

УДК: 624.012.45

DOI: 10.20535/iwccmm2025327477

ОГЛЯД ЗАСОБІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ІРЖАВОЇ АРМАТУРИ В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Аліна СУГОНЯКО,

Студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського

suhoniako.alina@lil.kpi.ua

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 розглянуто сучасні різновиди хімічних засобів для відновлення іржавої арматури в залізобетонних конструкціях. Проаналізовано їх хімічний склад, механізм дії, особливості застосування, зокрема щодо очищення, пасивації та формування захисного покриття арматури. Розглянуто принципи роботи засобів на основі ортофосфатів, танінів, лужних гідроксидних розчинів, а також цинкових сполук, що забезпечують ефективний катодний захист. Особливу увагу приділено технологічним аспектам підготовки поверхні, включаючи очищення від іржі, знежирення та знепилення. Проведено порівняльний аналіз засобів за критеріями хімічного складу, швидкості реакції, зручності нанесення, сумісності з бетоном і подальшим покриттям. У роботі наведено таблиці властивостей найбільш ефективних складів і проілюстровано основні етапи застосування. Визначено переваги та обмеження окремих груп засобів у контексті довготривалого захисту арматури в умовах експлуатації різного ступеня агресивності. Матеріали статті можуть бути використані як довідкова база для інженерів-будівельників, проєктантів, спеціалістів з технічного обстеження та відновлення конструкцій.

Ключові слова: бетон, гідроксиди, захист сталі, корозія арматури, пасивація, підготовка поверхні, фосфати, хімічні засоби

Вступ

Корозія арматури — одне з основних явищ, що скорочує термін експлуатації залізобетонних конструкцій, особливо в умовах підвищеної вологості, дії солей і кислот [1]. Згідно з останніми дослідженнями, близько

50% усіх пошкоджень залізобетону викликані корозійними процесами [5]. При виявленні іржі на відкритій арматурі необхідно застосовувати ефективні засоби для її стабілізації та захисту (див. рис. 1).



Рис. 1. Приклади оголеної іржавої арматури в залізобетонних конструкціях

Хімічні препарати, призначені для обробки арматури, умовно поділяються на знеіржувачі, пасиватори та покривні бар'єрні системи [2]. Вибір засобу залежить від стану арматури, умов експлуатації, кліматичної зони, типу бетонної конструкції та вимог до тривалості ефекту.

Основні типи засобів

1. Засоби на основі ортофосфатів

Фосфатні склади вступають у реакцію з іржею, утворюючи фосфати заліза, які створюють пасивний захисний шар. Вони мають високу адгезію до металу та можуть бути основою для подальшого нанесення захисних покриттів [3]. Крім того, ці засоби мають невисоку вартість і прості в застосуванні в умовах об'єктів капітального будівництва.

2. Органічні таніни та кислоти

Ці біологічні компоненти зв'язують іони заліза, стабілізують корозійні продукти та утворюють бар'єрний шар. Застосовуються переважно у легких умовах експлуатації, екологічно безпечні [4]. Нові дослідження підтверджують перспективність танінових складів у поєднанні з органічними поліамідами [6].

3. Алкалінні засоби на основі гідроксидів

Гідроксидні сполуки, зокрема натрію або калію, підвищують рН середовища до рівня, за якого корозія припиняється. Вони ефективні в поєднанні з додатковими антикорозійними бар'єрами [2]. Потрібна ретельна підготовка поверхні та суворе дотримання інструкцій з безпеки через агресивність лужного середовища.

4. Цинковмісні антикорозійні суміші

Цинкові пасти або фарби працюють за принципом катодного захисту. Вони захищають сталь, «жертвуючи» цинком як активнішим металом [1]. Нещодавні продукти містять наночастинки цинку, що покращує захист у тривалому періоді експлуатації [7].

5. Комбіновані багатокомпонентні системи

Засоби нового покоління поєднують фосфатні інгібітори, гідрофобізатори та полімерні дисперсії, забезпечуючи багатоетапний захист арматури [8]. Вони прості в нанесенні, швидко висихають та забезпечують високу стійкість до повторного зволоження.

Для всебічного аналізу хімічних засобів різного типу їх було зведено в одну порівняльну таблицю. Критеріями для порівняння були вибрані: механізм дії, швидкість реакції засобу, підготовка поверхні, зручність нанесення, вимоги до безпеки при роботі (див. табл. 1).

Найбільш агресивною дією володіють лужні засоби. При їх застосуванні необхідно ретельно слідкувати за безпекою фахівців та використовувати відповідні засоби індивідуального захисту. Ці засоби будуть давати найшвидший результат, але з іншої сторони потребують ретельного очищення поверхні від іржі.

Мабуть до найбільш розповсюджених і популярних засобів можна віднести на основі ортофосфорної кислоти. Ці продукти добре пасивують іржу, їх можна наносити всіма підручними засобами. Швидкість реакції та вимоги до безпеки середні.

Цинковмісні продукти проти іржі найкраще працюють при знежиренні поверхні. Володіють середніми вимогами до безпеки та швидкістю реакції.

Таблиця. 1. Властивості засобів проти іржі та зручність їх застосування

Тип засобу	Механізм дії	Швидкість реакції	Підготовка поверхні	Зручність нанесення	Вимоги до безпеки
1	2	3	4	5	6
Ортофосфатні	Пасивація іржі	Середня	Сухе чищення	Пензель, валик	Середні
Танінові та органічні	Хелатування іонів Fe	Повільна	Мінімальна	Занурення, розпилення	Низькі
Гідроксидні	Лужне середовище	Висока	Повне очищення	Ручне нанесення	Високі
Цинковмісні	Катодний захист	Середня	Обезжирення	Кисть, розпилювач	Середні
Комбіновані	Пасивація + покриття	Висока	Мінімальна	Розпилювач	Середні

Хелатування іонів залізу за допомогою засобів на основі таніну володіють низькими вимогами до безпеки та потребують мінімальної підготовки поверхні. Достатньо тільки очистити арматуру від слабо закріплених продуктів корозії. Ці хімічні продукти можна наносити на іржу, яка буде перетворюватись на непроникний до води та кисню шар. Недоліком цих засобів є повільна швидкість реакції.

Найбільш універсальними є комбіновані засоби, які поєднують в собі переваги компонентів різної дії в своєму складі одночасно. Зазвичай вони одночасно пасивують поверхню і створюють захисне полімерне або неорганічне покриття.

ВИСНОВКИ

1. Для ефективного відновлення арматури необхідно враховувати хімічний склад, умови нанесення та експлуатаційне середовище [3].

2. Ортофосфатні та цинкові засоби демонструють найвищу ефективність у жорстких умовах [1, 3, 7].

3. Танінові продукти є екологічними, але мають обмеження в умовах підвищеної вологості [4, 6].
4. Комбіновані системи нового покоління вважаються перспективними для довготривалого захисту та сумісні з усіма типами арматури [8].
5. Підготовка поверхні — критичний етап перед нанесенням будь-якого засобу [2].

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. Emmons, P. H., & Vaysburd, A. M. (1994). Performance criteria for concrete repair materials. *ACI Materials Journal*, 91(5), 492–498. <https://doi.org/10.14359/4226>
3. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.1036/0071797874>
4. American Concrete Institute. (2010). *Guide to durable concrete (ACI 201.2R-08)*. ACI. <https://doi.org/10.14359/51664224>
5. Sadowski, L., & Nikoo, M. (2022). A review of corrosion damage detection and protection methods in reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 328, 127044. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127044>
6. Torres, J., & Ortega, J. M. (2023). Tannin-based rust converters for steel protection: Advances and perspectives. *Materials Chemistry and Physics*, 290, 127332. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.127332>
7. Zhang, Y., & Li, C. (2021). Zinc-rich coatings with nanoparticles for improved corrosion resistance. *Progress in Organic Coatings*, 157, 106331. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106331>
8. Chen, Z., Wang, L., & Liu, H. (2023). Hybrid corrosion inhibitors for steel in concrete: Recent developments. *Cement and Concrete Composites*, 144, 104608. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.104608>

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. Emmons, P. H., & Vaysburd, A. M. (1994). Performance criteria for concrete repair materials. *ACI Materials Journal*, 91(5), 492–498. <https://doi.org/10.14359/4226>
3. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.1036/0071797874>
4. American Concrete Institute. (2010). *Guide to durable concrete (ACI 201.2R-08)*. ACI. <https://doi.org/10.14359/51664224>
5. Sadowski, L., & Nikoo, M. (2022). A review of corrosion damage detection and protection methods in reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 328, 127044. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127044>
6. Torres, J., & Ortega, J. M. (2023). Tannin-based rust converters for steel protection: Advances and perspectives. *Materials Chemistry and Physics*, 290, 127332. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.127332>
7. Zhang, Y., & Li, C. (2021). Zinc-rich coatings with nanoparticles for improved corrosion resistance. *Progress in Organic Coatings*, 157, 106331. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106331>

8. Chen, Z., Wang, L., & Liu, H. (2023). Hybrid corrosion inhibitors for steel in concrete: Recent developments. *Cement and Concrete Composites*, 144, 104608. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.104608>

ОГЛЯД ЗАСОБІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ІРЖАВОЇ АРМАТУРИ В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Alina SUGONYAKO

Student,

Dmutro MONZHERAN

PhD student,

Oleksiy SIKORSKY

PhD, senior lecturer,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Abstract: *The article considers modern types of chemical agents for the restoration of rusty reinforcement in reinforced concrete structures. Their chemical composition, mechanism of action, and application features are analyzed, in particular regarding cleaning, passivation, and formation of a protective coating of reinforcement. The principles of operation of agents based on orthophosphates, tannins, alkaline hydroxide solutions, and zinc compounds that provide effective cathodic protection are considered. Particular attention is paid to technological aspects of surface preparation, including rust cleaning, degreasing, and dust removal. A comparative analysis of agents is carried out according to the criteria of chemical composition, reaction speed, ease of application, compatibility with concrete, and subsequent coating. The paper provides tables of properties of the most effective compositions and illustrates the main stages of application. The advantages and limitations of individual groups of agents in the context of long-term protection of reinforcement in operating conditions of varying degrees of aggressiveness are determined. The materials of the article can be used as a reference base for civil engineers, designers, and specialists in technical inspection and restoration of structures.*

Keywords: *concrete, chemicals, hydroxides, passivation, phosphates, steel corrosion, steel protection, surface preparation*