

УДК: 624.012.45

DOI: 10.20535/iwccmm2025327474

СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ОГОЛЕНОЇ ІРЖАВОЇ АРМАТУРИ В БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Данієлла КОНДРАТЮК,

Студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського

kondratiukdaniella@gmail.com

Дмитро МОНЖЕРАН,

Аспірант

КПІ ім. Ігоря Сікорського

info@rbst.pro

Олексій СІКОРСЬКИЙ,

К.т.н., ст. викладач

КПІ ім. Ігоря Сікорського

o.sikorsky@kpi.ua

Анотація. У статті представлено детальний науковий огляд сучасних технологій та методів відновлення оголеної іржавої арматури в бетонних конструкціях, які зазнали корозійних процесів внаслідок агресивного зовнішнього середовища або недотримання технологій під час будівництва. Розглянуто ефективність механічного очищення поверхні арматури, хімічної обробки із використанням кислотних складів, застосування інгібіторів корозії органічного та неорганічного походження, впровадження електрохімічного (катодного) захисту із застосуванням зовнішніх джерел струму та використання спеціалізованих ремонтних розчинів, що забезпечують захисний шар навколо арматури. Надано обґрунтовану оцінку переваг, недоліків, сфер доцільного застосування кожного з методів із урахуванням експлуатаційних умов, довговічності, економічної доцільності та технічної складності реалізації. Ілюстративний матеріал у вигляді схем і фото дозволяє візуалізувати ключові технологічні етапи втручання та сприяє формуванню цілісного уявлення про вибір оптимального підходу до ремонту та зміцнення конструкцій.

Ключові слова: арматура, бетон, відновлення конструкцій, електрохімічний захист, інгібітори, корозія

Вступ

Корозія арматури є одним із найбільш поширених і небезпечних процесів, що загрожують довговічності бетонних конструкцій [1]. Оголення арматури та поява іржі призводять до зниження несучої здатності, тріщиноутворення та передчасного зносу конструкцій (Рис. 1).



Рис. 1. Приклад оголеної іржавої арматури в залізобетонному мості до відновлення

Метою даного дослідження є систематизація сучасних методів відновлення іржавої арматури та аналіз їх ефективності з урахуванням економічних і технічних чинників [4].

Основні методи відновлення арматури

1. Механічне очищення. Механічне очищення передбачає видалення іржі за допомогою щіток, пікоструменевої обробки або шліфування [3]. Основні переваги: доступність, простота (Рис. 2). Недоліки: недостатня глибина очищення, ризик пошкодження арматури.



Рис. 2. Механічне очищення арматури від іржі смужкою шліфувального паперу

2. Хімічне очищення та інгібітори корозії. Хімічне очищення проводиться із застосуванням кислот або спеціальних гелів. Додатково застосовуються інгібітори, які сповільнюють подальшу корозію [2, 4] (Рис. 3).



Рис. 3. Нанесення однокомпонентного порошкового водорозчинного складу на основі цементу та інгібітору корозії

3. Електрохімічний захист (катодний захист). Метод передбачає подачу струму на арматуру для зупинки процесу окиснення [2]. Потребує спеціального обладнання, але забезпечує довготривалий ефект.

4. Використання ремонтних розчинів. Застосовуються спеціальні склади (полімерцементні, мінеральні), які мають гарну адгезію до очищеної арматури і забезпечують додатковий захист [3, 4] (Рис. 4).



Рис. 4. Завершальний етап відновлення із застосуванням полімерцементного розчину

Відомо, що на практиці існує багато різновидів руйнування поверхневого шару бетону з оголенням арматури, яка знаходиться в іржавому стані. Відмінності в оцінці складності подальшого ремонту можуть бути оцінені в

таких аспектах як: зручність доступу до ділянки, об'єм руйнування, терміновість виправлення пошкоджень, виділений бюджет, доступні засоби для очистки та матеріали для відновлення, тощо. Також у деяких випадках найважливішим фактором є максимальна швидкість обробки арматури та відновлення пошкодженої ділянки, наприклад у випадку термінового запуску руху транспорту через міст. Враховуючи вищеперераховані способи та методи відновлення іржавої арматури та існуючі було зведено в порівняльну таблицю, яку наведено нижче.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця методів

Метод очищення іржавої металевої арматури	Вартість методу	Ефективність	Складність впровадження	Довговічність
1	2	3	4	5
Механічне очищення	Низька	Середня	Низька	Низька
Хімічне очищення	Середня	Висока	Середня	Середня
Інгібітори корозії	Середня	Висока	Середня	Висока
Електрохімічний захист	Висока	Висока	Висока	Висока
Ремонтні розчини	Середня	Висока	Середня	Середня

Якщо виходити з довговічності ремонту бетонної конструкції, то варто обрати один із двох запропонованих в списку методів: застосування інгібіторів корозії або електрохімічний захист (див. табл. 1). Ці методи по вартості відносяться до середньої та високої відповідно. Найнижчу довговічність буде мати відновлення з механічним чищенням арматури від продуктів корозії. Це звичайно що у випадку без подальших застосувань додаткових хімічних засобів поверх зачищеної поверхні. Єдиною перевагою методу механічного очищення є те що це найлегший варіант робіт із запропонованих. Всі інші методи мають як переваги так і недоліки у впровадженні та повинні вибиратись після аналізу

фахівцями. Аналізуючи колонку ефективності видно, що найнижчу оцінку має метод механічної очистки.

ВИСНОВКИ

1. Корозія арматури є серйозною проблемою для бетонних конструкцій, що потребує своєчасного втручання [1].
2. Найефективнішим методом у довготривалій перспективі є електрохімічний захист, проте він потребує значних інвестицій [2].
3. Комбіноване використання механічного очищення та хімічних інгібіторів є оптимальним варіантом для більшості практичних застосувань [3, 4].
4. Необхідно враховувати умови експлуатації конструкції, доступність технологій та кваліфікацію персоналу [5].

Список використаної літератури

1. Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete*. Pearson Education. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/properties-of-concrete/P2000000004573>
2. Broomfield, J. P. (2007). *Corrosion of steel in concrete: Understanding, investigation and repair*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315153007>
3. Montgomery, F. R. (2002). *Concrete repair and maintenance illustrated*. RSMeans. <https://www.rsmeans.com>
4. Pylypchuk, O. I. (2018). *Suchasni tekhnolohii remontu betonnykh i zalizobetonnykh konstruksii*. Kyiv: Lira-K. [у друкованому вигляді]
5. Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. (2010). *DBN V.2.6-160:2010. Zakhyst budivelnnykh konstruksii vid korozii. Normy proektuvannia*. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53686

References

1. Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete*. Pearson Education. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/properties-of-concrete/P2000000004573>
2. Broomfield, J. P. (2007). *Corrosion of steel in concrete: Understanding, investigation and repair*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315153007>
3. Montgomery, F. R. (2002). *Concrete repair and maintenance illustrated*. RSMeans. <https://www.rsmeans.com>
4. Pylypchuk, O. I. (2018). *Suchasni tekhnolohii remontu betonnykh i zalizobetonnykh konstruksii*. Kyiv: Lira-K. [у друкованому вигляді]
5. Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. (2010). *DBN V.2.6-160:2010. Zakhyst budivelnnykh konstruksii vid korozii. Normy proektuvannia*. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53686

METHODS OF RESTORATION OF EXHAUSTED RUSTY REINFORCEMENT IN CONCRETE STRUCTURES

Daniela KONDRATYUK

Student,

Dmytro MONZHERAN

PhD student,

Oleksiy SIKORSKY

PhD, senior lecturer,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Abstract. *The article presents a detailed scientific review of modern technologies and methods for restoring exposed rusty reinforcement in concrete structures that have undergone corrosion processes due to aggressive external environments or non-compliance with technologies during construction. The effectiveness of mechanical cleaning of the reinforcement surface, chemical treatment using acidic compositions, the use of corrosion inhibitors of organic and inorganic origin, the introduction of electrochemical (cathodic) protection using external current sources and the use of specialized repair solutions that provide a protective layer around the reinforcement is considered. A substantiated assessment of the advantages, disadvantages, and areas of appropriate application of each of the methods is provided, taking into account operating conditions, durability, economic feasibility, and technical complexity of implementation. Illustrative material in the form of diagrams and photos allows you to visualize the key technological stages of intervention and contributes to the formation of a holistic idea of the choice of the optimal approach to the repair and strengthening of structures.*

Keywords: concrete, corrosion, electrochemical protection, inhibitors, reinforcement, structural restoration