

Гончаренко Д.Ф., Казимагомедов И.Э., Алейникова А.И., Гудилин Р.И.*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры**(вул. Сумська, 40, Харків, 61002; e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua; orcid.org/0000-0003-1278-0895)***ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР СОСТАВА РАСТВОРА ДЛЯ УСТРОЙСТВА СВОДОВОЙ ЧАСТИ ВОССТАНАВЛИВАЕМОГО КАНАЛИЗАЦИОННОГО КОЛЛЕКТОРА**

Статья посвящена исследованию и выбору состава раствора для устройства сводовой части из мелкоштучных керамических элементов при восстановлении канализационного коллектора. В работе представлены результаты лабораторных и натурных испытаний образцов бетонных кубиков с различным составом раствора. Получен состав раствора для его эксплуатации в условиях агрессивной среды канализационного коллектора.

Ключевые слова: канализационный коллектор, износ, коррозия, восстановление, раствор.

Постановка проблемы. Обеспечение надежной эксплуатации систем водоотведения является одной из важных задач коммунальных служб городов Украины. Состояние окружающей среды, эффективная работа предприятий городов, комфортность проживания горожан напрямую зависят от их бесперебойной работы и уровня надежности данных сетей. Таким образом, первоочередной задачей коммунальных служб является обеспечение надежной работоспособности канализационных сетей. Следует отметить, что исследованию вопроса повышения эксплуатационной долговечности канализационных коллекторов посвящены многочисленные работы ученых Украины и зарубежных специалистов [1-12].

Значительная часть канализационных коллекторов городов и поселков Украины, построенных в прошлом веке, в настоящее время полностью исчерпала свой амортизационный ресурс [1, 2]. Их строительство чаще осуществлялось из бетона и железобетона, которые склонны к разрушению в результате воздействия многих факторов и, в первую очередь, микробиологической коррозии. Кроме того, срок службы таких материалов составляет около 50 лет, а с момента их возведения на некоторых участках прошел значительно больший срок. В некото-

рых случаях в зависимости от используемых материалов срок эксплуатации действующих систем водоотведения составляет более 100 лет. Это свидетельствует о необходимости принятия срочных мер по исследованию условий эксплуатации канализационных сетей и осуществления эффективных ремонтных мероприятий во избежание экологической и социальной катастроф.

Концентрации углекислого газа, аммиака, метана, сероводорода и других агрессивных сред в канализационных коллекторах и обзорных шахтах часто на несколько порядков превышают предельно допустимые концентрации, что приводит к коррозии бетона [3].

Как показывают исследования многочисленных случаев аварий на канализационных системах Украины, бетонные и железобетонные трубы и конструкции далеко не всегда выдерживают свой гарантийный срок эксплуатации и очень часто выходят из строя раньше нормативного срока службы [1, 2].

По данным более сотни исследованных аварий, среднестатистический срок безаварийной работы канализационных систем из бетонных и железобетонных труб составляет 12,5 лет [1]. Поэтому проблема

борьбы с повышением долговечности бетонных и железобетонных конструкций для канализационных систем под действием агрессивных сред в последнее время становится актуальной.

Целью данной работы является исследование и выбор состава раствора для устройства сводовой части из мелкоштучных керамических элементов при восстановлении канализационного коллектора.

Основной материал исследования.

Как свидетельствует опыт эксплуатации сетей водоотведения городов Европы и Украины долговечными являются канализационные коллекторы построенные из клинкерного кирпича [4]. В г. Харькове успешно эксплуатируется канализационный коллектор по ул. Грековской, построенный в 1914 г. Ввиду этого использование клинкерного кирпича для восстановления железобетонных коллекторов, сводовая часть которых разрушена в результате коррозии, представляет научный и практический интерес. В то же время необходимо особое внимание уделять качеству применяемых материалов – имеется ввиду качество клинкерного кирпича и раствора для кладки.

Как следует из публикации [5] одновременно со строительством Харьковского тракторного завода осуществлялась прокладка сетей водоотведения. После более чем 80 лет эксплуатации построенный из кирпича коллектор начал разрушаться. Проведенные в лаборатории ХНУСА исследования показали, что основной причиной его разрушения является биогенная коррозия швов кладки. В результате механического повреждения кладки через грунт произошло частичное обрушение свода [5].

Таким образом напрашивается вывод, что для повышения эксплуатационной долговечности конструкций, выполненных из мелкоштучных керамических изделий, необходимо особое внимание уделить разработке составов раствора для эффективной эксплуатации его в агрессивных условиях.

Согласно разработанному техническому решению предлагается использовать изношенную лотковую часть коллектора как основу с устройством над ней сводовой части из клинкерного кирпича (рис. 1)

В лаборатории кафедры строительных материалов были проведены исследования по подбору составов растворов для их последующей эксплуатации в сводовой конструкции коллекторов в качестве заполнителей швов кладки из клинкерного кирпича.

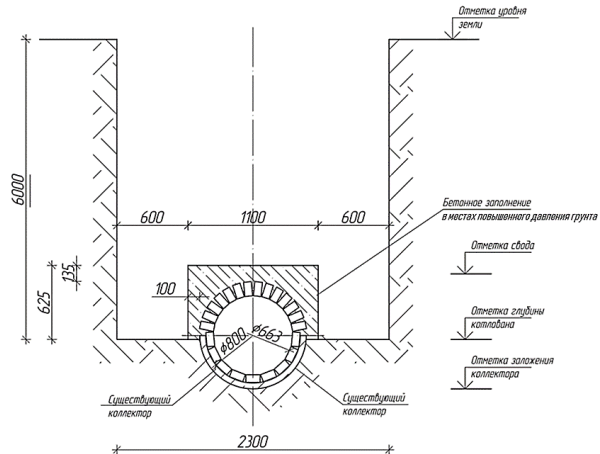


Рис. 1. Восстановление коллектора открытым способом (кирпичная кладка круглого сечения клинкерным кирпичом).

Основным приемом повышения коррозионной стойкости и долговечности растворов для систем канализации является повышение их плотности и уменьшение водопоглощение. Пути достижения стойкости и долговечности могут быть разные. Одним из эффективных наиболее распространенных способов является применение специальных минеральных и химических добавок на стадии приготовления растворов смесей [4].

Минеральные тонкомолотые примеси способствуют уплотнению бетона на мезоуровне, заполняя пространство между частицами вяжущего и мелким заполнителем. Химически активные добавки (ХАД) способствуют синтезу дополнительных для це-

ментного камня кристаллогидратных соединений с гидроксидом кальция и алюминатных фаз портландцемента.

Для исследований влияния прочности, плотности и водопоглощения раствора бетона на стойкость агрессивных сред канализационной шахты были изготовлены 6 серий образцов. Образцы изготавливали в

виде кубиков размерами 10x10x10 см. Данные образцы были испытаны после 28 суток нормального твердения и 90 суток пребывания в агрессивной среде канализационной шахты. Результаты исследованных составов образцов приведены в табл. 1 (рис. 2).

Таблица 1 - Физико-механические характеристики бетонов

№ п/п	Наименование контрольного состава	Расход материалов, кг	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа, 28 сут	Прочность при сжатии, МПа, 28 сут	Прочность при сжатии, МПа, 90 сут в канализационной шахте
1	цемент ПЦ-500; песок кварцевый; щебень гранит.; вода.	313 574 1247 200	2280	4,06	32,0	5,5	12,0
2	цемент ПЦ-500; песок кварцевый; щебень гранит.; вода; ХАД-7% от ПЦ.	313 574 1247 200 21,9	2305	2,7	32,9	6,0	18,0
3	цемент ПЦ-500; песок кварцевый; щебень гранит.; вода; ХАД-12% от ПЦ.	313 574 1247 200 37,56	2366	2,2	33,4	5,8	20,0
4	цемент ПЦ-500; песок кварцевый; щебень гранит.; вода; ХАД-7% от ПЦ; керам. пыль 18% от массы ПЦ.	313 574 1247 200 21,9 56,34	2400	2,8	33,8	8,4	21,6
5	цемент ПЦ-500; песок кварцевый; щебень гранит.; вода; ХАД-7% от ПЦ; гранотсев 20% от массы щебня.	313 574 1247 200 21,9 249,4	2426	2,42	33,9	8,9	22,0
6	цемент ПЦ-500; песок кварцевый; щебень гранит.; вода; ХАД-7% от ПЦ; гранотсев 20% от массы щебня; керам. пыль 18% от массы ПЦ.	313 574 1247 200 21,9 249,4 56,34	2508	2,58	40,0	8,8	24,8



а)



б)

Рис. 2. Лабораторные испытания образцов: а – состояние образца после пребывания в агрессивной среде шахты; б – испытание образца на прочность при сжатии.

Как видно из табл.1 потеря прочности при сжатии после нахождения образцов в агрессивной среде канализационной шахты 84 суток составило: у контрольного образца -

62,5%, а у образцов с минеральными и химическими добавками около 35%. Следует отметить, что у образцов 4, 5, 6 прочность на сжатие (после их выдержки в агрессивной среде) уменьшилась почти на 30%.

Исходя из полученных результатов, был произведен расчет состава раствора в соответствии с формулой Н.А. Попова [4]:

$$R_{28} = K \cdot R_{ц}(\text{Ц} + 0,05) + 4,$$

где R_{28} – прочность раствора на сжатие в 28-суточном возрасте, МПа; K – коэффициент качества песка (для песка с модулем крупности 1,2 $K=0,6$); $R_{ц}$ – активность цемента МПа (для портландцемента М500 принимается 450 МПа); Ц – расход цемента в т/м³ песка.

Расход материалов для 1 м³ раствора следующий:

Цемент активностью 450 кгс/см²=0,675 т на 1 м³ песка с насыпной плотностью кг/м³;

Портландцемент М500 – 675 кг;

Кварцевый песок – 1450 кг;

Керамзитовая пыль – 130 кг;

Химически-активная добавка – 60 кг.

Соотношение цемента к песку составляет 1:2,15; В/Ц=0,4-0,42

Выводы. В результате проведенных исследований был получен состав раствора для его эксплуатации в условиях агрессивной среды канализационного коллектора, в который входит:

1. Вяжущее: портландцемент марки М500, удовлетворяющий требованиям ДСТУ Б В.2.7-46-2010 «Цементи загально-будівельного призначення». Технічні умови;

2. Наполнитель: песок природный кварцевый с модулем крупности до 2,5 мм, удовлетворяющий требованиям ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт». Технічні умови;

3. Керамзитовая пыль: как активная минеральная добавка и наполнитель (20% от массы цемента), удовлетворяющая требованиям ДСТУ Б В.2.7-100-2000 «Добавки активні мінеральні для цементів». Технічні умови;

4. Химически активная добавка (ХАД 7-12% от массы цемента) торговой марки «Виа-трон», производитель ООО «Виа-Телос», г. Харьков.

5. Вода питьевая водопроводная.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бондаренко, Д.О. Каналізаційні тунелі Харків: 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.: Раритети України, 2018. – 232 с.
2. Алейнікова, А.І. Методологічні основи продовження 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.: Раритети України, 2017. – 320 с.
3. 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.
4. Roland Kammerer. Schadenentwicklung in Steinzeugrohren [Текст] / Roland Kammerer. – Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2012 (59), № 9. - S. 812-820.
5. Гончаренко, Д. Ф. Оценка состояния канализационного коллектора Харьковского тракторного завода, построенного в 1931 году [Текст] / Д. Ф. Гончаренко, Д. А. Бондаренко, С. А. Забелин // Наук. вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2017. – Вип. 3 (89). – С. 63-66.
6. 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.
7. Абрамович И.А. Сети и сооружения водотоделения. Расчет, проектирование, эксплуатация [Текст] / И.А. Абрамович. – Харьков: Глобус, 2005. – 288 с.
8. Обухов Е.С. Аварии канализационных коллекторов и борьба с ними [Текст] / Е.С. Обухов. – М.: Госстройиздат, 1939. – 324 с.

9. 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.
10. Орлов В.А. Разработка стратегии восстановления городских водоотводящих сетей [Текст] / В.А. Орлов, В.А. Харькин // РОСТ. – 2001. – Вып. 3. – С. 20–27.
11. 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
12. 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.
13. 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.
14. Dietrich Stein. Instandhaltung von Kanalisationsanlagen. – Berlin: Ernst und Sohn, 1999. – 941 s.

Гончаренко Д.Ф., Казімагомедов І.Е., Алейнікова А.І., Гуділін Р.І. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР СКЛАДУ РОЗЧИНУ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ СКЛЕПІННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНОГО КОЛЕКТОРУ, ЩО ВІДНОВЛЮЄТЬСЯ. Статтю присвячено дослідженню та вибору складу розчину для влаштування склепіння з дрібноштучних керамічних елементів при відновленні каналізаційного колектора. В роботі представлені результати лабораторних та натурних випробувань зразків бетонних кубиків з різним складом розчину. Отримано склад розчину для його експлуатації в умовах агресивного середовища каналізаційного колектора.

Ключові слова: каналізаційний колектор, знос, корозія, відновлення, розчин.

Goncharenko D. Kasimagomedov, I., Aleinikova A., Gudilin R. RESEARCH AND SELECTION OF THE SOLUTION COMPOSITION

FOR THE DEVICE OF THE CONSOLIDATED PART OF THE RESTORABLE SEWERAGE PANEL. The article is devoted to the study and selection of the composition of the solution for the device of the arched part of small piece ceramic elements when restoring the sewer. The paper presents the results of laboratory and field tests

of samples of concrete cubes with different composition of the solution. The composition of the solution for its operation in the aggressive environment of the sewer has been obtained.

Key words: sewer, wear, corrosion, restoration, solution.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-95-1-112-117

УДК 65.05+628.23

Гончаренко Д. Ф., Убийвовк А. В., Казимагомедов И. Э.,

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,
(ул. Сумская, 40, 61002, Харьков, Украина, e-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua; guartv@gmail.com;
kazimagomedov.i.e@gmail.com; ORCID 0000-0003-1278-0895; ORCID 0000-0001-5319-9429; ORCID
0000-0002-6770-8455)*

Коринько В. И.,

ООО "Харпластмасс"

(ул. Залютинская, 4, Харьков, 61000, Украина; ORCID 0000-0003-0731-9834)

ВТОРИЧНЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТОННЕЛЕЙ

Железобетонные конструкции канализационных тоннелей глубокого заложения имеют существенные повреждения в результате коррозии. Для их восстановления и ремонта используют полимерные материалы. Эффективными для облицовки тоннелей являются конструкции, изготовленные из вторичных полимерных композитных материалов, которые способны успешно работать в условиях агрессивной среды. В статье приведены результаты испытаний этих материалов. Установлено, что их качество можно улучшить за счет повышения однородности материала в процессе их изготовления.

Ключевые слова: Туннели, коррозия, полимерные материалы, испытания, однородность.

Постановка проблемы. Восстановление сетей водоотведения является актуальной задачей сохранения и развития инфраструктуры крупных городов Украины. Практически все эксплуатируемые длительный период (40 и более лет) сети канализации имеют признаки снижения надежности и долговечности, а учащающиеся аварийные ситуации на канализационных коллекторах свидетельствуют о критическом состоянии сетей, угрожающем в отдельных случаях существенными социальными, экономическими и экологическими последствиями.

Проблема восстановления надежности и долговечности сетей водоотведения

является актуальной не только для отечественной строительной отрасли, о чем свидетельствует большое разнообразие вариантов технологии восстановления сетей с применением различных коррозионно-устойчивых материалов. Подобные варианты восстановления, как правило, требуют существенных финансовых затрат, и, к тому же, не всегда обеспечивают эффективность и универсальность конструктивных и технологических решений по восстановлению эксплуатационной пригодности, надежности и долговечности сетей водоотведения.

В последние годы в Украине санацию канализационных сетей выполняют с при-