

произошедшими из-за динамики движения сточных масс и биогенной коррозии швов кладки;

- на внутренней поверхности коллектора (между кладкой керамического кирпича), которая подвержена влиянию различных микроорганизмов, включая бактерии и грибки, высыпается раствор;

- прослабленные стенки трубопровода частично высыпаются, вследствие чего происходит механическое обрушение свода;

- для повышения эксплуатационного ресурса коллектора и избегания значительных затрат на восстановления необходимо в кратчайшие сроки провести капитальный ремонт коллектора закрытым способом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения. – Харьков: Консум, 2008. – 400 с.
2. 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», 2014. – Вып. 1 (57). – 62-70.
3. Roland Kammerer. Schadenentwicklung in Steinzeugrohren // Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2012 (59), № 9. - S. 812-820.
4. Абрамович И., 1997. Канализация города Харькова (1912–1980 гг.). Опыт проектирования и строительства. – Харьков: Основа, 1997. – 220.
5. Абрамович И., 1996. Новая стратегия проектирования и реконструкции систем транспортирования сточных вод. – Харьков: Основа, 1996. – 316.
6. 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, 2013. –Vol. 15. – № 6. – P. 3-10.
7. 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, 2014. –Vol. 16. – № 6. – P. 3-10.

Гончаренко Д.Ф., Забелін С.А., Бондаренко Д.О. ОЦІНКА СТАНУ КАНАЛІЗАЦІЙНОГО КОЛЛЕКТОРА ХАРКІВСЬКОГО ТРАКТОРНОГО ЗАВОДУ, ПОБУДОВАНОГО У 1931 РОЦІ

Стаття присвячена оцінці стану каналізаційного колектору Харківського тракторного заводу. Проведено фізико-механічні випробування зразків цегляної кладки і розчину сводової частини колектору. Показана технологія відновлення колектору методом протягання спіральних труб.

Ключові слова: каналізаційні колектори, аналіз стану, корозія.

Goncharenko D.F, Zabelin S.A., Bondarenko D.A. EVALUATION STATE OF THE KHARKOV TRACTOR FACTORY COLLECTOR BUILT IN 1931

The article is devoted to the assessment of the condition sewer collector of the Kharkov Tractor Plant. Physical and mechanical tests of samples brickwork and mortar from the arch of the collector were carried out. The technology of reservoir recovery is shown by the method of drawing spiral tubes.

Key words: sewer collectors, condition analysis, corrosion.

УДК 65.05+628.23

Булгаков В.В., Вороненко В. А.

КП Харьковводоканал,

(ул. Конторская, 90, 61052, Харьков, Украина)

Убийвовк А. В., Гончаренко Д. Ф.,

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

(ул. Сумская, 40, 61002, Харьков, Украина; e-mail: guartv@gmail.com)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ АВАРИЙНЫХ УЧАСТКОВ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТОННЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

В настоящее время канализационные сети крупных городов Украины имеют существенный износ вследствие длительной эксплуатации, неэффективных решений по защите конструкций от агрессивного воздействия среды, низкого качества материалов и строительно-монтажных работ при строительстве. Восстановление эксплуатационных характеристик, надежности и долговечности канализационных тоннелей – дорогостоящая и технически

НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА, Т. 89, №3, 2017

сложная задача, решение которой остро необходимо для предотвращения аварий, в том числе имеющих серьезные экологические последствия. Существующие современные технологии производства работ и применяемые для восстановления материалы с различной эффективностью позволяют решать указанные задачи, вместе с тем потребность снижения затрат на восстановление за счет использования вторичного полимерного сырья, а также совершенствования технологических решений представляет актуальное направление исследований. С учетом накопленного опыта восстановления канализационных тоннелей разработать решения по восстановлению эксплуатационной пригодности, надежности и долговечности канализационных тоннелей. Применение изделий из вторичных полимерных композитных материалов при восстановлении канализационных тоннелей имеет существенные экономический и экологический эффекты, а также обеспечивает возможность проведения работ по восстановлению участков с ограниченным доступом.

Ключевые слова: канализационный тоннель; разрушение обделки; восстановление; изделия из вторичных композитных полимерных материалов.

Постановка проблемы.

Крупные города Украины к настоящему времени имеют значительные по протяженности участки канализационных тоннелей глубокого заложения, прокладка которых осуществляется закрытым способом с использованием проходческих щитовых комплексов ПЩ 2,1; 2,56; 3,2; 3,7 и 4 м. [1].

Период активного развития инфраструктуры крупных городов Украины, в том числе и строительства сетей водоотведения, связан главным образом с развитием промышленности и приходится на вторую половину XX века. Так, например, в Харькове в этот период было введено в эксплуатацию более 50 км канализационных тоннелей глубокого заложения. При этом для обеспечения обслуживания сети канализационных тоннелей было построено более 90 смотровых и перепадных шахт [2], что соответствует действовавшим на момент строительства нормативным требованиям.

К настоящему моменту эксплуатационный период указанных сетей составляет более 40 лет. Обеспечивая непрерывные потребности водоотведения в условиях отсутствия дублирующих участков, ввиду длительной эксплуатации, нарушений технологии выполнения работ при строительстве, а также недостаточной коррозионной устойчивости примененных материалов, канализационные тоннели имеют существенный износ, следствием чего являются аварийные ситуации, связанные с разрушением участков тоннелей, повреждением конструкций смотровых шахт, камер гашения и пр.

Стремительно ухудшающееся техническое состояние сетей наряду со снижением их эксплуатационных характеристик

влечет за собой возникающие с нарастающей частотой аварии, требующие значительных затрат только на их ликвидацию и локальные восстановления.

С уверенностью можно утверждать, что канализационные системы крупных городов Украины работают на грани коллапса, грозя, помимо экономического ущерба, крупными авариями и серьезными экологическими последствиями [9].

Характерны аварийные ситуации, связанные с разрушением фрагментов несущей обделки тоннелей, выполненных щитовой проходкой (фото разрушения представлено на рис. 1), а также участков, пройденных горным способом (фото последствий разрушения представлено на рис. 2).



Рис. 1. Разрушение несущей обделки канализационного тоннеля.



Рис. 2. Последствия разрушения штольни, выполненной горным способом.

Разработанные к настоящему времени технологии восстановления сетей канализации отличаются разнообразием применяемых материалов и технологических решений, что указывает на многофакторность проблемы и, как следствие, невозможность выработки универсального варианта технологии восстановления. Возникающие в связи с аварийными ситуациями технические задачи не всегда эффективно решаются за счет широко известных способов санации и восстановления сетей. Таким образом, разработка эффективных конструктивных и технологических решений по восстановлению эксплуатационной пригодности, надежности и долговечности канализационных тоннелей – необходимая составляющая успешного решения рассматриваемой проблемы.

Анализ последних исследований и публикаций. Отраженный в литературе опыт по восстановлению и защите конструкций канализационных тоннелей сводится к техническим решениям, обеспечивающим восстановление (при необходимости) несущей способности конструкций крепи и устройства защитного покрытия, устойчивого к действию характерной для условий эксплуатации агрессивной среды [2, 11].

Существующие на сегодняшний день материалы, изделия и технологии их применения [7, 8] позволяют широко применять различные виды труб при устройстве и восстановлении сетей канализации.

Также имеется опыт применения полиэтиленовых листов [3] для устройства защитного покрытия железобетонных конструкций и труб [10] при восстановлении сетей канализации.

Свойства и особенности поведения полимерных материалов, в частности, полиэтилена, в достаточной степени изучены как в лабораторных условиях, так и условиях реальных агрессивных химических сред и микробиологических воздействий [4].

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы.

Для тоннелей, внутренние размеры которых обеспечивают возможность доступа рабочих внутрь при ограничении или

отсутствии возможности санации при помощи труб (в стесненных условиях, при недостаточных габаритных размерах или расположении шахт и т.п.) практически отсутствует возможность устройства защитной обделки полимерными покрытиями. Таким образом, в современной практике отсутствуют альтернативные методы, позволяющие с применением изделий из вторичных полимерных композитных материалов выполнять восстановление защитной обделки в описанных выше условиях, в том числе на действующих тоннелях.

Цели и задачи. Используя накопленный опыт эксплуатации и восстановления канализационных тоннелей, разработать и предложить эффективный конструктивный и технологический вариант восстановления эксплуатационной пригодности, надежности и долговечности канализационных тоннелей.

Методика проведения исследования

Разработка метода восстановления канализационных тоннелей с применением элементов из вторичных полимерных композитов включает следующие этапы и соответствующие им методики исследований:

- натурные обследования технического состояния канализационных тоннелей – для оценки фактического состояния, эксплуатационной пригодности и надежности долговременно эксплуатируемых канализационных тоннелей;
- экспериментальные методы исследования – для оценки коррозионной стойкости композитных материалов;
- численные методы (метод конечных элементов), реализованный в расчетных программных комплексах – для оценки прочности защитной обделки на всех этапах ее устройства и эксплуатации;

Изложение материала. Учитывая существующий опыт защиты и восстановления конструкций сетей водоотведения, предлагаемые технические решения новых (альтернативных) способов восстановления конструкций канализационных тоннелей должны отвечать следующим требованиям:

- технологичность при изготовлении элементов;

- простота монтажа, возможность применения на участках с ограниченным доступом;
- вариативность геометрических параметров создаваемой защитной обделки;
- долговечность и надежность;
- обеспечение надежной защиты от коррозии конструкций несущей обделки;
- соответствие экологическим требованиям;
- высокая экономическая эффективность.

В последние годы в Украине санацию канализационных сетей выполняют с использованием различных видов труб, изготовленных на основе полимеров (стеклопластиковые, полиэтиленовые). Также имеет широкое распространение опыт использования для защиты железобетонных конструкций полиэтиленовых листов с анкерными ребрами, или профилированного полиэтилена. Несмотря на свойства этого материала, обеспечивающего надежную и долговечную защиту, а также его технологичность и удобство использования, к существенным его недостаткам можно отнести высокую стоимость.

Увеличение объемов бытовых и производственных полимерных отходов создает возможности их вторичного использования, а существенное снижение стоимости изделий из вторичных полимерных композитных материалов (ВПКМ) в сравнении с изделиями из сырья первичного цикла, обеспечивает их конкурентоспособность [5, 6].

ВПКМ обладают рядом качеств, определяющих возможность их использования в качестве защитных покрытий:

- высокая коррозионная устойчивость
- невысокая в сравнении с первичными полимерами стоимость.

Учитывая современные технологические возможности вторичной переработки полимеров и производство изделий из вторичных композитных материалов [5, 6], предлагается способ восстановления канализационных тоннелей, основными особенностями которого являются:

- использование вторичного полимерного сырья для изготовления изделий;

- сборность конструкции защитного покрытия из отдельных элементов, соединяемых за счет кромок с «замковыми» стыками.

Технологический цикл работ по восстановлению тоннелей состоит из следующих основных этапов:

- 1) очистка и подготовка внутренних поверхностей конструкций обделки тоннеля (рис. 3а);
- 2) установка армирования межтрубного пространства при необходимости усиления (рис. 3б);
- 3) монтаж элементов облицовочного покрытия из ВПКМ (рис. 3в);
- 4) заполнение межтрубного пространства методом инъектирования (рис. 3г).

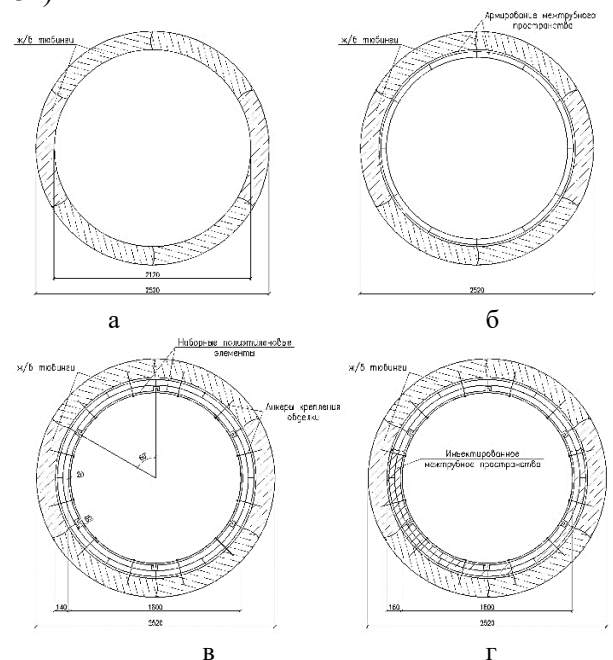


Рис. 3. Этапы восстановления канализационного тоннеля с использованием элементов из ВПКМ: а – очистка и подготовка внутренней поверхности (I этап); б – установка армирования межтрубного пространства (II этап); в – установка композитных элементов облицовочного покрытия (III этап); г – бетонирование межтрубного пространства методом инъектирования (IV этап)

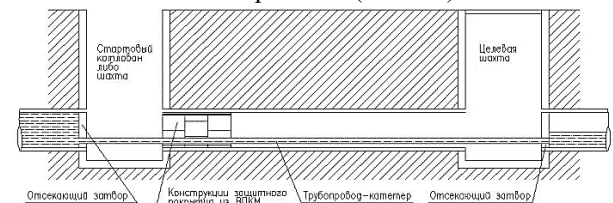


Рис. 4. Технология восстановления канализационного тоннеля с пропуском сточных вод по тоннелю в трубопроводе-катетере.

Предлагаемый метод восстановления обладает рядом преимуществ:

- возможность работы в стесненных условиях, поскольку не требуется значительных размеров шахт для подачи элементов в ствол тоннеля;

- технологичность, точность и простота монтажа, обеспечиваемая за счет точности заводского изготовления элементов защитной обделки;

- долговечность, обуславливаемая толщиной образуемого полимерного покрытия (порядка 20 мм) и устойчивостью материала к воздействиям характерной для систем канализации агрессивной среды;

- возможность пропуска сточных вод по коллектору в трубопроводе-катетере (ПЩ 3,2 и большего диаметра).

Выводы и перспективы дальнейшего развития. Предложенный способ восстановления канализационных тоннелей с применением изделий из ВПКМ отвечает приведенным выше требованиям и имеет широкие возможности применения при невысокой стоимости конструкции защитной обделки, благодаря чему является конкурентоспособной альтернативой имеющимся способам и обеспечивает возможность экономически эффективного решения проблемы восстановления эксплуатационной пригодности и надежности сетей канализационных коллекторов крупных городов. В настоящий момент предлагаемая методика восстановления тоннелей находится на этапе опытного внедрения в КП Водоканал г. Харькова.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абрамович И. А. Сети и сооружения водоотведения. Расчет, проектирование, эксплуатация. – Харьков: Глобус, 2005. – 288 с.
2. Гончаренко Д. Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения. – «Консум», 2007. – 520 с.
3. Гончаренко Д. Ф., Шматченко В. І., Шмуклер В. С., Добряев А. О. Технологія відновлення трубопроводу водовідведення у м. Харкові // Будівництво України, №5, 2006. – С. 15-19.
4. Гончаренко Д. Ф., Старкова О. В., Бондаренко Д. Н., Гармаш А. А. Эффективный метод ремонта и восстановления канализационных тоннелей // Промислове будівництво і інженерні споруди, №5, 2016. – С. 33-36.

5. Горох Н. П., Коринько И. В., Коваленко А. В. Защита конструкций систем водоотведения полимерными материалами // Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов: Сб. докл. междунар. науч.-техн. конференции. Т. 2. – Харьков, 2000. – С. 404-406.
6. Горох Н. П., Панов В. В., Булгаков В. В., Коринько В. И., Волков В. Н., Сторожук Ю. В., Хайло Я. Н., Гордеев А. Л. Процессы и аппараты регенерации и переработки полимерных отходов. – Харьков, 2016. – 327 с.
7. Забелин С. А. Технология ремонта трубопроводов водоотведения с использованием стеклопластиковых труб // Комунальне господарство міст – Київ: Техніка, 2012, Вип. 105 – С. 272-278.
8. Fisher W. Abwasserrohre im Vergleich // KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, №9 (60), 2013. S. 765-772.
9. Garmash A., Bondarenko D., Zubko G., Goncharenko D. On renovation of the destroyed tunnel sewer collector in Kharkiv // World Journal of Engineering, №13/1, 2016. – P. 72-76.
10. Schmidt U., Bohatsch A. Massnahmen gegen Geruch und Korrosion im Mindener Kanalnetz umgesetzt // KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, №4 (61), 2014. S. 291-298.
11. Stein D. Trenchless Technology for Installation of Cables and Pipelines – STAIN AND PARTNER, Germany, 2005. – 765 p.

Bulgakov V.V., Voronenko V. A., Ubiyvovk A.V., Goncharenko D.F. RECOVERY OF EMERGENCY SITES OF SANITATION TUNNELS WITH THE USE OF ELEMENTS FROM SECONDARY OF POLYMER COMPOSITES

Currently sanitary drainage systems of large cities in Ukraine are significantly worn down with prolonged use and due to inefficient solutions for protection of the structures from aggressive effects of the environment, poor quality of materials and construction and installation works when building. Restoration of performance characteristics, reliability and durability of sewer tunnels is costly and technically complex task, which is urgently needed to be fulfilled to prevent accidents including those with serious environmental impact. Modern work technique and the materials used for restoration allow us to solve these problems with different levels of efficiency, while reducing the cost of restoration due to use of recycled polymeric raw material, as well as to improvement of technological solutions is a currently important direction of research. To develop solutions for restoring serviceability, reliability and durability of sewer tunnels taking into account the accumulated experience in renovation of water disposal networks. Use of components made of recycled polymer composite materials when restoring sewer tunnels has significant economic and environmental effects and allows to undertake repair work in hard-to-reach areas.

Keywords: sewer tunnel; destruction of supports; protective lining; renovation; components made of recycled polymer composite materials.

Булгаков В.В., Вороненко В. А., Убийвовк А. В., Гончаренко Д. Ф. ВІДНОВЛЕННЯ АВАРІЙНИХ ДІЛЯНОК КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТУНЕЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

В даний час каналізаційні мережі великих міст України мають істотний знос внаслідок тривалої експлуатації, неефективних рішень щодо захисту конструкцій від агресивного впливу середовища, низької якості матеріалів і будівельно-монтажних робіт при будівництві. Відновлення експлуатаційних характеристик, надійності і довговічності каналізаційних тунелів - дорога і технічно складне завдання, вирішення якої гостро необхідно для запобігання аварій, в тому числі що мають серйозні екологічні наслідки.

Існуючі сучасні технології виробництва робіт і застосовуються для відновлення матеріали з різною ефективністю дозволяють вирішувати зазначені завдання, разом з тим потреба зниження витрат на відновлення за рахунок використання вторинної полімерної сировини, а також вдосконалення технологічних рішень представляє актуальний напрямок досліджень. З урахуванням накопиченого досвіду відновлення каналізаційних тунелів розробити рішення по відновленню експлуатаційної придатності, надійності і довговічності каналізаційних тунелів. Застосування виробів з вторинних полімерних композитних матеріалів при відновленні каналізаційних тунелів має суттєві економічний і екологічний ефекти, а також забезпечує можливість проведення робіт по відновленню ділянок з обмеженим доступом.

Ключові слова: каналізаційний тунель; руйнування обделки; відновлення; вироби з вторинних композитних полімерних матеріалів.

УДК 691.714:620.169.1

Кушенко І.В.

*ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»
(ул. Университетская, 7, г. Мариуполь, 87500, Украина;
orcid.org/0000-0002-3338-6793; e-mail:kigorvlad@gmail.com)*

МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ КВАНТИФИКАЦИИ КОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ

Изложен методический подход к управлению технологической безопасностью конструкций и сооружений по уровню коррозионной опасности промышленных объектов. Высокий уровень износа основных фондов и предельные сроки службы конструкций зданий и сооружений являются существенными угрозами технологической безопасности. Технологическая безопасность представляет важную структурную составляющую безопасности предприятия, характеризующую систему мер для поддержания работоспособности, повышения эксплуатационных свойств конструкций, которые полностью или в значительной степени исчерпали свой нормативный ресурс. Такие объекты рассматриваются как источники потенциальной опасности при модернизации (техническом переоснащении), реконструкции и продлении срока их эксплуатации.

В данном контексте понятие коррозионной опасности включает определяющие параметры коррозионного состояния (ОПКС) или ситуацию (угрозу), при которых увеличивается вероятность наступления ущерба. Таким образом, создаются условия для логистического менеджмента и анализа рисков конструктивных и технологических решений программ обеспечения надежности (ПОН) при продлении ресурса промышленных объектов.

Развитие положений работы позволило предложить классификацию признаков технико-технологических рисков для возобновления защиты от коррозии конструкций при техническом обслуживании по фактическому состоянию.

Сформирована логистическая система резервирования живучести конструкций на основе признаков коррозионной опасности промышленных объектов.

Ключевые слова: мониторинг коррозионной защищенности, риск-диагностика коррозионной опасности, защита от коррозии, управление технологической безопасностью, техническое обслуживание по фактическому состоянию.

Постановка проблемы. В последние годы все более очевидной становится тенденция совершенствования нормативно-технических требований в области безопас-

ности конструкций при эксплуатации зданий и сооружений [1-3]. Важным показателем механической прочности, устойчивости и экологической безопасности является