

Гончаренко Д. Ф., Алейникова А. И., Гудилин Р. И.*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua)***КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ТОННЕЛИ И КОЛЛЕКТОРЫ – НА ПОРОГЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ**

Статья посвящена исследованию вопроса технического состояния канализационных тоннелей и коллекторов г. Харькова. В работе выполнен анализ условий эксплуатации сетей водоотведения, выявлены основные причины и последствия снижения их эксплуатационной надежности.

Ключевые слова: канализационный тоннель, коллектор, износ, коррозия, аварийность.

Вступление. Распределительная система инженерных сетей канализационного хозяйства представляет собой сложный комплекс сооружений для устойчивого отвода сточных вод. Ключевыми ее элементами являются трубопроводы водоотведения и канализационные тоннели различного диаметра, которые характеризуют степень развития и благоустройства города. В существующих условиях эксплуатирующие предприятия Украины осуществляют свою деятельность на грани технических и организационных возможностей, о чем свидетельствует высокая изношенность основных фондов, аварийное состояние значительной части сетей в условиях недостаточного финансирования отрасли [1, 2]. По состоянию на 2015 год протяженность сетей водоотведения в Украине составляла 37,404 тыс. км, из них аварийных – 12,749 тыс. км или 34% [3]. По сравнению с 2014 годом в целом по стране произошло увеличение протяженности аварийных сетей водоотведения на 459 км или 3,6%. Удельный вес аварийных сетей водоотведения в г. Харькове составляет 42 % от их общей протяженности. Тенденция последних лет свидетельствует, что ежегодно увеличивается протяженность аварийных сетей в среднем на 0,67% в год [3].

Вопросам эксплуатации, ремонта и восстановления канализационных тоннелей посвящены исследования многих отечественных и зарубежных ученых [4-10].

Среди ученых дальнего зарубежья, проводивших исследования в области строительства канализационных тоннелей глубокого заложения, диагностики их состояния, методов ремонта и восстановления, следует отметить Д. Штайна [11], М. Мехмудиана [12], Н. Роэма [13], В. Ванга [14], М. Амбари [15] и других. Между тем, анализ публикаций приведенных выше авторов дает основание сделать вывод о том, что вопросы исследования и разработки экономически целесообразных закрытых методов восстановления канализационных тоннелей являются актуальными. Особенно это относится к тоннелям, конструкции которых подвержены значительному разрушению коррозией, что может привести к необратимым экологическим последствиям.

Целью данной работы является анализ технического состояния, условий эксплуатации и последствий возникновения аварийных ситуаций на канализационных тоннелях и коллекторах г. Харькова.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы следующие задачи:

- выполнить анализ технического состояния и условий эксплуатации канализационных тоннелей и коллекторов г. Харькова;
- привести результаты исследований относительно последствий возникновения аварийных ситуаций.

Материалы и методы исследования. В условиях эксплуатации городской ка-

нализации, где происходит смешивание различных видов стоков, вероятность поступления агрессивных к бетону стоков велика. В то же время, как показали многочисленные случаи обрушений канализационных тоннелей, бетонные и железобетонные конструкции не выдерживают свой гарантийный срок службы и зачастую выходят из строя раньше нормативного срока (20-30 лет) [1]. При этом основной причиной обрушений является подверженность их сводовой части воздействию биогенной коррозии. Особого внимания, при рассмотрении проблемы восстановления конструкций канализационных тоннелей, требуют вопросы коррозии бетонных и железобетонных конструкций, повсеместное использование которых привело к тому,

что практически все тоннели, возведенные и введенные в эксплуатацию с начала 1950-х годов, на данный момент находятся в аварийном состоянии.

Представляет интерес опыт эксплуатации канализационных тоннелей и коллекторов на примере инспекции объектов в г. Харькове. Так, канализационный тоннель $D=1500$ мм, проложенный в 1970 году к Безлюдовским очистным сооружениям, выполнен из железобетона. В процессе эксплуатации он в значительной степени подвержен воздействию биогенной коррозии, о чем свидетельствуют данные плановых обследований его технического состояния (табл. 1).

Таблица 1. Техническое состояние участка железобетонного канализационного тоннеля $D=1500$ мм к Безлюдовским очистным сооружениям

№ п/п	Фотофиксация, дата проведения телеинспекции	Результаты обследования технического состояния
1	 20.10.2014	Наблюдается корродирование внутренней поверхности тоннеля под действием биогенной коррозии. Стальная арматура находится в неудовлетворительном состоянии. Несущая способность конструкции сохраняется.
2	 11.09.2017	Значительная биогенная коррозия сводовой части тоннеля. Местами железобетонная обделка и арматура отсутствует. Аварийное состояние канализационного тоннеля, несущая способность конструкций нарушена, угроза обвала грунта.
3	 13.12.2017	Нарушение несущей способности конструкции, разрушение сводовой части тоннеля в результате биогенной коррозии, сквозной обвал грунта во внутрь разрушенного тоннеля.

Данный факт привел к полному разрушению сводовой части канализационного тоннеля и последующему обвалу грунта (рис. 1). Стоит отметить, что фиксация аварийных повреждений канализационных тоннелей и обрушений грунта за чертой города в ненаселенных территориях усложнена тем, что если не наблюдается засора внутренней поверхности тоннеля и нет остановки сточных вод, то он находится в рабочем самотечном состоянии (рис. 2). Это свидетельствует о необходимости контроля за плановой инспекцией распределительных сетей канализационного хозяйства.



Рис. 1. Сквозной обвал грунта в результате разрушения сводовой части канализационного тоннеля к Безлюдовским очистным сооружениям.

На проезжей части в районе центрального рынка в апреле 2018 г. был зафиксирован обвал грунта в результате обрушения сводовой части железобетонного коллектора $D=1000$ мм (рис. 3). В непосредственной близости друг от друга проложены три нитки канализационных сетей диаметром $D=1000$ мм (железобетон), $D=600$ мм (сталь), $D=200$ мм (сталь). Данные сети находятся в технически изношенном состоянии в результате биогенной коррозии, о чем свидетельствуют порывы и инфильтрации сточных вод. В результате совокупности факторов образовался обвал асфальтобетонного покрытия диаметром 1,5 м, что

имеет необратимые последствия в центральной части города.



Рис. 2. Разрушение канализационного тоннеля в районе ХТЗ в результате воздействия биогенной коррозии.



Рис. 3. Обвал грунта в результате разрушения канализационного коллектора в районе центральной части г. Харькова по ул. Большая Панасовская.



Рис. 4. Восстановительные работы по ул. Большая Панасовская, 2018 г.

В 2017 г. в районе проходной завода ХТЗ в г. Харькове произошло обрушение грунта в результате разрушения железобетонного канализационного тоннеля $D=1800$ мм под воздействием биогенной коррозии (рис. 5). Также полностью разрушена камера гашения, под которой идет подмыв грунта сточными водами. Сложность проведения восстановительных работ на данном участке обусловлена прохождением действующей трамвайной линии в непосредственной близости от провала грунта (около 5 м.) и глубоким заложением аварийного канализационного тоннеля (15 м).



Рис. 5. Провал грунта по ул. Северина Потюцкого в результате разрушения железобетонного канализационного тоннеля $D=1800$ мм (подмыв грунта под камерой гашения), 2018 г.

Так, в январе 2018 г. по ул. Грековской (г. Харьков) произошло первичное проседание и повреждение асфальтобетонного покрытия (рис. 6). В результате аварии на канализационном железобетонном тоннеле, проложенном в 1972 году горным способом, через незначительное время образовался провал ориентировочной глубиной 10 м и диаметром 20 м с последующим обрушением прилегающего здания (рис. 7). Тоннель арочного типа, диаметр которого составляет $D=2540/2850$ мм (внутреннее сечение $D=2140/2450$ мм), выполнен из железобетонных конструкций (марка бетона М300). В геологическом разрезе грунта тоннель проложен на глубине 15 м в глине полутвердой консистенции и мелкозернистом обводненном песке на уровне грунтовых вод, что значительно усложняет проведение восстановительных работ.



Рис. 6. Аварийное повреждение канализационного тоннеля по ул. Грековской, 2018 г.

Масштабы и последствия аварийной ситуации на ул. Грековской свидетельствуют об экологической катастрофе ввиду невозможности переключения данного тоннеля и отсутствия дублирующих канализационных линий.



Рис. 7. Обрушение прилегающего здания в результате повреждения канализационного тоннеля

Выводы. Приведенные примеры возникновения аварийных ситуаций на канализационных тоннелях и коллекторах свидетельствуют о том, что канализационные сети в г. Харькове находятся в крайне аварийном состоянии. Такое состояние сетей может привести к масштабной экологической катастрофе ввиду возможных обрушений прилегающих зданий и невозможности обеспечения устойчивого отвода сточных вод.

Также стоит отметить, что дальнейшее применение железобетона в качестве материала для восстановления канализационных сетей может в будущем привести к еще более частому возникновению аварийных ситуаций. Это говорит о необходимости системного подхода при выборе материалов для восстановления канализационных тоннелей и коллекторов во избежание экологической катастрофы.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондаренко, Д.О. Канализационные туннели Харькова: QUO VADIS? [Текст] / Д.О. Бондаренко, В.В.Булгаков, О.О.Гармаш, Д.Ф. Гончаренко, С.С. Піліграм: під заг.ред. Бондаренко Д.О. – Х.: Раритеты Украины, 2018. – 232 с.
2. Алейнікова, А.І. Методологічні основи подовження експлуатаційного ресурсу підземних інженерних мереж [Текст] / А.І. Алейнікова, В.М.Волков, Д.Ф. Гончаренко, Г.Г.Зубко, О.В. Старкова: під заг.ред. Старкової О.В. – Х.: Раритеты Украины, 2017. – 320 с.
3. Кравченко, О.В. Сучасний стан мереж водопостачання та водовідведення України: проблеми та перспективи розвитку: [текст] / О.В. Кравченко, О.Ю. Ямко // Зб. доп. між. Конгресу та технічної виставки «ЕТЕВК-2017». – Чорноморськ, 2017. – С. 86–89.
4. Абрамович И.А. Сети и сооружения водоотведения. Расчет, проектирование, эксплуатация [Текст] / И.А. Абрамович. – Харьков: Глобус, 2005. – 288 с.
5. Обухов Е.С. Аварии канализационных коллекторов и борьба с ними [Текст] / Е.С. Обухов. – М.: Госстройиздат, 1939. – 324 с.
6. Васильев В.М. Методы антикоррозионной защиты тоннельных коллекторов и сооружений на них [Текст] / В.М. Васильев, Ю.В. Клементьев, Ю.В. Столбихин // Водоснабжение и санитарная техника. – М., 2016. – Вып. 1. – С. 58-65.
7. Орлов В.А. Разработка стратегии восстановления городских водоотводящих сетей [Текст] / В.А. Орлов, В.А. Харькин // РОСТ. – 2001. – Вып. 3. – С. 20–27.
8. Старкова, О.В. Модели обоснованного выбора метода ремонта и восстановления участка канализационной сети: [текст] / О.В. Старкова // Наук. вісник будівництва: зб. наук. праць. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. – Вип. 3 (85). – С. 80-85
9. Aleinikova A. Methods for evaluating the economic efficiency of water supply lines restoration based on the findings of teleinspection [Text] / Actual Problems of Economics. – 2016. – Vol. 8 (182). – P. 224-229.

10. Alexei Garmash, Dmitrii Bondarenko, Gennadii Zubko, Dmitrii Goncharenko. On renovation of the destroyed tunnel sewer collector in Kharkiv [Text] / World Journal of Engineering, 2016. – Vol. 13 Iss: 1, PP. 72-76.
11. Dietrich Stein. Instandhaltung von Kanalisationsanlagen. – Berlin: Ernst und Sohn, 1999. – 941 s.
12. Mahmoodian, M. Effect of Temperature and Acidity of Sulfuric Acid on Concrete Properties [Text] / M. Mahmoodian, A. Alani // Journal of Materials in Civil Engineering. – 2017. – vol. 29 №10. – P.1001-1018.
13. Rohem, N. R. F. Development and qualification of a new polymeric matrix laminated composite for pipe repair [Text] / N. R. F. Rohem et al. // Composite Structures. – 2016. – № 152. – P.737-745.
14. Wang, W. Evaluation of stress intensity factor for cast iron pipes with sharp corrosion pits [Text] / W. Wang et al. // Engineering Failure Analysis. – 2017. – № 81. – P.254-269.
15. Anbari, M., Risk assessment model to prioritize sewer pipes inspection in wastewater collection networks [Text] / M. Anbari, T. Masoud, R. Abbas // Journal of environmental management. – 2017. – №190. – p. 91-101.

Гончаренко Д.Ф., Алейнікова А.І., Гуділін Р.І. КАНАЛІЗАЦІЙНІ ТУНЕЛІ І КОЛЛЕКТОРА - НА ПОРОЗІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КАТАСТРОФИ. Стаття присвячена дослідженню питання технічного стану каналізаційних тунелів і колекторів м.Харкова. В роботі виконано аналіз умов експлуатації мереж водовідведення, виявлені основні причини та наслідки зниження їх експлуатаційної надійності.

Ключові слова: каналізаційний тунель, колектор, знос, корозія, аварійність.

Goncharenko D., Aleinikova A., Gudilin R. SEVERS TUNNELS AND COLLECTORS - ON THE THRESHOLD OF ENVIRONMENTAL DISASTERS. The article is devoted to the study of the technical condition of sewage tunnels and collectors in Kharkov. In work the analysis of operating conditions of sewerage networks is carried out, the basic reasons and consequences of decrease in their operational reliability are revealed.

Key words: sewer tunnel, collector, wear, corrosion.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-93-3-115-122

УДК 504.05:504.062

Буц Ю.В.

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
(пр. Науки, 9А, Харків, 61166, Україна; e-mail: butsyura@ukr.net)*

НАСЛІДКИ ВПЛИВУ ПРОГЕННОГО ЧИННИКА НА БІОГЕОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕКОГЕОСИСТЕМ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Наведено аналіз результатів експериментальних досліджень постпірогенної зміни ґрунтів соснових лісів. Низові пожежі трансформують поверхневі органогенні горизонти ґрунтів. Показано негативний вплив низових пожеж різної інтенсивності на динаміку біогеохімічних властивостей екогеосистем, зокрема, зміну якісного фракційного складу органогенних горизонтів ґрунтів, фізико-хімічні властивості та мікроелементний склад.

Ключові слова: екогеосистема, низові пожежі, біогенні пірогенні горизонти ґрунтів, фізико-хімічні властивості ґрунтів, важкі метали.

Вступ. Техногенний вплив на компоненти екогеосистем надзвичайно різноманітний, досліджений багатьма науковцями,

проте до цих пір неоднозначний [1, 4, 7, 10, 11, 13]. В черговий раз відзначимо, що гео-