Ghaderi Sh., 2009. Wertemittung von Abwassernetzen. – Stein & Partner, Fraunhofer IRB Verlag. – 131.

RECONSTRUCTION OF DESTROYED COLLECTOR IN KHARKIV

Summary. The analysis of sewer networks of Kharkiv. The methods of restoring sanitation facilities at their corrosion destruction are proposed. Presented recovery process sewer deep foundations, destroyed by corrosion.

Key words: sewers, analysis of a condition, corrosion.