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-

менением различных видов труб, изготовленных на основе полимеров (стеклопластиковые, полиэтиленовые). Также для защиты железобетонных конструкций широкое распространение получил профилированный полиэтилен (полиэтиленовые листы с анкерными ребрами). Несмотря на многочисленные положительные качества этого материала, такие как универсальность и удобство применения, высокая устойчивость к действию агрессивных сред, к его существенным недостаткам следует отнести высокую стоимость.

Для канализационных тоннелей с внутренними размерами, обеспечивающими возможность доступа при отсутствии возможности санации при помощи труб практически отсутствует возможность устройства защитной обделки полимерными покрытиями. Таким образом, в современной практике отсутствуют альтернативные методы, позволяющие с применением изделий, изготовленных из полимерных композиций на основе вторичного сырья, выполнять восстановление защитной обделки в описанных выше условиях, в том числе на действующих тоннелях.

Возможность решения проблемы восстановления сетей канализации за счет применения вторичных полимерных материалов является современной, целесообразной и актуальной задачей, позволяющей за счет утилизации полимерных отходов, совершенствования конструктивных и технологических решений добиться минимизации финансовых затрат.

В настоящее время решение вопроса утилизации отходов является одним из аспектов, способствующих широкому внедрению и применению полимерных композитных материалов в различных отраслях промышленности. Это связано как со стремлением снижения негативного воздействия на окружающую среду, так и с экономическими причинами. Большинство полимерных отходов в природных условиях подвергается биодеструкции в течении 500 лет, что

ведет к неблагоприятным экологическим последствиям. Таким образом, сбор и переработка полимерных отходов уменьшают остроту проблемы загрязнения окружающей среды, что в целом создают благоприятные условия для жизнедеятельности людей. Разработка малоотходных экологически безопасных технологий регенерации и переработки вторичных полимерных отходов является одной из важнейших актуальных задач современности.

Одним из перспективных направлений решения проблемы утилизации является переработка бытовых полимерных отходов в производстве строительных материалов. Использование вторичных полимерных отходов и получение на их основе различных изделий пользуются все большей популярностью в связи с возможностью совершенствования технологии производства и повышения его экономической эффективности.

Анализ последних исследований и публикаций. Применяемые в настоящее время конструктивные решения восстановления сетей водоотведения и соответствующие им технологии производства работ предполагают использование определенных материалов и изделий, в том числе для санации используются различные полимерные трубы [6, 8].

Поведение полимерных материалов (в том числе полиэтилена) в условиях длительного воздействия химически агрессивных сред, а также микробиологических достаточно хорошо изучены как в лабораторных экспериментах, так и на практике в экспериментальных разработках [7].

Имеющиеся данные по Харьковской области свидетельствуют о ежегодном накоплении более 100 т полимерных отходов: 80% – полиэтилен, 10% – полипропилен, 5% – полистирол, 5% – другие полимерные композиции [2].

В КП "Харьковводоканал" разработан и внедрен в производство композитный материал на основе вторичного полимерного

сырья для формования смотровых люков системы водоснабжения и водоотведения методом горячего прессования. В ходе апробации установлено оптимальное соотношение компонентов вторичной полимерной композиции с содержанием по массе полиэтилена – 80%, полистирола – 20%, модифицированного наполнителя – 10%.

Разработанный состав позволяет получать изделия, обладающие требуемыми эксплуатационными характеристиками эстетическими свойствами.

Использование элементов из вторичных полимерных композитных материалов возможно также для восстановления аварийных участков канализационных коллекторов в соответствии с технологией, предложенной в [5]. Применимость полимерной композиции для изготовления описанных конструкций в первую очередь зависит от свойств рассматриваемого материала. ВПКМ обладают рядом качеств, определяющих возможность их использования в качестве защитных покрытий:

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

Характеристики ВПКМ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики ВПКМ

Характеристика	Единица измерения	Диапазон значений
Ударная вязкость	кДж/м ²	31/43...39/68
Разрушающее напряжение при изгибе	МПа	8,7/разрушение достигнуто... 8,7/разрушение достигнуто
Показатель текучести расплава	г/10мин	0,87...2,37
Стойкость к растрескиванию	ч	>12

Примечание: числитель – образцы с надрезом; знаменатель – образцы без надреза.

Методика проведения исследования. Неотъемлемую часть отработки техно-

логического процесса изготовления изделий из полимерных композитных материалов на основе вторичного сырья составляет лабораторный контроль и анализ прочностных характеристик материала. Данный контроль необходим как на этапе разработки состава композита, так и на этапе производства изделий (выборочный контроль изделий отдельной партии).

В ходе исследований механических свойств выполнялись испытания для определения прочностных показателей и оценки степени однородности композитного материала. Показатели прочности определялись для различных схем нагружения образцов. Форма и размеры образцов принимались с учетом схем испытаний и возможностями лабораторного оборудования.

Испытания на сжатие проводились с использованием испытательного пресса ПС-500; испытания на растяжение и изгиб проводились с использованием испытательной машины УИМ-50;

В ходе испытаний кроме измеряемых значений разрушающей нагрузки также фиксировались виды разрушения либо исчерпания несущей способности образцов.

На рис. 1-3 представлены фотографии образцов с характерными видами разрушения, соответствующими схемам испытаний.

Рис. 1. Разрушение образца с образованием наклонных трещин при испытании на сжатие

Рис. 2. Разрушение образца при испытании на изгиб

Результаты испытаний, включая статистическую обработку, представлены в таблицах 1-3.

Рис. 3. Разрушение образца при испытании на растяжение

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов на растяжение

№ образца	Размеры поперечного сечения, мм	Разрушающая нагрузка Р, кН	Прочность при растяжении, МПа	Коэффициент вариации, %	Среднее значение прочности при растяжении, МПа
1	22.5x5.0	1.5	13.3	26.5	9.2
2	23.0x17.5	3.4	9.5		
3	24.7x10.1	2.2	8.8		
4	25.0x10.6	2.5	9.4		
5	23.5x10.5	1.2	4.9		

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов на изгиб*

№ образца	Размеры образцов		Разрушающая нагрузка Р, кН	Прочность при изгибе, МПа	Коэффициент вариации, %	Среднее значение прочности при изгибе, МПа
	h, мм	b, мм				
1	47.0	25.3	8.5	27.4	8.9	23.4
2	40.0	41.0	8.2	22.5		
3	40.5	41.5	7.7	20.4		

*Примечание: Расстояние между опорами $l=120$ мм.; прочность при изгибе $R_{изг} = 3Pl / 2bh^2$.

Таблица 3 – Результаты испытаний образцов на сжатие

№ образца	Размеры образцов		Разрушающая нагрузка Р, кН	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент вариации, %	Среднее значение прочности при сжатии, МПа
	a, мм	b, мм				
1	63.0	60.0	45.0	11.9	11.3	14.2
2	71.0	68.0	65.0	13.5		
3	95.0	88.0	145.0	17.3		

Анализ результатов экспериментальных исследований прочностных свойств. Характерным видом разрушения

при испытаниях на изгиб и растяжение является хрупкое разрушение с образованием разрывов в растянутых зонах. В испытаниях

на сжатие отмечается поведение, свойственное вязким пластичным материалам, сопровождаемое значительными продольными и поперечными деформациями с образованием вертикальных и наклонных трещин.

Наибольший разброс значений прочности с коэффициентом вариации 26.5% наблюдается при испытаниях на растяжение, что указывает на неоднородность структуры композитного материала и возможное влияние масштабного фактора на фактические значения прочности. Кроме того, предельные вычисленные значения растягивающих напряжений при изгибе и растяжении отличаются более чем в 2.5 раза, что свидетельствует о возможности повышения прочности на растяжение за счет снижения структурной неоднородности.

Меньшее влияние структурная неоднородность оказывает на разброс значений прочности на сжатие (коэффициент вариации 11.3%).

Выводы. По результатам испытаний на прочность образцов полимерного композитного материала в целом можно сделать вывод о возможности его использования для производства сборных конструкций защитных обделок сетей водоотведения при их реконструкции.

Основным недостатком исследованного материала является его недостаточная однородность для получения конструкций небольшой толщины (20...30мм). Таким образом, применение данного материала требует усовершенствования технологии, а также экспериментальной проверки при внедрении.

ЛИТЕРАТУРА:

1. 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.
2. 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.
3. Каналізаційні тунелі Харкова: QUO VADIS?: монографія: за загальн.ред. Д.Ф.Гончаренка/ Д.О. Бондренко, О.О. Гармаш, Д.Ф.Гончаренко, С.С. Піліграм.-Х.: Раритети України, 2018.-232с.:іл..
4. Люки канализационные: — EN 124—1994, ДСТУ Б В.2.5-26:2005. Технические условия.
5. Булгаков В.В., Вороненко В.А., Гончаренко Д.Ф., Убийвовк А.В. Восстановления аварийных участков канализационных тоннелей с использованием элементов из вторичных полимерных композитов. // Научный вісник будівництва, том 89, №3, – Харків, ХНУБА, ХОТВАБУ, 2017 с. 66 – 71
6. 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.
7. Костюк Т.А. Разработка инструментария для обоснованного выбора состава композита с повышенными гидрофизическими характеристиками на основании качественных характеристик.
8. Schmidt U., Bohatsch A. Massnahmen gegen Geruch und Korrosion im Mindener Kanalnetz umgesetzt // KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, №4 (61), 2014. S. 291-298.

Гончаренко Д. Ф., Убийвовк А. В., Казимагомедов І. Е., Коринько В. І. ВТОРИННИЙ ПОЛІМЕРНИЙ КОМПОЗИТНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТУНЕЛІВ. Залізобетонні конструкції каналізаційних тунелів глибокого залягання мають суттєві пошкодження внаслідок корозії. Для їх відновлення та ремонту використовують полімерні матеріали. Ефективними для облицювання тунелів є конструкції виготовлені із вторинних полімерних композиційних матеріалів, які можуть успішно працювати в умовах агресивного

середовища. В статті приведені результати випробувань цих матеріалів. Установлено, що їх якість можна покращити за рахунок підвищення однорідності матеріалу в процесі їх виготовлення.

Ключові слова: тунелі, корозія, полімерні матеріали, випробовування, однорідність.

Goncharenko D.F., Ubiyvovk A.V., Kazimagomedov I.E., Korinko V.I. SECONDARY POLYMER COMPOSITE MATERIAL FOR RENOVATING SEWER TUNNELS. Concrete

structures of deep sewage tunnels are significantly damaged by corrosion. Polymers are used for their renovation and repair. Structures made of secondary polymer composite materials, which can successfully work in aggressive environments, are effective for cladding the tunnels. The results of testing these materials are presented in the article. It is established that their quality can be improved by increasing homogeneity of the material in the process of their manufacture.

Keywords: tunnels, corrosion, polymer materials, testing, homogeneity.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-95-1-117-122

УДК 624.21.092

Більченко А.В., Кіслов О.Г., Синьковська О.В., Ігнатенко А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61002, Україна; e-mail: Bilchenko39@gmail.com;

ORCID: 0000-0001-5077-6235; 0000-0002-5164-8515; 0000-0003-0823-2597; 0000-0001-9222-1051)

ДО ПИТАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОЛЬОТНИХ БУДОВ МОСТОВИХ СПОРУД

Проблема довговічності залізобетонних прольотних будов мостових споруд в процесі експлуатації, як в технічному, так і в соціально-економічному плані завжди була найменш вивченою в теорії споруд, а тому завжди актуальна. Мости, як складні технічні системи звичайно мають «слабкі місця», які передбачають початок руйнування як окремих елементів, так і споруди в цілому. Процеси експлуатації мостових споруд показали, що одним із таких «слабких місць» є захисний шар бетону в залізобетонній конструкції, тому розглядається процес його руйнування. Коректна постановка оцінки довговічності залізобетонних прольотних будов дуже складна, так як вимагає врахування впливу кліматичних умов, мінливості фізико-механічних властивостей матеріалів та схем розподілу зусиль, крім того, необхідно врахувати форму конструктивного елемента, умови експлуатації, утримання і технології виготовлення конструкції.

Метою даної роботи є знайти причини виникнення тріщин в захисному шарі бетону і подальший їх розвиток в залежності від температурних перепадів в підмостовому просторі. Розвиток тріщин збільшує агресивну дію навколишнього середовища на арматуру, що призводить до руйнування конструкції в цілому.

Ключові слова: мостові споруди, прольотні будови, залізобетонні конструкції, захисний шар, нестійкі тріщини, агресивне середовище, руйнування, довговічність.

Вступ. Довговічність залізобетонних прольотних будов мостових споруд, які відносяться до складних технічних систем, завжди була найменше розробленою в теорії споруд. Тому значна частина мостових споруд зараз знаходиться в четвертому експлуатаційному стані, який передбачає їх капіталь-

ний ремонт [1]. В умовах обмеженого фінансування системи експлуатації мостових споруд, стратегічне планування ремонтів повинно спиратись на, як можливо, більш точний залишковий ресурс, що передбачає заходи по його продовженню [2, 5-8]. Коректна постановка оцінки ресурсу споруди дуже