

**БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ (192)**

---

УДК 65.05+628.23

**РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ НА КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДКРИТОГО СПОСОБУ**

Асп. Р. І. Гуділін

**REPAIR AND RESTORATION WORKS ON SEWAGE NETWORKS USING OPEN METHOD**

Postgraduate student R. I. Gudilin

---

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.185.2019.180810>

---

*У статті розглядаються переваги та недоліки відкритого способу ремонтно-відновлювальних робіт на каналізаційних мережах. Автором наведено досвід виконання робіт відкритим способом з використанням сучасних матеріалів і конструкцій. Наведені приклади ремонту колекторів з використанням склопластикових і поліетиленових ребристих труб. Особливу увагу приділено заміні зруйнованого корозією трубопроводу на заздалегідь виготовлені в заводських умовах блоки, що складаються з профільованого поліетилену і композитної арматури.*

*Накопичений досвід ремонту та відновлення каналізаційних мереж показує, що відкритий спосіб ремонту та відновлення колекторів неглибокого залягання, особливо в місцях відсутності транспортних магістралей, є більш ефективним у порівнянні із закритим способом. Запропоновано виконання ремонтно-відновлювальних робіт на каналізаційних колекторах неглибокого залягання з використанням клінкерної цегли.*

*Використання цього матеріалу вимагає використання відкритого способу ремонту із застосуванням пневматичної опалубки.*

*Наведено економічне порівняння варіантів відновлення трубопроводу з використанням поліетиленових труб і клінкерної цегли з наступним бетонуванням для посилення його несучої здатності.*

**Ключові слова:** каналізаційні мережі, відкритий спосіб, склопластик, поліетилен, клінкерна цегла.

*The article deals with the advantages and disadvantages of an open method of repair and restoration works on sewage networks. In the process of reinforced concrete pipelines corrosion, its cryptic part is destroyed first, while the tray remains intact and capable of further use. Therefore, when carrying out repair and restoration works, the tray is used as a bearing construct in which new modern pipes of polyethylene or fiberglass are laid. In this case it is advisable to use an open method of repair and restoration works.*

*The author presents the experience of doing work in an open way using modern materials and designs. Examples of repairs of collectors using fiberglass and polyethylene ribbed pipes are given. Particular attention is paid to replacing the pipeline corroded with prefabricated blocks, consisting of profiled polyethylene and composite fittings. Blocks are mounted in the stored tray of the pipeline, followed by their montage with the help of inventory formwork.*

*The accumulated experience of repairing and restoring sewage networks shows that the open method of repairing and rebuilding sewage collectors of shallow laying, especially in the absence of transport highways, is more efficient compared to the closed method. Repair and restoration works on wastewater collectors of shallow laying using clinker bricks are proposed.*

*Clinker brick has been used in the construction of sewage networks in Kiev, Lviv, Odessa, and Kharkiv. Networks built in these cities in 19<sup>th</sup> century and at the beginning of the last century have been successfully exploited till today.*

*The use of this material requires the use of an open method of repair with the use of pneumatic formwork.*

*The economic comparison of variants of pipeline restoration with the use of reinforced profiled polyethylene and clinker bricks with subsequent concrete for strengthening of its bearing capacity is given.*

**Keywords:** *sewage networks, open method, fiberglass, polyethylene, clinker brick.*

**Вступ.** Надійність конструкцій каналізаційних трубопроводів залежить від багатьох факторів. Першорядне значення мають чинники, що провокують розвиток корозії (матеріал труб, якісні показники стічних вод, система вентиляції, швидкість руху води), а також фактори фізико-механічного впливу (гідрогеологічні умови, глибина залягання, закладення стиків, система каналізації). При ремонті й відновленні каналізаційних трубопроводів використовують відкриті й закриті способи виконання робіт.

На сьогодні проблема ремонту й відновлення мереж каналізації стає особливо актуальною у зв'язку з підвищенням вимог до охорони навколишнього середовища. Руїнування на каналізаційних трубопроводах зазвичай є причиною проникнення стічних вод у ґрунтові води і в ґрунт та їх забруднення.

Як відомо [1], значна частина стічних вод у містах України відводиться за допомогою каналізаційних трубопроводів діаметром від 300 до 1000 мм, глибина закладання яких не перевищує 5-7 м. При ліквідації аварій, проведенні планового ремонту та відновлення трубопроводів і в Україні, і за кордоном у 90 % випадків роботи виконують відкритим способом.

**Аналіз публікацій і постановка завдань дослідження.** Відкритий спосіб ремонту та відновлення каналізаційних трубопроводів має значні переваги перед

закритим, якщо глибина залягання мережі незначна і мають місце значні локальні пошкодження. Як показують дослідження Білецького Б. Ф. [2], Гончаренка Д. Ф., Клейна Ю. Б., Корінько І. В. [3], Добряєва А. О. [4] та інших, межі раціонального використання відкритого /траншейного/ способу ремонтно-відновлювальних робіт в залежності від конкретних інженерно-геологічних і виробничих умов змінюються в широких границях з глибиною залягання траншеї в середньому від 3 до 8 м.

Значна увага відкритому способу робіт приділена в дослідженнях Обухова Є. С. [5], Шматченко В. І., Добряєва А. О. та інших [6, 7].

Серед закордонних вчених необхідно виділити роботи Stein D. [8], Dohmana M. [9], Ellerhorst S., Schroder M. [10] та інших [11, 12]. В роботах цих авторів основна увага приділена матеріалам і конструкціям, які використовуються у відкритому способі будівництва і ремонту мереж водовідведення. На думку авторів, головними є труби із високоміцного бетону та залізобетону, поліетилену, поліхлорвінілу, полімербетону, склопластику та інших високоєфективних матеріалів і конструкцій.

Зважаючи на високу вартість труб, виготовлених із полімерів, в першу чергу поліетиленових, склопластикових та базальтопластикових, які останніми роками набувають все більшого застосування при

заміні зруйнованих корозією залізобетонних трубопроводів, актуальним є пошук альтернативних рішень, які здатні протидіяти агресивному середовищу та мати нижчу вартість.

Метою роботи є обґрунтування та розробка відкритого способу ремонту та відновлення зруйнованих корозією каналізаційних трубопроводів неглибокого залягання з використанням кlinkерної цегли.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- розглянути сучасні ефективні технології ремонтно-відновлювальних робіт, що виконуються відкритим способом;

- навести приклади використання сучасних матеріалів і конструкцій для їх застосування в ремонтно-відновлювальних роботах відкритим способом;

- розглянути, як один із варіантів, відкритий спосіб ремонту та відновлення з використанням кlinkерної цегли;

- виконати порівняння окремих розглянутих варіантів.

**Основна частина.** Згідно з нормативними документами Німеччини [11], метою ремонтно-відновлювальних робіт (санації) є усунення пошкоджень таким чином, щоб досягти певного розрахункового стану мережі. DIN EN 752 «Системи каналізаційних каналів поза будівлями» (ч. 5 «Санация») поділяє методи санації на три групи (рис. 1):

- ремонт (усунення ушкоджень, що виникли в деяких місцях трубопроводу);

- відновлення (поліпшення функціональної здатності каналізаційних колекторів і каналів з повним або частковим відновленням їх первинного стану);

- оновлення (створення нових каналізаційних трубопроводів і каналів у чинній або в інших лініях трубопроводів, причому нові споруди можуть виконувати функцію початкових трубопроводів каналізаційних мереж).

Одним з найбільш вживаних є спосіб ремонту каналізаційної мережі, який базується на принципі «відкрий-заміни».

Це розкриття траншеї, видалення старої труби й встановлення нової. Такий спосіб може бути або дуже дорогим (при великій глибині закладення трубопроводу), або відносно дешевим – якщо трубопровід розташований близько до поверхні [1, 11].

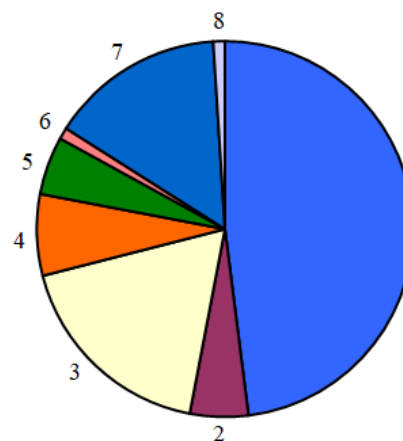


Рис. 1. Способи ремонту і відновлення трубопроводів, що застосовуються в Німеччині:

1 – відкритий спосіб (48 %); 2 – закритий спосіб (5 %); 3 – інші способи (18 %); 4 – ін'єктування (7 %); 5 – герметизація (5 %); 6 – нанесення покриття (1 %); 7 – заміна однієї з труб каналізаційної мережі (15 %); 8 – монтаж вставок (1 %)

Під час ремонту й відновлення трубопроводів відкритим способом застосовуються норми й правила, які використовують для нового будівництва:

- розробляють систему об'їздів і заходи безпеки для пішоходів;

- організують безперебійну роботу мережі каналізації, з'єднаної з ділянкою, що ремонтується, шляхом утилізації й перекачування стічних вод обвідними трубами;

- локально знижують рівень ґрунтових вод і вод, які накопичилися після аварії;

- вживають заходів, щоб запобігти пошкодженню паралельних і пересічних трубопроводів різного призначення, у тому числі водопроводу, газопроводу, тепломереж та ін.

Якщо ремонтно-відновлювальні роботи виконуються на трасі й викликані необхідністю заміни старого зношеного трубопроводу новим, необхідно вивести з експлуатації під'єднані канали та забезпечити перекачку стічних вод, припинивши експлуатацію даної ділянки шляхом створення водозбірних колодязів для будинкового підключення трубопроводів.

Відкритий спосіб ремонту й відновлення трубопроводів має значні переваги перед закритим, якщо глибина залягання мережі незначна і мають місце сильні локальні пошкодження великої кількості приєднаних каналів. При цьому забезпечується належна якість і довговічність стикових з'єднань. Відкритий спосіб ремонту й відновлення дозволяє:

- без особливих проблем збільшувати поперечний переріз трубопроводу;

- додатково підключати з'єднання від різних об'єктів, а також нові оглядові колодязі, побудовані на ділянці, що ремонтується;

- проводити ремонтно-відновлювальні роботи незалежно від поперечного перерізу відновлюваної ділянки, розмірів траси, основи каналу, які при цьому застосовуються;

- вести роботи незалежно від геологічних і гідрогеологічних умов і глибини залягання трубопроводу;

- вибирати найбільш зручну трасу.

Водночас відкритий спосіб має ряд недоліків:

- простір для транспорту, особливо в густонаселених пунктах, досить обмежений;

- створюються незручності для жителів даного району, і в першу чергу для пішоходів;

- існує необхідність вживати заходів для зниження рівня ґрунтових вод, і особливо дощових вод;

- при веденні робіт доводиться враховувати паралельні й пересічні комунікації міського господарства;

- необхідно вирішувати проблеми, пов'язані з водовідливом і зміцненням стінок траншей, що розроблюються.

Заходи щодо вдосконалення структури трубопроводів насамперед спрямовані на підвищення їх якісних показників, таких як надійність і довговічність. Тому в усіх країнах при новому будівництві, ремонті та відновленні систем водопостачання та водовідведення замість традиційних сталевих, чавунних й інших труб широко застосовують неметалеві труби, у тому числі залізобетонні та керамічні, а починаючи з середини 1960-х років – труби з полімерних матеріалів.

Окреме важливе значення при відкритому способі мають матеріали, що застосовуються для відновлення. На сьогодні труби зі склопластиків або матеріалів, виготовлених на їх основі, набули поширення завдяки своїй міцності і стійкості до дії агресивних середовищ (рис. 2). Невелика маса склопластикових труб (вони у 5 разів легші за сталеві) дозволяє значно знизити трудові витрати при виконанні монтажних робіт [12].



Рис. 2. Склопластикові труби для каналізації

В останні роки в Україні набув поширення досвід використання для ремонтно-відновлювальних робіт

поліетиленових труб, рукавів і листів з анкерними ребрами. Цей полімерний матеріал, званий також профільованим поліетиленом (рис. 3), призначений для гідроізоляції залізобетонних напірних труб і водоводів, хімічного захисту залізобетонних ємностей, підземних споруд,

безнапірних труб і лотків, стінових панелей та інших будівельних конструкцій [1, 13].

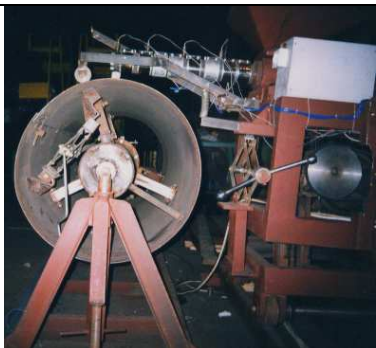

Авторами роботи [7] була запропонована технологія відновлення каналізаційного колектора відкритим способом з використанням профільованого поліетилену. Технологічну послідовність робіт подано в табл. 1.








Рис. 3. Каналізаційні труби з профільованого поліетилену

Таблиця 1

Технологічна послідовність відновлення каналізаційного колектора

Операція	Загальний вигляд	Технологічний процес	Матеріал конструкції і оснащення
1	2	3	4
1		Виготовлення труби з ребристого поліетилену та її армування в заводських умовах	Ребристий поліетилен  Арматура
2		Армування труби з установленням фіксаторів	Труба, арматура ВрІ, А1

Продовження табл. 1

1	2	3	4
3		Укладання блока в лоткову частину, що збереглася	Блок з поліетиленової труби і арматури, лоткова частина з старого бетону В20
4		Монтаж інвентарної опалубки за допомогою крана	Інвентарна опалубка
5		Бетонування конструкції	Бетон В25, W 6
6		Улаштування оглядових колодязів, захищених від корозії листовим ребристим поліетиленом	Бетон В25, W6, ребристий поліетилен, сталеві скоби з антикорозійним покриттям, арматура ВІ
7		Підготовка оглядових колодязів до зворотньої засипки	Грунт для зворотньої засипки

Показані в табл. 1 [7] ремонтно-відновлювальні роботи були виконані при заміні каналізаційного трубопроводу в одному із районів міста Харкова. Використанню відкритого способу ремонтно-відновлювальних робіт сприяла відсутність міського транспорту та міських підземних комунікацій.

Аналіз перших каналізаційних колекторів Європи свідчить про те, що значна їх кількість була збудована із клінкерної цегли. Цегляні колектори круглого перерізу діаметром 700...1800 мм із звичайним або розширеним стільцем, а при великих розмірах – напівеліптичного перерізу, більше відповідали статичним умовам роботи. При високій якості цегли вони були довговічні і стійкі до агресивного середовища, яке має місце при його експлуатації.

Клінкерна цегла прославилася на весь світ завдяки своїм унікальним характеристикам [13, 14].

Вона володіє неперевершеною зносостійкістю, високою міцністю, тривалим терміном експлуатації, дуже низьким коефіцієнтом водопоглинання і неймовірною морозостійкістю. Клінкер виготовляється за методом випалу глини. На відміну від виготовленої простої будівельної цегли, при виготовленні клінкерної цегли використовуються інші сорти глини – більш тугоплавкі і пластичні. Вони володіють різним інтервалом спікання. Глина також обпалюється при дуже високих температурах – від 1200 до 1300 градусів, у той час як температура при випалюванні простої керамічної цегли становить у середньому 800-1000 градусів.

Необхідно звернути увагу на основні характеристики керамічної цегли.

1. Підвищена міцність на стиск і вигин. Якщо у простої керамічної цегли марка міцності становить М-100, М-150 або М-200, то у клінкеру мінімальна міцність становить М-300, а максимальна – М-1000! Таким чином, матеріал легко протистоїть механічним навантаженням і деформаціям,

а також утворенню тріщин, вм'ятин, відколів, порізів, подряпин та ін. І так протягом багатьох років.

2. Низький коефіцієнт водопоглинання (негігроскопічність). При попаданні в структуру будівельного матеріалу волога згубно впливає на нього. Наприклад, якщо температура навколишнього середовища опуститься нижче нуля, вода перетвориться на лід, який збільшується в об'ємі. В результаті цей лід зруйнує матеріал зсередини. Ось чому бажано, щоб коефіцієнт водопоглинання перевищував 10-12 %. У клінкерної цегли аналогічний показник складає 3-6 %, так що йому не страшні навіть найсуворіші зими.

3. Висока морозостійкість. А точніше, дуже висока – вона становить цілих 200 циклів заморожування і відтаювання. Висока морозостійкість забезпечується підвищеною міцністю і низькою гігроскопічністю.

В містах України клінкерна цегла знайшла своє місце при будівництві каналізації в містах Львові, Одесі, Києві, Харкові. Проте необхідність влаштування складних за контуром конструкцій для створення склепу та лотка стала причиною заміни цегляних колекторів на складені залізобетонні трубопроводи.

Поява останніми роками мобільних пневмоопалубок, які здатні замінити складні конструкції для створення склепу, дозволяють виконувати ремонтно-відновлювальні роботи на зруйнованих корозією колекторах з використанням клінкерної цегли (рис. 4) [13, 14].

Ремонтно-відновлювальні роботи з використанням клінкерної цегли мають таку послідовність робіт: проведення заходів з перекачування стічних вод поза межами ділянки, яка підлягає ремонту; розробка траншеї та демонтаж зруйнованих корозією склепових елементів колектора; очищення лотокової частини колектора; цегляна кладка в лотковій частині колектора; монтаж пневматичної опалубки; цегляна кладка склепу колектора;

армування колектора поверх цегляної кладки; бетонування поверх цегляної кладки з метою підвищення міцності конструкції склепу; демонтаж пневмоопалубки після набору міцності розчину в кладці та бетоні; зворотня засипка траншеї.

Для економічного обґрунтування доцільності використання запропонованої технології в роботі розглянуто два варіанти

ремонту та відновлення зруйнованого корозією залізобетонного трубопроводу діаметром 1000 мм на умовній ділянці, довжина якої сягає 100 м:

- повна заміна з використанням труби із ребристого поліетилену SPIRO SN 6-8;
- варіант з використанням кlinkерної цегли.

Результати порівняння представлені в табл. 2.

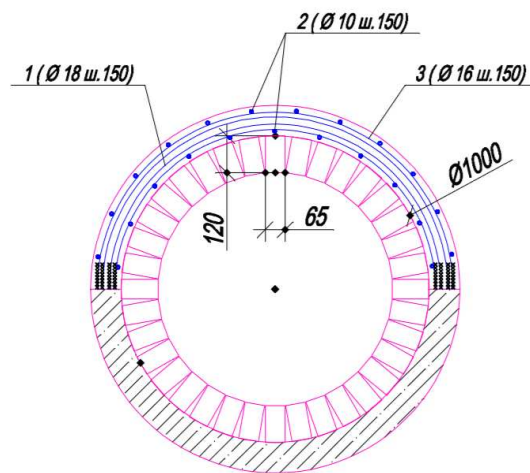


Рис. 4. Конструктивне рішення колектора, що відновлюється із застосуванням кlinkерної цегли: 1 – лоткова частина; 2 – цегляна кладка; 3 – армування склепу; 4 – захисний прошарок із залізобетону

Таблиця 2

Вартість технологічних рішень ремонту та відновлення трубопроводу діаметром 1000 мм на ділянці довжиною 100 п. м.

№ п/п	Найменування	Трудомісткість (100 п. м.), люд.год	Орієнтовна вартість матеріалу, 1 п. м., грн	Загальна вартість матеріалу на 100 п.м., грн
1	Відновлення трубопроводу з використанням кlinkерної цегли	740	1384	138 400
2	Відновлення трубопроводу з використанням труб SPIRO SN 6-8	834	5930	593 000

Як свідчать дані, подані у табл. 2, варіант відновлення трубопроводу з використанням кlinkерної цегли, при незначному збільшенні трудомісткості, за вартістю матеріалу майже в 4 рази дешевше

від варіанта з використанням поліетиленових труб.

Слід зауважити, що застосування розробленої технології особливо доцільно в умовах проходження трубопроводів за



межами щільної забудови міст та їх залягання на глибині від 3 до 7 м.

**Висновки.** Проведені автором дослідження показали, що в місцях проходження каналізаційних колекторів, де відсутній транспорт та міські підземні комунікації, ремонтно-відновлювальні роботи доцільно виконувати відкритим способом. Особливо це відноситься до ділянок каналізації, які проходять через сільськогосподарські угіддя.

Наведені приклади застосування полімерних матеріалів і конструкцій для заміни зруйнованих корозією залізобетонних труб є свідченням їх високої ефективності при експлуатації в умовах агресивного середовища.

Використання для ремонтно-відновлювальних робіт на каналізаційних колекторах клінкерної цегли дозволить знизити собівартість робіт та підвищити їх експлуатаційну довговічність на багато років. При цьому застосування пневматичної опалубки дозволяє уникнути складних конструктивних і технологічних рішень зі створення опалубки для зведення склепової частини колекторів.

Свідченням ефективності застосування клінкерної цегли для ремонту та відновлення частково зруйнованих трубопроводів є наведені в статті порівняння вартості робіт.

#### Список використаних джерел

1. Гончаренко Д. Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: монография. Харьков: Консум, 2008. 400 с.
2. Белецкий Б. Ф. Технология прокладки трубопроводов и коллекторов различного назначения. Москва: Стройиздат, 1992. 336 с.
3. Гончаренко Д. Ф., Клейн Е. Б., Коринько И. В. Ремонтно-восстановительные работы на канализационных сетях в водонасыщенных грунтах. Харьков: Прапор, 1999. 158 с.
4. Добряев А. А. Опыт ликвидации аварий на сетях водоотведения в г. Харькове. *Науковий вісник будівництва*. Харків, 2004. Вип. 26. С. 89–94.
5. Обухов Е. С. Аварии канализационных коллекторов и борьба с ними. Москва: Госстройиздат, 1939. 324 с.
6. Шматченко В. И., Коринько И. В., Пилиграмм С. С., Добряев А. А. Опыт ремонтно-восстановительных работ на сети водоотведения открытым способом. *Науковий вісник будівництва*. Харків, 2004. Вип. 27. С. 163–166.
7. Шматченко В. И., Шмуклер В. С., Гончаренко Д. Ф., Добряев О. А. Технология восстановления трубопровода водовідведення відкритим способом в м. Харкові. *Будівництво України*. Київ, 2006. №5. С. 15–19.
8. Stein D. Instandhaltung von Kanalisationen. Berlin : Ernst, 1998. 940 p.
9. Dohmann M., Fezen H., Haußman R., Riße H. Kanalsanierung Vermeidung von Umweltschäden. Bochum : Ruhr Universität, 1999. 18 p.
10. Ellerhorst S., Schröder M. Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Schadensbehebung im öffentlichen Kanalnetz. *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall*. Berlin, 2000. № 5. P. 674–680.
11. Berger C., Lohaus J., Wittner A., Schäfers R.. Zustand der Kanalisation in Deutschland. *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall*. Berlin, 2005. № 3. P. 302–311.
12. Abwasserrohrsysteme. Neubrandenburg: Hobas Rohre GmbH, 2013. 10 p.
13. Гончаренко Д. Ф., Гуділін Р. І. Технологія відновлення каналізаційних колекторів неглибокого залягання з використанням клінкерної цегли. *Ефективні технології в будівництві: тези доп. IV міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Київ, 27-28 бер. 2019 р.)*. Київ, 2019. С. 57–58.

14. Гончаренко Д. Ф., Казимагомедов И. Э., Алейникова А. И., Гудилин Р. И. Исследования и выбор состава раствора для устройства сводовой части восстанавливаемого канализационного коллектора. *Науковий вісник будівництва*. Харків, 2019. Вип. 1(95). С. 107–112.

---

---

Гуділін Роман Іванович, аспірант кафедри технології будівельного виробництва Харківського національного університету будівництва та архітектури. Тел.(057) 700-02-40. E-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua.

Gudilin Roman Ivanovich postgraduate student of the Department of Construction Technologies of Kharkiv National University of Construction and Architecture Тел.(057) 700-02-40. E-mail: gonch@kstuca.kharkov.ua.

Статтю прийнято 24.06.2019 р.