

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-104-2-147-150

УДК 696.1(060.13)

Дегтяр Є.Г.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; E-mail: evgeniydegtyar.kh@gmail.com,
orcid.org/0000-0002-7218-2179)*

РЕМОНТ ТА ВІДНОВЛЕННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНОГО КОЛЕКТОРА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛІМЕРБЕТОНУ

У статті розглядаються конструктивні, та технологічні рішення ремонту та відновлення каналізаційних колекторів відкритим способом із використанням полімербетону. Пропонується виконання цих робіт з допомогою пневматичної та інвентарної опалубок. Приведені два склади полімер-бетонів, їх фізико-механічні властивості, технологічні особливості їх використання. Визначена схема армування склепової частини колектора, яка зазнала руйнації в результаті впливу газової корозії. Розглянута послідовність виконання ремонтно-відновлювальних робіт із використанням полімербетону.

Ключові слова: каналізаційний колектор, ремонт, відновлення, пневмоопалубка, полімербетон, технологія робіт.

Вступ. Як показують проведені дослідження [1, 2, 3] в процесі транспортування стічних вод відбувається руйнація склепінчастої частини колекторів, в той час як лоткова частина яка, як правило, постійно заповнена стічними водами, залишається неушкодженою. Використання уцілілої лоткової частини дає можливість відновити колектор з мінімальними матеріальними та трудовими затратами. При цьому лоткова частина може розглядатись як основний опорний конструктив, для обпирання на нього та з'єднання з ним нової конструкції склепу. Одним із варіантів ремонту та відновлення колектора є створення нової склепінчастої частини із використанням армованого композитною арматурою полімербетону. Ефективним в даному випадку є застосування укладеної в уцілілий лоток пневматичної опалубки та установка поверх її інвентарної металевої опалубки. При цьому повинен бути забезпечений поверх інвентарної опалубки простір для заповнення простору між опалубками самоущільнюючого полімербетону.

В період з 1960 року по 1980 рік на території України було збудовано близько 60 % мереж водовідведення, більшість з яких належить до конструкцій неглибокого залягання (нижня відмітка трубопроводів не перевищує 8 метрів) з діаметром 600-1000 мм. Однак, оскільки досі відсутній дієвий механізм моніторингу технічного стану каналізаційних колекторів, то профілактичні та ремонтно-відновлювальні роботи зазвичай проводяться у випадку виникнення аварійних ситуацій. Як наслідок маємо, що наприклад у м. Харкові та області понад 70 % каналізаційних трубопроводів знаходиться за межею амортизаційного зношення та потребують проведення ремонтних робіт [1-4].

Аналіз численних досліджень свідчить, що руйнації, у першу чергу, зазнає склепова частина конструкції колекторів через високу концентрацію сірководню в «надводному» просторі. У той час як лоткова частини трубопроводів залишається неушкодженою через постійне своє контактування зі стічними водами. Звідси слідує, що доцільно розглянути можливість ремонту та відновлення каналізаційних колекторів із використанням і включенням в роботу існуючої лоткової частини. Це дозволить забезпечити тривалу безперебійну експлуатацію інженерних мереж і отримати обґрунтовані економічно ефективні рішення виконання робіт.

В роботах [2, 5] розглянуто декілька варіантів створення нової склепінчастої частини відкритим способом. На протязі багатьох років відомий запроваджений в Угорщині шатровий спосіб. При використанні цього способу заміні підлягає дахова частина колектору [2]. В Харкові була впроваджена технологія влаштування в збережену лоткову частину виготовлену в заводських умовах трубчату армовану конструкцію із анкерного поліетилену із послідуочим бетонуванням її з допомогою спеціально розробленої опалубки

бетонною сумішшю [2, 5]. Широко використовуються на цей час заміна зруйнованих колекторів, побудованих із залізобетонних труб, на поліетиленові та склопластикові труби.

В роботі [6] розглянуто варіанти ремонту та відновлення каналізаційних колекторів із використанням кlinkерної цегли.

Для використання кlinkерної цегли були проведені дослідження для вибору цегли із її різноманіття представлених на будівельних ринках України. Корозієстійкість цегли визначалась експериментальним шляхом в лабораторії університету та витримування її протягом тривалого часу в біокамері (каналізаційній шахті на тунелі глибокого залягання в якій концентрація сірководню в декілька раз перевищувала нормативну гранично допустиму концентрацію). Експериментальним шляхом виконувався вибір розчину який в змозі протистояти газовій корозії. Цегляна кладка виконувалась з допомогою пневматичної опалубки [6].

Вперше у вітчизняній практиці було прийнято рішення виконувати ремонтно-відновлювальні роботи на колекторах шляхом зведення склепінчастої частини із використанням армованого полімербетону (рис. 1) [7, 8].

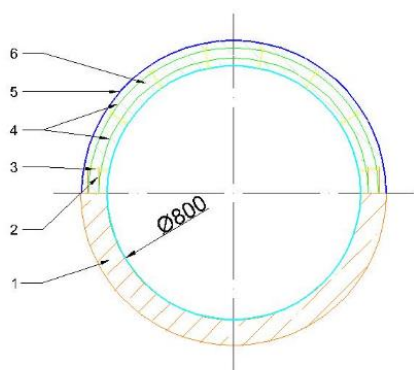


Рис.1. Схема ремонту та відновлення колектора із використанням полімербетону
1 - існуюча лоткова частина; 2 - існуючі арматурні стрижні; 3 - пневматична опалубка; 4 - композитна арматура, 5 - інвентарна опалубка; 6 - полімербетон

Завдяки високій зносостійкості та стійкості до агресивних середовищ, полімербетони успішно використовуються в облицюваннях, відновленні та ремонті систем трубопроводів мереж водовідведення [9]. В системах бетонних і залізобетонних трубопроводів мереж водовідведення добре працюють полімербетони на основі фуранових та епоксидних смол, які найбільш стійкі до біологічно агресивних водних середовищ стічних вод, агресивного впливу сірчаноокислотної агресії та газової корозії в умовах високих концентрацій сірководню, вуглекислого газу і амоніаку [10-12].

Для експерименту взято до розгляду два склади полімербетонів на основі фуранової та епоксидної смол, твердників, мінеральних наповнювачів та заповнювачів.

Полімерним зв'язуючим для фуранового полімербетону є фуранова смола серії «SQG», яка застосовується у технологічних процесах виготовлення холоднотвердіючих мінерально-смоляних сумішей і твердіє з кислотними каталізаторами. Для твердіння обрано кислотний каталізатор серії «GS», який має низьку в'язкість і забезпечує утворення однорідної суміші рідких і твердих компонентів композиції. Заповнювачами є пісок кварцовий (фракція 0,5-2 мм) та щебінь (три фракції від 5 до 40 мм), а наповнювачем - андезитова мука. Товщина шару полімербетону становить 100-200 мм. При укладанні фуранового полімербетону температура навколишнього середовища не повинна бути нижче 10-15⁰С. Через 30-40 хвилин після укладання температура суміші піднімається на 25-40⁰С і відбувається швидке твердіння (за 2-3 години). В подальшому полімербетон набирає

міцність. Середня міцність фуранового полімербетону при стиску через 90 діб твердіння - 45-55 МПа, максимальна - до 100 МПа.

Основою епоксидного полімербетону є епоксидіанова смола марки ЕД-20, яка твердіє з допомогою аліфатичного амінного твердника марки ПЕПА. Наповнювач і заповнювачі аналогічні складу на основі фуранової смоли. Твердого стану епоксидний полімербетон набуває приблизно через 30-60 хвилин. Фізико-механічні властивості епоксидного зміцненого полімербетону наступні: густина 2200-2400 кг/м³; міцність на стиск 90-110 МПа; міцність на розтягування 9-11 МПа; лінійна усадка при твердінні 0,05-0,08%; водопоглинання за 24 години 0,01%; термостійкість по Мартенсу 120⁰С.

Як і у випадку із клінкерною цеглою для виконання робіт і застосуванням полімербетону було запропоновано використання пневматичної опалубки. Якщо в попередньому випадку її було достатньо для створення нового склепу, при використанні полімербетону виникла необхідність розробки допоміжної бокової інвентарної опалубки. Ця опалубка монтується із двох боків пневматичної опалубки таким чином, щоб при бетонуванні створювався замкнутий круглий профіль нової склепінчастої частини.

Для проведення досліджень в лабораторію кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій були доставлені фрагмент лоткової частини колектору з внутрішнім діаметром 800 мм довжиною 1000 мм. В даному випадку вона служить в якості несучої конструкції для створення на її основі нового склепу. При проведенні попередніх розрахунків несучої здатності нового склепу було визначено схему армування із використанням композитної склопластикової арматури (рис. 2).

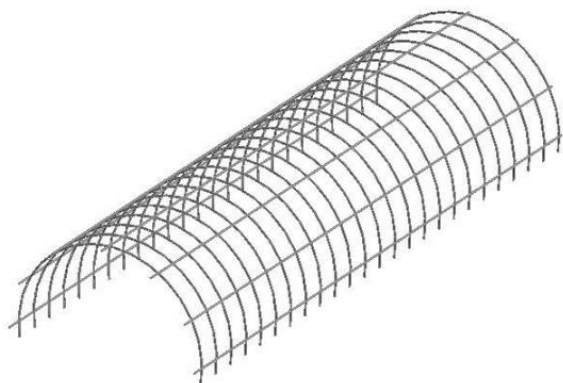


Рис. 2. Схема армування склепінчастої частини колектора композитною арматурою: діаметр склепу 800 мм; довжина 1000 мм; поперечна арматура $d=8$ мм; - крок - 60 мм; поздовжня арматура $d=8$ мм; - 7 шт.

При використанні полімербетонів для відновлення колектору передбачена наступна послідовність робіт [7]: очищення колектору від елементів зруйнованої склепової частини встановлення пневмоопалубки у лотковій частині, що зберіглася; армування склепу колектору, в тому числі з'єднання нової арматури з випусками арматури лоткової частини що зберіглася; встановлення інвентарної опалубки з боків пневмоопалубки; бетонування склепу полімербетоном; демонтаж пневмо- та інвентарної опалубки після набору бетоном необхідної міцності.

Висновок. Використання збереженої лоткової частини зруйнованих корозією каналізаційних колекторів дає можливість створювати на їх основі нової склепінчастої частини із використанням армованого композитною арматурою полімербетону. Висока ефективність при цьому досягається при використанні пневматичної та інвентарної опалубок. Розроблена технологія робіт із застосуванням полімербетону має у 2...3 рази меншу вартість у порівнянні із використанням для ремонтно-відновлювальних робіт поліетиленових або склопластикових труб, діаметр яких менше діаметру колектора, що відновлюється.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Абрамович И. А. Канализация города Харь-кова (1912-1980 гг.) Опыт проектирования и строительства. Харьков: Основа, 1997. 220с.
2. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения. Харьков: Консум, 2008. 400 с.
3. Гончаренко Д. Ф., Алейникова А. И., Гудилін Р. И. Канализационные тоннели и коллекторы - на пороге экологической катастрофы. Науковий вісник будівництва. 2018. №4 (93). С. 110-115.
4. Программа развития КП «Харьковводоканал» до 2026 года. Харків, 2012. 115 с.
5. Добряев А. А. Опыт ликвидации аварий на сетях водоотведения открытым способом. Науковий вісник будівництва. 2004. №26. С. 89-94.
6. Гуділін Р.І. Ремонтно-відновлювальні роботи на каналізаційних мережах з використанням відкритого способу. Харків: УкрДУЗТ, 2019. № 185. С. 52-61.
7. Гончаренко Д.Ф., Старкова О.В., Гуділін Р.І., Дегтяр Є.Г. Застосування пневмоопалубки для ремонту та відновлення каналізаційних трубопроводів з використанням клінкерної цегли та полімербетону. Український журнал будівництва та архітектури. 2021. №1. С. 26-33.
8. Gontscharenko D., Ratschkowskij A., Gudilin R., Degtjar E. Renovierung und Wiederherstellung von Abwasserkanälen flacher Verlegung in offenem Verfahren, Korrespondenz Abwasser, Abfall-2020 (67). Nr. 8. S. 593-597. www.dwa.de/KA
9. Шаповалов Б.М. Технология полимерных и полимеросодержащих строительных материалов и изделий. Минск: Беларус. навука, 2010. 454 с.
10. Ерофеев Б.Т., Федорцов Х.П., Богатов А.Д., Федорцов Б.А. Основы математического моделирования биокоррозии полимербетон. Фундаментальные исследования. 2014. №12. С. 701-707.
11. Фрог Д.Б., Примин О.Г., Тен А.Э. Реконструкция трубопроводов с использованием полимербетон. Строительство и реконструкция. 2019. №3(83). с. 120-128.
12. Dongpeng M., Zhongming Liang, Yiping L., Zhenyu J., Zejia L., Lscheng Z., Liqun T. Mesoscale modeling of epoxy polymer concrete under tension or bending. Composite Structures. 2021. Vol. 256. 113079.

REFERENCES:

1. Abramovich I. A. Kanalizaciya goroda Har'kova (1912-1980 gg.) Opyt proektirovaniya i stroitel'stva. Har'kov: Osnova, 1997. 220s.
2. Goncharenko D. F. Ekspluataciya, remont i vosstanovlenie setej vodootvedeniya: monografiya. Har'kov: Konsum, 2008. 400 s.
3. Goncharenko D. F., Alejnikova A. I., Gudilin R. I. Kanalizacionnye tonneli i kollektory - na poroge ekologicheskoy katastrofy. Naukovij visnik budivnictva. 2018. №4 (93). S. 110-115.
4. Programma razvitiya KP «Har'kovvodokanal» do 2026 goda. Harkgv, 2012. 115 s.
5. Dobryaev A. A. Opyt likvidacii avarij na setyah vodootvedeniya otkryтым sposobom. Naukovij visnik budivnictva. 2004. №26. S. 89-94.
6. Gudilin P.I. Remontno-vidnovlyuval'ni roboti na kanalizacijnih merezhah z vikoristannyam vidkrytogo sposobu. Harkiv: UkrDUZT, 2019. No 185. S. 52-61.
7. Goncharenko D.F., Starkova O.V., Gudilin P.I., Degtyar Є.G. Zastosuvannya pnevmoopalubki dlya remontu ta vidnovlennya kanalizacijnih truboprovodiv z vikoristannyam klinkernoi cegli ta polimerbetonu. Ukrain'skij zhurnal budivnictva ta arhitekturi. 2021. №1. S. 26-33.
8. Gontscharenko D., Ratschkowskij A., Gudilin R., Degtjar E. Renovierung und Wiederherstellung von Abwasserkanälen flacher Verlegung in offenem Verfahren, Korrespondenz Abwasser, Abfall-2020 (67). Nr. 8. S. 593-597. www.dwa.de/KA
9. Shapovalov B.M. Tekhnologiya polimernyh i polimersoderzhashchih stroitel'nyh materialov i izdelij. - Minsk: Belarus. navuka, 2010. - 454 s.
10. Erofeev B.T., Fedorcov H.P., Bogatov A.D., Fedorcov B.A. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya biokorrozii polimerbetonov// Fundamental'nye issledovaniya. 2014. №12. S. 701-707.
11. Frog D.B., Primin O.G., Ten A.E. Rekonstrukciya truboprovodov s ispol'zovaniem polimerbetonov. Stroitel'stvo i rekonstrukciya. 2019. №3(83). s. 120-128.
12. Dongpeng M., Zhongming Liang, Yiping L., Zhenyu J., Zejia L., Lscheng Z. and Liqun T. Mesoscale modeling of epoxy polymer concrete under tension or bending. Composite Structures. 2021. Vol. 256. 113079.

Degtjar E.G. REPAIR AND RENOVATION OF SEWER COLLECTOR USING POLYMER CONCRETE.

The article considers design and technological solutions for repair and renovation of sewer collectors in cut and cover method using polymer concrete. It is proposed to perform these works using pneumatic shuttering and [reusable formwork](#). Two compositions of polymer concrete, their physical and mechanical properties, technological features of their use are given. The reinforcement designs of the vault part of the collector, which was destroyed as a result of gas corrosion, is determined. The sequence of repair and renovation works using polymer concrete is considered.

Keywords: sewer collector, repair, renovation, pneumatic formwork, polymer concrete, work technique.