

## **ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**10-ї Міжнародної науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**



*20-22 листопада 2024 року, м. Харків*

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT**

**Тези доповідей 10-ої Міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

**Abstracts of the 10th International Scientific and Technical Conference**

**«RELIABILITY AND DURABILITY OF RAILWAY TRANSPORT  
ENGINEERING STRUCTURES AND BUILDINGS»**

**Харків 2024**

**Kharkiv 2024**

**10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 225 с.**

**Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниці, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.**

**10th International Scientific and Technical Conference "Reliability and durability of railway transport engineering structures and buildings" Kharkiv, November 20-22, 2024: Abstracts. - Kharkiv: UkrSURT, 2024. - 225 p.**

**The proceedings include abstracts of presentations by researchers from higher education institutions in Ukraine and other countries, as well as representatives of enterprises in the transport and construction industries. The topics are organized into three main areas: railways, highways, industrial transport, and geodetic support; building structures, buildings, and facilities; and construction materials, including the protection and repair of structures and facilities.**

© Український державний університет залізничного транспорту, 2024

© Ukrainian State University of Railway Transport, 2024

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СПІЛЬНОЇ ДІЇ АГРЕСИВНИХ ВОДНИХ  
СЕРЕДОВИЩ ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ЦЕМЕНТНІ  
КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ**

**METHODS OF STUDYING THE COMBINED EFFECT OF AGGRESSIVE  
AQUEOUS ENVIRONMENTS AND ELECTRIC CURRENT ON CEMENT  
COMPOSITE MATERIALS**

*аспірант М.С. Гудименко<sup>1</sup>, аспірант В.В. Журавель<sup>1</sup>,  
докт. техн. наук О.С. Борзяк<sup>1</sup>, докт. техн. наук Г.М.Шабанова<sup>2</sup>*  
<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)  
<sup>2</sup>Національний технічний університет «Харківський політехнічний  
інститут» (м. Харків)

*PhD student, M. Hudymenko<sup>1</sup>, PhD student, V. Zhuravel<sup>1</sup>,  
DSc, O. Borziak<sup>1</sup>, DSc, G. Shabanova<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)  
<sup>2</sup>National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (Kharkiv)

Корозія є широко поширеною проблемою, яка вражає кілька галузей промисловості. Корозія становить загрозу і для будівельної галузі, оскільки вона руйнує матеріали, які використовуються в конструкціях будівель, мостів, трубопроводів, опор та інших споруд. Це стосується не тільки металевих конструкцій, будь-які цементні композитні матеріали, які піддаються корозії, зазнають руйнування, яке згодом доходить до точки, коли знадобиться реконструкція або відновлення цілої конструкції. Дослідження впливу різних факторів навколишнього середовища на корозійні процеси в структурі таких композитів дозволяють розробляти адаптовані методи захисту.

Вплив електричних полів на цементні матеріали, наприклад, вплив блукаючого струму, створюваного міським залізничним транспортом, на транспортні бетонні конструкції був поступово визнаний науковцями. Раніше вчені зосередилися на електрохімічній корозії арматури в бетоні, що викликана електричними полями, ігноруючи вплив цих полів на цемент.

В роботах [1, 2] автори провели експериментальні дослідження методу електрохімічного прискорення деградації цементних матеріалів при вилуговуванні. Цей метод доводить можливість прискорення розчинення продуктів гідратації цементу шляхом збільшення швидкості руху іонів Са 2+ у поровій воді шляхом дії на цементний зразок, що контактує з водою, постійного градієнта потенціалу. Експериментальне обладнання складалось з двох скляних резервуарів між якими затиснутий зразок цементно-піщаного розчину. Резервуари були заповнені іонообмінною водою, один резервуар містив анод, а

іншій – катод (з нержавіючої сталі). Електроди були підключені до джерела постійного струму, щоб забезпечити градієнт потенціалу вздовж зразка.

Аналогічне експериментальне обладнання і аналогічна схема дослідження були використані і в подальших дослідженнях [3-5 та ін.]. Експериментальне обладнання складалося із джерела імпульсного електричного поля постійного струму, електролітичних комірок з діелектричного матеріалу, електродів (титанових стрижней) і трьох кубічних зразків. В роботі [4] для дослідження впливу рідких агресивних середовищ досліджували зразки цементних матеріалів розміщені між розчинами солей – сульфатів магнію і натрію. В результаті встановлено, що електричне поле в цементному камені впливає на стабільність продуктів гідратації – портландит і гель C S H деградували під впливом агресивного рідкого середовища з низьким рН і електричних полів.

На кафедрі будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Українського державного університету залізничного транспорту для дослідження впливу на обводнений бетон пульсуючого одно-спрямованого електричного потенціалу різної величини, режимів виникнення і зникнення одиничних електричних імпульсів, близьких до реальних умов руху електропоїздів, були розроблені і виготовлені спеціальні установки [6, 7]. Кожна установка складалась з полімерної ємності, із системою, що забезпечує за допомогою перфорованої трубки рівномірний потік води з нижньої сторони зразка бетону, джерела постійної напруги. У результаті експериментальних досліджень встановлені кількісні закономірності впливу пульсуючого односпрямованого електричного потенціалу на бетони різних складів. Експериментально встановлено, що в результаті тривалої дії на бетон пульсуючого односпрямованого електричного потенціалу відбувається розчинення портландиту і його винесення з бетону.

В роботі [8] була розроблена оригінальна методика дослідження електрокорозійних процесів у шпалах з композитною та сталеву арматурою. Експериментальне обладнання складалось з контейнеру з діелектричного матеріалу, що заповнений водою або розчином електроліту, в якому розташовані зразки цементно-піщаного розчину зі сталеву або композитною арматурою в циліндрах з діелектричного матеріалу. Електроди розміщуються зверху і знизу зразка, зразки піддаються впливу електричного потенціалу, як постійного, так і пульсуючого. В ході досліджень встановлено, що інтенсивність електрокорозійних процесів у бетоні, залежить від характеру прикладеного електричного потенціалу (постійний чи пульсуючий односпрямований) та типу армування (сталеву чи композитна).

Проведений аналітичний огляд методик експериментальних досліджень дозволив зробити висновок, що для дослідження спільної дії агресивних водних середовищ та електричного струму на цементні композитні матеріали доцільно використати методику, що представлена в роботі [8]. Запропонована в роботі [8] експериментальна установка була модифікована для дослідження проникнення хлорид-іонів в структуру цементного композиту. В подальшому запланована серія експериментальних досліджень з використанням подібної методики для дослідження сумісного впливу електричного струму та водних середовищ різного хімічного складу на цементні композитні матеріали.

- [1] Saito H., Nakane S. Comparison between diffusion test and electrochemical acceleration test for leaching degradation of cement hydration products. *ACI Mater J*, 96 (2) (1999), pp. 208-211
- [2] Saito H., Deguchi A. Leaching tests on different mortars using accelerated electrochemical method. *Cement and Concrete Research*, Volume 30, Issue 11, 2000, pp. 1815-1825. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00377-X](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00377-X)
- [3] Fang, Z., Wang, C., Hu, H., Zhou, S., Luo, Y. 2022 Effect of electrical field on the stability of hydration products of cement paste in different liquid media *Construction and Building Materials*, 359, 129489 <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129489>
- [4] Luo Y., Wang C., Luo C., Huang Q., Wang S., Peng X. Effect of electrical field on TSA failure of cement-based materials *Cement and Concrete Research* **90** (2016) pp. 19-26 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000888461630165X?via%3DIhub>
- [5] Huang Q., Liu H., Wang Q., Shan Y., Tang D., Zhang Z., Zhu X. Electric field-induced deterioration of cement mortars owing to calcium leaching. *Developments in the Built Environment*, **17**, 2024, 100303. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100303>.
- [6] Плугін О. А., Борзяк О. С., Мартинова В. Б., Халюшев О. К. Електричні впливи на бетон (електрообробка та захист від електрокорозії бетонів, виробів і конструкцій із них). Харків: Форт, 2013. 300 с
- [7] Плугін Д. А. Розвиток теорії електрокорозії обводнених конструкцій і розробка електрокорозійностійких матеріалів і способів захисту : автореф. дис. ...д-ра техн. наук : 05.23.05 – будівельні матеріали та виробы / Дмитро Артурович Плугін ; Укр. держ. акад. залізн. трансп. - Харків, 2014. - 47 с.
- [8] Plugin A.A., Zhu W., Murygin M.A., Plugin D.A. & Murygina N.O. New research methods of electro-corrosion processes in concrete structures, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1376 (2024) 012018

**УДК 691.5**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕНЕТРАЦІЇ ХЛОРИД-ІОНІВ В СТРУКТУРІ ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИТІВ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ**

## **STUDY OF CHLORIDE ION PENETRATION IN THE STRUCTURE OF CEMENT COMPOSITES FROM AQUEOUS SOLUTIONS UNDER THE INFLUENCE OF AN ELECTRIC FIELD**

*аспірант В.В. Журавель<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD student V. Zhuravel<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Різноманіття використання композитів на основі мінеральних в'язучих в сучасному світі настільки велике як і велике різноманіття чинників і впливів на них. Одним з таких типів впливу є корозійний вплив електричних струмів витоку та блукаючих струмів, що посилюється при контакті з агресивними водними середовищами. Довговічність таких композитів визначається їх проникністю для експлуатаційних середовищ та стійкістю до них.

Для дослідження сумісного впливу електричного струму та агресивного водного середовища, що містить хлорид-іони на базі кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд УкрДУЗТ було розроблено експериментальну установку. В основу розробленої установки покладено методіку дослідження міграції хлоридів у бетонних структурах, що