

**Н.В. Шарикіна**, Аспірант кафедри технології будівельного виробництва

ORCID: 0000-0002-9778-378X, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ.

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Анотація.** В статті проаналізовано технології відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій, розглянуто їх переваги та недоліки.

Для ремонту незначних за обсягом пошкоджень застосовують технологію відновлення вручну, з допомогою шпателя або терки. Влаштування захисного шару на вертикальних поверхнях можна здійснити з використанням вібраційного щита. Поширеним способом ремонту залізобетонних конструкцій є метод торкретування, де ремонтну суміш наносять на поверхню під тиском з використанням торкрет установки. Також розглянуто спосіб ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій вкладанням в опалубку ремонтної суміші, що дає можливість відновити значні за об'ємом пошкодження конструкцій.

Аналізом науково-технічної літератури встановлено, що широкий вибір технологій для ремонту та відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій дозволяють виконувати роботи на вертикальних та верхніх площинах горизонтальних поверхонь. При цьому, технології які можна застосовувати при відновленні нижніх поверхонь горизонтальних конструкцій фактично відсутні, а ті які є, складні та трудомісткі. Саме тому необхідно вдосконалити, або розробити та науково обґрунтувати нові технологічні підходи до виконання зазначених робіт.

**Ключові слова:** бетонні; залізобетонні конструкції; технології; ремонт; ремонтний розчин.

**Постановка проблеми.** На сьогодні бетон та залізобетон найпоширеніші будівельні матеріали. Його параметри, а саме: міцність, стійкість, практичність, довговічність і т. ін. задовольняють більш ніж інші будівельні матеріали. Під впливом зовнішнього середовища, механічних пошкоджень, використання неякісних будівельних матеріалів, недотримання чіткого технологічного регламенту виконання робіт, а також у результаті помилок при проектуванні, залізобетонні конструкції будинків та споруд руйнуються. В результаті чого такі конструкції не відповідають вимогам нормативних документів і, отже, втрачають своє функціональне призначення. Пошкодження в залізобетонних спорудах поділяють по характеру впливу на несучу здатність на три групи [9, 17]:

I група – пошкодження, що практично не знижують міцність та довговічність конструкції.

II група – пошкодження, що знижують довговічність конструкції.

III група – пошкодження, що знижують несучу здатність конструкції.

Розрізняють два види ремонту залізобетонних конструкцій в залежності від характеру та глибини пошкоджень [9]:

– неконструкційний – ремонт поверхневих дефектів для відновлення захисного шару бетону (пори, каверни, тріщини шириною розкриття до 0.2 мм).

– конструкційний – відновлення несучої здатності залізобетонних конструкцій (відколи, вибоїни, оголення арматури, тріщини **Ошибка! Ошибка связи.** розкриття більше 0.2 мм).

Важливою задачею, що постає при відновленні залізобетонних конструкцій, є вибір системних рішень в яких сукупність матеріалів та технологія їх нанесення дасть можливість забезпечити довговічність відремонтованих конструкцій.

Згідно з ДСТУ Б В.3.1-2:2016 "Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд" [3] для ремонту та підсилення залізобетонних конструкцій в залежно-

сті від основного їх призначення з урахуванням виду старого бетону можуть використовувати:

– конструкційний бетон на щільних чи пористих заповнювачах, а також розчини на цементному в'язучому;

– спеціальний бетон: теплоізоляційний, жаростійкий, хімічно стійкий, пружний, декоративний, радіаційно-захисний, цементно-полімерний, полімербетон, бетон на цементі, що розширюється;

– сухі будівельні суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-126.

Відновлення захисного шару проводиться нанесенням ремонтної суміші методом бетонування набризком, сухе чи мокре торкретування, а при підсиленні конструкцій – методом оббетонування (влаштуванням залізобетонної обойми) та торкретування.

Стандарт 1504 "Продукти та системи для захисту і ремонту бетонних конструкцій" [19], що діє у країнах Європи, чітко описує всі процеси відновлення та захисту бетонних та залізобетонних конструкцій, що включають: діагностику причин пошкоджень, технічні вимоги до матеріалів, технічні вимоги до ремонту, визначення загальних правил до застосування матеріалів для ремонту бетону та контроль якості робіт. Для відновлення геометрії бетонних та залізобетонних конструкцій стандарт визначає такі методи: нанесення розчину вручну, відновлення наливними сумішами, нанесення бетонної розчинної суміші методом набризку.

Відповідно до вітчизняних та європейських стандартів, ремонт бетонних та залізобетонних конструкцій виконують трьома основними способами, а саме: нанесення на пошкоджену поверхню ремонтного розчину вручну, методом набризку та відновлення геометрії конструкції наливними сумішами методом вкладання ремонтного розчину в опалубку.

**Мета статті.** До виконання досліджень методів ремонту пошкоджених залізобетонних конструкцій потрібно провести аналіз науково-технічної літератури для виявлення обґрунтованих результатів наук-

ових досліджень та проаналізувати відомі технології ремонту залізобетонних конструкцій, визначивши їх переваги та недоліки.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідженням технології ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій нанесенням на пошкоджені поверхні ремонтного розчину вручну (рис. 1) займалися такі вчені: Карапузов Є. К., Соха В. Г., Агеев А. О., Коваленко О. В., Jure Franciskovic, Boris Miksic, Ivan Rogan, Mijo Tomićić [1, 6, 7, 21] та інші. Технологія відновлення залізобетонних конструкцій включає такі процеси: підготовку поверхні під відновлення, а саме видалення з поверхні пошкодженого крихкого шару бетону та очищення її від пилу та бруду; визначення стану оголеної арматури та її очищення від продуктів корозії, за потреби, нанесення антикорозійного та контактного покриття; влаштування відновлювальних шарів, де приготований ремонтний розчин наноситься на місця пошкодження за допомогою шпателя або терки. За потреби, на завершальному етапі, виконують нанесення захисних покриттів.

Перевагою відновлення залізобетонних конструкцій з використанням ручного інструменту є можливість ремонту незначних за площею та об'ємом пошкоджень, не використовуючи механізованого обладнання. Недоліком даного способу є висока трудомісткість та тривалість виконання робіт в разі великих обсягів пошкодження залізобетонних конструкцій.

Спосіб ремонту конструкцій, що скорочує час ремонтних робіт шляхом зменшення часу набору міцності ремонтного матеріалу розробили Ремізов В. В., Алексєєв С. З., Кисленко Н. М., Мотін М. В., Волгушев О. М., Васильєв Ю. Е., Котлярський Е. В., Міронов М. М., Додхоев І. І., Соловійов М. Є. [13].

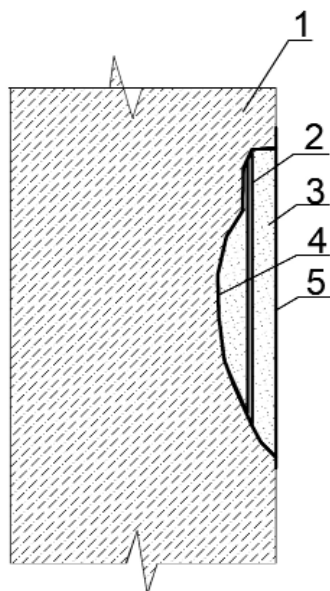


Рис. 1. Принципова схема технології ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій нанесенням на пошкоджені поверхні ремонтного розчину вручну.

- 1 – пошкоджена конструкція; 2 – арматура;
- 3 – ремонтний розчин; 4 – контактний шар;
- 5 – захисне покриття.

Спосіб полягає у видаленні пошкодженого бетону з дефектної ділянки, яку потім прогривають до температури +120 °С на глибину до 20 мм та наносять на її поверхню ґрунтовку з сірчаного в'язучого розігрітого до температури +130 °С. Відновлювальну ділянку в один прийом заповнюють ремонтною сумішшю, розігрітою до температури +140 °С, та проводять ущільнення постукуванням гарячою металевою або дерев'яною кельмою. Після ущільнення виконують розрівнювання поверхні нанесеного матеріалу в рівень з відновлювальною конструкцією. (Ремонтна суміш має такий склад: сірчане в'язуче 25%, мінеральний наповнювач 75%. При глибині дефектної ділянки 0,12 м максимальний розмір зерна наповнювача становить не більше 0,036 м). Перевагою даного способу є можливість почати експлуатацію через 1,5 години після завершення робіт, а недоліком – енергозатрати на розігрів, що веде до збільшення вартості ремонтних робіт, та висока трудомісткість і тривалість виконання робіт в разі великих обсягів пошкодження залізобетонних конструкцій.

Сисоєва Н. А. та Сисоєв А. К. займалися відновленням захисного шару з додаванням прискорювача твердіння [11]. Поверхні конструкції, що підлягають ремонту, ретельно очищують та щіткою або валиком, наносять водний розчин прискорювача твердіння. При ремонті залізобетонних конструкцій бажано застосовувати прискорювач твердіння з пасивувальними властивостями. Після технологічної перерви протягом 30 хвилин щіткою або валиком наносять ґрунтовочний контактний шар (портландцемент, мікрокремнезем, суперпластифікатор, кремнійорганічний розчин, чи його водну емульсію та воду) з його витриманням протягом 5 – 30 хвилин. В подальшому наносять основний бетонний шар, де

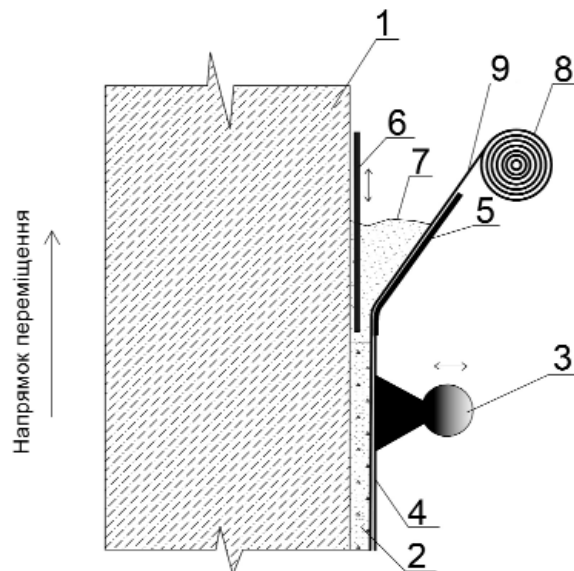


Рис. 2. Принципова схема технології ремонту та нарощування захисного шару на вертикальних поверхнях з використанням вібраційного щита.

- 1 – пошкоджена конструкція; 2 – дрібнозернистий бетон;
- 3 – поверхневий вібратор; 4 – вертикальний щит ковзної опалубки; 5 – завантажувальний бункер; 6 – вібропластина; 7 – дрібнозерниста бетонна суміш; 8 – бобіна з повітро-водонепроникною плівкою; 9 – повітро-водонепроникна плівка.

уцільнення на горизонтальній поверхні виконують за допомогою віброрейки. Вкладання бетонного шару на вертикальну поверхню виконують в опалубку або за допомогою пластинчатих вібраторів.

Перевагою способів ремонту з використанням прискорювачів твердіння є підвищені фізико-механічні якості захисного шару. Недоліком можна вважати дотримання часових рамок пошарового нанесення кожної з сумішей, що підвищує трудовитрати на час виконання робіт.

Технологію ремонту та влаштування захисного шару на вертикальних поверхнях (рис. 2) досліджували Жолобов О. Л., Духанін П. В., Айрапетов Г. А., Белецький Б. Ф., Панченко А. І. [4, 5, 10] та інші.

Спосіб відновлення та нарощування захисного шару бетону полягає в нанесенні бетонної суміші на пошкоджену поверхню та її поверхневе ущільнення з застосуванням вібраційного щита. Ремонтний розчин заповнює простір між поверхнею залізобетонної конструкції та вібраційним щитом одночасно з поверхневим ущільненням ремонтної суміші здійснюється і глибинне ущільнення в зоні контакту з поверхнею конструкції вібруючою пластиною, яку переміщують вверх з швидкістю 1 – 30 мм/с паралельно вібраційному щиту. Для кращого ущільнення шару бетону суміш перед нанесенням на поверхню розігрівають до температури +40 – +80 °С. До початку твердіння ремонтного розчину на відновлену поверхню вкладають водонепроникну плівку з-під якої видаляють повітря, що дає можливість створити вологі умови, для кращого процесу набору міцності. Відновлений фрагмент витримують під плівкою 12 – 96 годин, після чого плівку знімають.

Внаслідок таких технологічних заходів підвищується міцність зчеплення, корозійна стійкість та водонепроникність відновлювальної поверхні залізобетонної конструкції.

Недоліком даного способу відновлення можна вважати додаткові витрати на розігрів бетонної суміші чи поверхневого шару, що призводить до підвищених енергозатрат та збільшення вартості ремонтних робіт, а також складне технологічне обладнання необхідне для виконання робіт.

Згідно з аналізом науково-технічної літератури поширеним способом ремонту залізобетонних конструкцій є метод торкретування (рис 3) [2, 8, 14, 16, 18]. На сьогодні торкретування проводиться двома основними методами: мокрим та сухим. Відмінність цих методів полягає в відповідному стані заповнювача, що використовується при змішуванні з водою чи водними розчинами хімічних добавок, які впливають на консистенцію та вологість ремонтної суміші, а також на спосіб транспортування до місця використання. До підготовчих робіт даної технології відноситься попереднє очищення поверхні від забруднень та видалення нестійких, крихких частин бетону. При цьому, гладкій бетонній поверхні потрібно надати шорсткості з метою збільшення міцності зчеплення ремонтної суміші з основою. При зруйнованому захисному шарі оголену арматуру потрібно очистити від бруду та іржі, а бетонну поверхню, перед нанесенням ремонтного розчину, продувають та промивають спеціальними установками. За потреби, для збільшення міцності покриття, ремонтний розчин наносять на металеву сітку, яка з'єднується зі старим бетоном штирями (шипями). Ремонтну суміш наносять на поверхню під тиском з використанням торкрет установки.

Перевагою способу торкретування є можливість ремонтувати великі площі пошкоджень; подача ремонтного розчину на великі відстані; простота технологічного обладнання; використання на вертикальних та похилих поверхнях. Проте проаналізований спосіб має і недоліки, а саме: втрати ремонтного

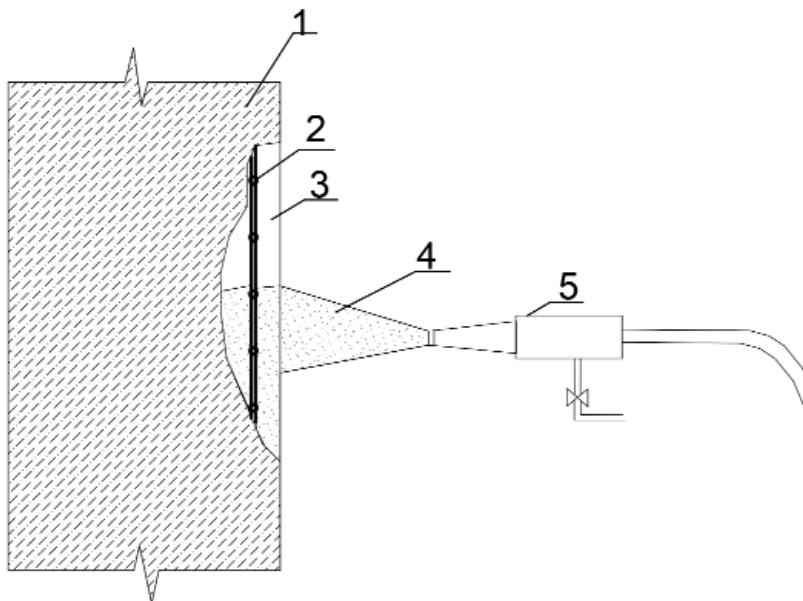


Рис. 3. Принципова схема ремонту методом торкретування.  
1 – відновлювальна конструкція; 2 – оголена арматура; 3 – зруйнована частина;  
4 – ремонтний торкрет розчин; 5 – сопло торкрет установки

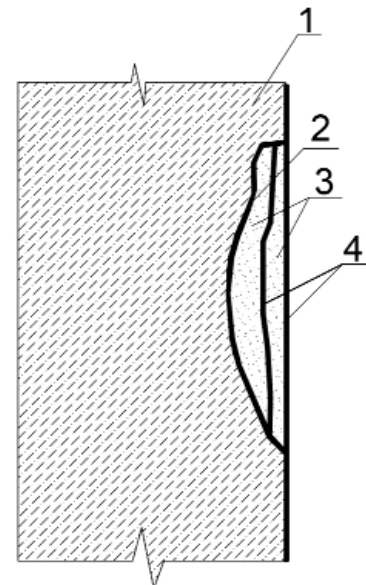


Рис. 4. Принципова схема ремонту конструкції на основі поєднанні полімерних та мінеральних шарів.  
1 – відновлювальна конструкція; 2 – праймючий шар полімерного розчину; 3 – шар торкрет-бетону;  
4 – шар полімеррозчину

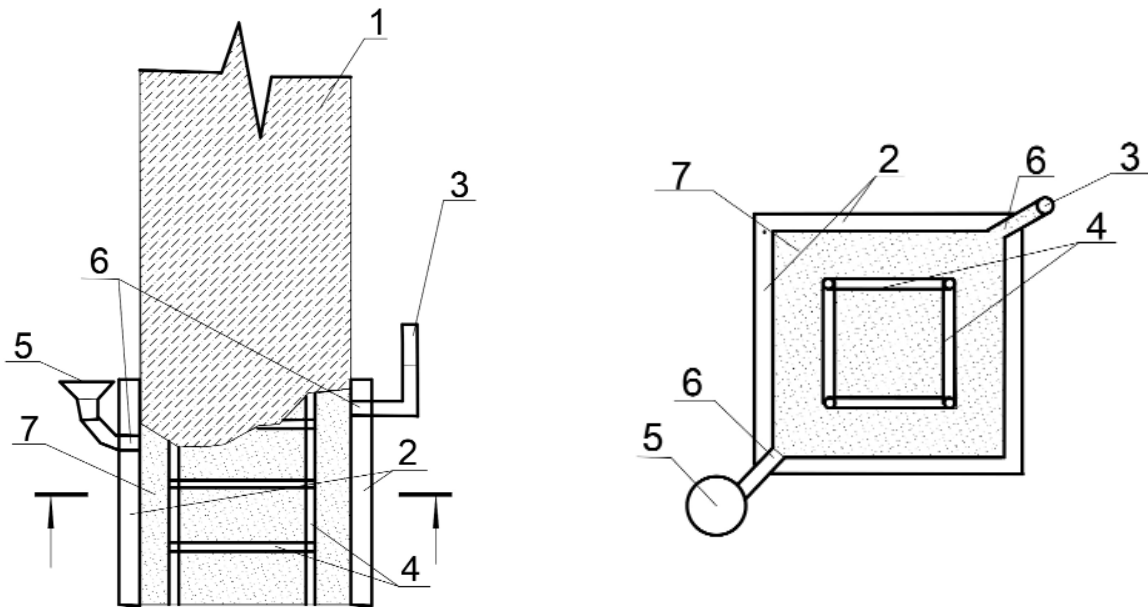


Рис. 5. Принципова схема відновлення конструкції способом вкладання ремонтної суміші в опалубку.  
 1 – відновлювальна конструкція; 2 – опалубка; 3 – патрубок для виходу повітря; 4 – оголена арматура; 5 – лійка для заливання ремонтного розчину; 6 – отвори в опалубці; 7 – ремонтний розчин

розчину за рахунок відскоку від основи, та при сухому методі торкретування, високе пилоутворення, що негативно впливає на навколишнє середовище та здоров'я робітників. Крім того, відремонтована поверхня має шороховату фактуру, що впливає на зовнішній вигляд конструкції та її архітектурну виразність.

Технологією відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій, що основані на поєднанні полімерних та мінеральних шарів (рис. 4) займалися: Олійник С. П., Ляшенко Т. В., Пукас М. Д., Гара А. О., Шаршунов А. Б., Дехтяр О. О. [12] та інші. Спосіб включає нанесення на підготовлену поверхню почергово полімерних та мінеральних шарів. В зоні дефекту рівномірним шаром товщиною 2 – 5 мм наносять епоксидний композит, поверх нього наносять шар торкрет бетону до 40 мм, який покривають шаром полімерного композиту, внаслідок чого шари об'єднуються у монолітний ремонтний конгломерат. Частинки торкрет бетону проникають у шар полімерного композиту та сприяють виникненню екзотермічного ефекту в полімерних шарах, що покращує структуру ремонтного матеріалу та підвищує адгезійні властивості конструктивних шарів. Запропонований спосіб поліпшує умови твердіння цементно-піщаного торкрет бетону та скорочує термін введення конструкції в експлуатацію, а поширене заповнення зони пошкодження дозволяє ремонтувати дефекти різних розмірів. Недоліком даного способу є складна технологія поширеного нанесення ремонтного розчину, що призводить до підвищення трудомісткості робіт, застосування спеціального обладнання для торкретування, та необхідність дотримання часових рамок при проведенні робіт, що збільшує собівартість відновлювальних робіт. Даний спосіб підходить для відновлення великих поверхонь і економічно не доцільний для малих зон пошкоджень.

Одним із способів відновлення залізобетонних конструкцій є метод "Тіролін", що полягає в нане-

сенні розчинів різних консистенцій з використанням форсунок та лопастей, що обертаються [16]. Розчин на стіну наноситься краплями, не подрібненими повітрям при розпиленні. Перевагами такого способу є те, що розчин попередньо змішується, і його можна точно дозувати, а також вводити добавки відповідно до рецептури. Швидкість удару при нанесенні настільки велика, щоб утворювався відскок, а також не порушується зчеплення, як при роботі з розрівнюванням ремонтної суміші вручну. Недоліками такого способу є: низька міцність зчеплення відновлювального шару розчину з поверхнею пошкодженої конструкції, недостатня водонепроникність та корозійна стійкість відремонтованої ділянки.

Спосіб ремонту бетонних та залізобетонних конструкцій вкладанням в опалубку ремонтної суміші використовується для відновлення значних об'ємів пошкоджень конструкції. Опалубна конструкція встановлюється на певній відстані від існуючої конструкції (при ремонті збільшує поперечний переріз конструкції та одночасно підсилює її), або безпосередньо по відновлювальних гранях конструкції [20, 22, 23]. Подача високорухливого бетонної суміші здійснюється через отвори, або через спеціальні муфти в опалубці, куди розчин нагнітається бетононасосом.

Відновленням залізобетонних конструкцій способом вкладання в опалубку займалися: Савицький А. Н., Пшинько А. Н., Савицький Н. В. [15], застосовуючи безсадкову бетонну суміш наливного типу (рис 4). Підготовка бетонної поверхні та армування аналогічна до тих, що описані в попередніх технологіях. При цьому, обов'язковим є зволоження поверхні. Приготовану бетонну суміш вкладають в опалубку, яка повинна бути надійно закріплена та витримала тиск на стінки після вкладання ремонтного розчину. Стилки опалубки потрібно зачеканити для запобігання витіканню суміші. У верхній частині опалубки на протилежних гранях влаштовують отвори, в які встановлюють патрубки та виводять на 150...200

мм вище верхнього рівня відновлювальної ділянки. Вкладання бетонної суміші проводиться через лійку, вставлену в один із патрубків, інший патрубок призначений для виведення повітря та контролю наповнення опалубки. Ремонтний розчин подають поступово, не ущільнюючи вібруванням та штикуванням, та тільки з одного боку, для запобігання защемленню повітря в опалубці та утворенні пустот. Важливо, щоб бетонна суміш повністю заповнила простір між опалубкою та конструкцією. Знімається опалубка не раніше ніж за одну добу після вкладання. Відремонтовану ділянку бажано захистити від втрати вологи, внаслідок випаровування води, такі заходи можна здійснити зрошуючи відновлену поверхню водою, укриваючи вологою мішковиною або обробкою спе-

ціальними плівкоутворювальними сумішами.

**Висновки.** Відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій є актуальною задачею, вирішення якої займаються багато вчених. Але проблема ремонту залізобетонних конструкцій залишається відкритою, оскільки ефективні способи відновлення мають високі техніко-економічні показники, а технології відновлення нижніх поверхонь горизонтальних конструкцій майже відсутні. Саме тому, розробка нових або вдосконалення технологій ремонту, що вже існують, та відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій які забезпечать достатню якість та довговічність відновленої конструкції, та при цьому матимуть низькі техніко-економічні показники виконання робіт, є актуальною задачею.

#### Література

1. Агеев А. О. *Відновлення залізобетонних гідротехнічних споруд меліоративних систем методом конструкційного ремонту: дис. кандидата техн. наук: 06.01.02 / Агеев Андрій Олександрович – К., 2016 – 184 с.*
2. Галушко В. А. *Технологические основы инновации при ремонте и восстановлении зданий: дис. доктора. тех. наук: 05.23.08 / Галушко Валентина Александровна; Одесская гос. ак. стр. и арх. О – 2013.*
3. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 *Ремонт і підсилення несучих і огороджувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.* Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2017. – 72 с.
4. Духанин П. В. *Совершенствование технологии ремонта железобетонных конструкций городских канализационных очистных сооружений: дис. кандидата техн. наук: 05.23.08 / Духанин Петр Васильевич; Ростовский гос. строй. ун-т. – Ростов-на-Дону – 2001.- 137 с.*
5. Жолобов А. Л., Иванникова Н. А., Духанин П. В. "Восстановление и наращивание защитного слоя бетона на наружных поверхностях ограждающих конструкций" / А. Л. Жолобов, Н. А. Иванникова, П. В. Духанин // *Промышленное и гражданское строительство.* – 2012. вып. № 8. 37-39 с.
6. Карапузов Є. К. *Система матеріалів Ceresit ПЦБ для ремонту та захисту бетону / Є. К. Карапузов, О. М. Муляр // Будівельні матеріали і вироби: всеукраїнський науково – технічний виробничий журнал. – К.: ДП НДІБМВ, 2012. – №1 (72). – 34 – 37 с.*
7. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є., *Матеріали і технології в сучасному будівництві. Підручник. 2004*
8. Козерема М. М. "Коррозия железобетона и его восстановление торкретированием" / Козерема М. М. // *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2008. – Вып. 78. – с. 245-258.*
9. ООО *Научно-исследовательская лаборатория "СТРОЙМАТЕРИАЛЫ" ОДМ 218.3.100-2017 / Рекомендации по применению материалов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений.*
10. Патент № 2183713 *Российская федерация МПК E04G23/02 "Способ восстановления и наращивания защитного слоя бетона на вертикальных поверхностях железобетонных конструкций" / Жолобов А. Л.; Духанин П. В. Заявитель Ростовский государственный строительный университет. № 2000118462/03; заявл. 11.07.2000; опубл. 20.06.2002*
11. Патент № 2307815 *Российская Федерация МПК E04G23/02, C04B41/52, C04B41/52. "Способ восстановления или нанесения защитного слоя на бетонные и железобетонные поверхности" / Сысоева Н. А., Сысоев А. К.; заявитель и патентообладатель Сысоева Н. А., Сысоев А. К*
12. Патент № 26905 *Украина. МПК E04G 23/00 "Способ ремонту будівельних конструкцій". / Ляшенко Т. В., Гара А. О., Шаршунов А. Б., Дехтяр О. О., Олійник С. П., Пукас М. Д. Опубл. / – 10.10.2007.*
13. Патент № 003910 *Евразийское патентное ведомство. МПК E01C 7/35, 23/06 E 04G 23/00 C 04B 28/36 "Способ ремонта бетонных покрытий и конструкций". / Научно – исследовательский институт материалов и конструкций при московском автомобильно-дорожном институте (Государственном техническом университете); общество с ограниченной ответственностью "Научно – исследовательский институт природных газов и газовых технологий – ВНИИГАЗ" / Ремизов В. В., Алексеев С. З., Кисленко Н. Н., Мотин Н. В., Волгушев А. Н., Васильев Ю. Э., Котлярский Э. В., Миронов Н. Н., Додхоев И. И., Соловьев Н. Е. Опубл. / – 30.10.2003*
14. Русанов В. Е. "Эффективность применения фибробрызгбетона в мосто и тоннелестроении" / В. Е. Русанов // *Вестник СибАДИ.* – Омск 2012 вып. № 5 (27) 172 – 175 с.
15. Савицкий А. Н., Пишинько А. Н., Савицкий Н. В. "Технология ремонта железобетонных конструкций высокоподвижными ремонтными смесями" / А. Н. Савицкий, А. Н. Пишинько, Н. В. Савицкий // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.* – 2006. – вып. 37. – 431 – 437 с.
16. С. Чемпион. "Дефекты и ремонт бетонных и железобетонных сооружений": *Сокращенный пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1967. – 152с.*
17. Технологический филиал ОАО "Концерн Росэнергоатом" совместно с ООО "ИСБ "Надежность". / *Руководство по ремонту бетонных, железобетонных конструкций и гидротехнических сооружений атомных станций. РУ 1.2.1.14.001-2012*
18. Фам Дик Тханг, Булгаков Борис Игоревич, Танг Ван Лам "Применение мелкозернистого торкрет – бетона для строительства туннелей" / Фам Дик Тханг, Булгаков Борис Игоревич, Танг Ван Лам // *Вестник МГСУ 2016 – вып. № 07, – 81 – 90 с.*

19. EN 1504 "Product and system for the protection and repair of concrete structures – Defines the general principles for the use of products and systems, for the repair and protection of concrete" – Was approved by CEN on 2 June 2005. – 214 p.
20. Jorge Alfredo Aguilar Case studies of rehabilitation of existing reinforced concrete buildings in Mexico city: thesis / Jorge Alfredo Aguilar; the university of Texas at Austin. – december, 1995 – 259 p.
21. Jure Franciškovi?, Boris Mikšič?, Ivan Rogan, Mijo Tomičič?. Protection and repair of reinforced concrete structures by means of MCI- inhibitors and corrosion protective materials / Jure Franciškovi?, Boris Mikšič?, Ivan Rogan, Mijo Tomičič? Innovative materials and technologies for concrete structures – September 2007 – 525 p.
22. Mohamed Abd Elmoneam Zaky. Repair and Strengthening of Reinforced Concrete / Mohamed Abd Elmoneam Zaky; Ain Shams University Faculty of Engineering Structural Eng. Dept. – June, 2013 – 82 p.
23. Ruili He. Rapid repair of severely damaged RC columns under combined loading of flexure, shear, and torsion with externally bonded CFRP / Ruili He – Dissertation doctor of philosophy in civil engineering – 2014 – 333 p.

### References

1. Aheyev A. O. (2016). Rehabilitation of reinforced concrete hydrotechnical structures of reclamation systems by method of structural repair. Ph.D. Thesis. Agricultural reclamation. Natsionalna akademiya ahrarnykh nauk Ukrayiny Instytut vodnykh problem i melioratsiyi, Kiev, Ukraine.
2. Galushko V.A. (2013). Technological bases of innovations at repair and restoration of buildings: Ph.D. Thesis. Odessa State academ construction and architecture.
3. DSTU B V.3.1-2: 2016 (2017). Repair and reinforcement of bearing and enclosing building constructions and foundations of buildings and structures. Kyiv. UkrNDNTS.
4. Dukhanin P. V. (2001). Improving the technology of repair of reinforced concrete structures of urban sewage treatment plants. Ph.D. Thesis. Technology and organization of construction. Rostovskiy gosudarstvennyj stroitel'nyj unyversytet, Rostov-na-Donu, Russia.
5. Zholobov A. L., Ivannikova N. A., Dukhanin P. V. (2012) Restoration and construction of the protective layer of concrete on the external surfaces of the enclosing structures Industrial and civil engineering. no. 8. 37-39 p.
6. Karapuzov E.K. (2012). System of materials for the repair and protection of concrete of Seresit PCB / E.K. Karapuzov, A.M. Mulyr, Building materials and products: All-Ukrainian scientific and technical production magazine, vol. 1 (72). 34 – 37 p.
7. Karapuzov E.K., Sokha V.G., Ostapchenko T.E., (2004). Materials and technologies in modern construction. Textbook.
8. Kozherema M. M. (2008). Corrosion of Reinforced Concrete and its Restoration by Shotcasting. Geotechnical Mechanics Dnepropetrovsk. IGTM NASU. vol. 78, 245-258 pp.
9. Research Laboratory BUILDING MATERIALS ODM 218.3.100. (2017). Recommendations for the use of materials for the repair of concrete and reinforced concrete constructions of transport facilities.
10. Zolobov A. L.; Dukhanin P. V. (2002). Method of restoration and building up of protective layer of concrete on vertical surfaces of reinforced concrete structures. Patent № 2183713 MPK E04G23 / 02 Applicant Rostov State University of Civil Engineering, Russian Federation.
11. Sysoeva N. A., Sysoev A. K. A method of restoring or applying a protective layer to concrete and reinforced concrete surfaces. Patent No. 2307815 IPC E04G23/02, C04B41/52, C04B41/52. Russian Federation.
12. Lyashenko T. V., Gara A. O., Sharsunov A. B., Dekhtyar O. O., Oleinik S.P., Pukas M. D (2007). A method of repair of building structures. Patent No. 26905. Ukraine.
13. Remizov V. V. Alekseev S. Z. Kislenko N. N. Motin N. V., Volgoshv A. N. Vasiliev Yu.E. , Kotlyarsky E. V., Mironov N. N., Dodhoyev I. I., Solov'ev N. E. (2003). Method of repairing concrete coatings and structures. Patent No. 003910 of the Eurasian Patent. MIIK E01C 7/35, 23/06 E 04G 23/00 C 04B 28/36.
14. Rusanov V. E. (2012). Effectiveness of the use of fibroblastic concrete in bridge and tunnel construction. Vestnik SibADII. Omsk. vol 5. no. 27. pp 172 – 175.
15. Savitsky A. N., Pshin'ko A. N., Savitsky N. V., (2006). Technology of repair of reinforced concrete structures with high-performance repair mixtures. Construction. Material science. Mechanical engineering. Series: Innovative technologies of the life cycle of objects of housing. civil industrial and transport purposes. vol 37. 431 – 437 pp.
16. S. Champion. (1967). Defects and Repair of Concrete and Reinforced Concrete Buildings. Abbreviated translation from english. Stroyizdat. 152p.
17. Technological branch of OJSC Concern Rosenergoatom together with LLC ISB "Nadezhnost".(2012). Guide for repair of concrete, reinforced concrete structures and hydraulic structures of nuclear power plants. Russia.
18. Fam Dick Thang, Bulgakov B. I., Tang Van Lam (2016). Application of fine grained concrete for construction of tunnels. Bulletin of the Moscow State University of Medical Sciences. vol. 07. 81 – 90 pp.
19. EN 1504 (2005). Product and system for the protection and repair of concrete structures – Defines the general principles for the use of products and systems for the repair and protection of concrete. 214 pp..
20. Jorge Alfredo Aguilar (1995). Case studies on the rehabilitation of existing reinforced concrete buildings in Mexico city. Ph.D. Thesis. The university of Texas at Austin. 259 pp.
21. Jure Franziskovi?, Boris Mikšič?, Ivan Rogan, Mijo Tomičič?. (2007). Protection and repair of reinforced concrete structures by means of MCI-ingibitors and corrosion protective materials. Innovative materials and technologies for concrete structures. 525 p.
22. Mohamed Abd Elmoneam Zaky. (2013). Repair and Strengthening of Reinforced Concrete. Ain Shams University Faculty of Engineering Structural 82 pp.
23. Ruili He. (2014). Rapid repair of severely damaged RC columns under combined loading of flexure, shear, and torsion with externally bonded CFRP. PhD Thesis. 333pp.

**Н.В. Шарькина**, Аспирант кафедры технологии строительного производства  
 ORCID: 0000-0002-9778-378X, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Аннотация.** В статье проанализированы технологии восстановления бетонных и железобетонных конструкций, рассмотрены их преимущества и недостатки.

Для ремонта незначительных по объему повреждений применяют технологию восстановления вручную, с помощью шпателя или терки. Устройство защитного слоя на вертикальных поверхностях можно осуществить с использованием вибрационного щита. Распространенным способом ремонта железобетонных конструкций является метод торкретирования, где ремонтную смесь наносят на поверхность под давлением с использованием торкрет установки. Также рассмотрены способ ремонта бетонных и железобетонных конструкций укладкой в опалубку ремонтной смеси, что позволяет восстановить значительные по объему повреждения конструкций. Анализом научно-технической литературы установлено, что широкий выбор технологий для ремонта и восстановления бетонных и железобетонных конструкций позволяют выполнять работы на вертикальных и верхних плоскостях горизонтальных поверхностей. При этом, технологии которые можно применять при восстановлении нижних поверхностей горизонтальных конструкций фактически отсутствуют, а те которые есть, сложные и трудоемкие. Именно поэтому необходимо усовершенствовать, или разработать и научно обосновать новые технологические подходы к выполнению указанных работ.

**Ключевые слова.** бетонные, железобетонные конструкции; технологии; ремонт; ремонтный раствор.

**Sharykina Natalia**, Post-graduate student of the department of technology of construction production  
 ORCID: 0000-0002-9778-378X  
 Kiev National University of Construction and Architecture, Kyiv

### TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE REPAIR OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

**Annotation.** The article analyzes the technology of restoration of concrete and reinforced concrete structures, their advantages and disadvantages.

Manual repair is used to repair minor damage, where repair solution is applied to the damage sites with a spatula or float. The method of repair of structures that reduces the time of repair work, is to use such technological methods as heating the repair section and preliminary heating of the repair mixture. The technology of repair and the installation of a protective layer on vertical surfaces is the use of a vibration shield, where the surface and deep sealing of the repair mixture is carried out simultaneously. A common method of repairing reinforced concrete structures is the method of shotcrete, where the repair mixture is applied to the surface under pressure using a shotcrete installation. The "Tiroline" method consists in applying solutions of various consistencies using rotating nozzles and blades. The method of repairing concrete and reinforced concrete structures by investing in the formwork of the repair mixture is used to restore large volumes of structural damage. Formwork design is installed at a certain distance from the existing structure, which allows you to simultaneously strengthen it, or directly along the reducing edges of the structure. In the formwork serves repair solution through the holes, or through special couplings, where the solution is injected with a concrete pump

Analysis of the scientific and technical literature has established that a wide choice of technologies for the repair and restoration of concrete and reinforced concrete structures allows work to be performed on vertical and upper planes of horizontal surfaces. At the same time, technologies that can be used to restore the lower surfaces of horizontal structures are virtually absent, and those that are complex and labor intensive. That is why it is necessary to improve or develop and scientifically substantiate new technological approaches to the implementation of these works.

**Keywords:** concrete; reinforced concrete; structures; technologies; repair; repair mortar.