

## КОРОЗІЙНІ ТА ЕЛЕКТРОКОРОЗІЙНІ ПРОЦЕСИ В КОНСТРУКЦІЯХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ І ЗАХИСТ ВІД НИХ

Плугін А.А., Борзяк О.С. \*, Плугін О.А. \*, Крикун О.П. \*, Зінченко В.В. \*  
Український державний університет залізничного транспорту Україна, м. Харків

*Plugin Andrii, Borziak Olha, Pluhin Oleksii, Krykun Oksana, Zinchenko Vladislava. Corrosion and electro-corrosion processes in railway track structures and protection against them.*

**Abstract.** *The report is devoted to the disclosure of the mechanism of leakage currents from electrified direct current rail tracks, their flow through the structures of the railway track and buildings, as well as to the justification of methods of their protection against electrocorrosion. As a result of theoretical studies, coordinated with the results of field surveys, the electric circuits of the leakage currents from the constant unidirectional electric potential of the POEP, which occurs during the movement of electric locomotives and electric trains on electrified direct current railway tracks, have been clarified. Current carriers are installed in the elements and structures of the track and buildings. It has been found that in reinforced concrete sleepers and supports of passenger platforms, zones of neutralization and leaching of concrete, cathodic and anodic zones of reinforcement, in which certain electrochemical and chemical reactions take place, including corrosive. It is proposed to prevent corrosion processes in these zones by diverting currents with grounded screens-coatings made of electrically conductive compositions based on mineral binders. The proposed indicator of the effectiveness of these screens-coatings, which is the degree of reduction of the current strength through the structure. As a result of experimental studies, it was established that it depends on the share of the contact area of the steel grounding device with the screen from the area of the screen itself, the corresponding dependencies and equations were obtained. New methods of protecting track structures and buildings from electrical corrosion are substantiated, appropriate structural and technological solutions are developed.*

Сьогодні значна частина світових вантажних і пасажирських перевезень здійснюється залізничним транспортом. Електрифіковані залізничні лінії вважаються найбільш економічно ефективними та екологічно чистими. Однак електрифіковані залізничні лінії є джерелами струмів витоку, які розтікаються в землі, натікають на споруди та будівлі. Значна кількість залізничних ліній електрифікована постійним струмом. Відомо, що під його впливом металеві конструкції і арматура залізобетонних конструкцій зазнають електрокорозії. Але бетон в об'ємі конструкцій також зазнає електрокорозії, яка відбувається під впливом пульсуючого однонаправленого електричного потенціалу ПОЕП, що виникає під час проходження поїздів електрифікованими постійним струмом ділянками залізничної колії. Така електрокорозія бетону полягає в інтенсивному електроміграційному вилуговуванні вапна з цементного каменю. Ремонт пошкоджених конструкцій, наприклад, опор пасажирських платформ, здійснюють, як правило, оштукатурюванням, заміною пошкоджених елементів новими збірними або монолітними, у тому числі бетонуванням у незнімній металевій опалубці, проте заходів із захисту від електрокорозії в основному не передбачають. В УкрДУЗТ як захід захисту запропоновано використовувати заземлені екрани-покриття з електропровідних силікатних композицій (на основі портландцементу, силікату натрію) з графітовим порошком як наповнювачем. Експериментально встановлено, що вони забезпечують зниження густини струму: покриття на основі портландцементу з комплексною хімічною добавкою – на 49–66%, на основі силікату натрію, отвердженого кремнійфтридом натрію – на 34–60%. Проте в цілому проблеми запобігання електрокорозії остаточно не розв'язані навіть у розвинутих країнах, тому дослідження,

присвячені розкриттю механізмів електрокорозії конкретних конструкцій та способів захисту від неї, залишаються актуальними.

Метою дослідження було обрано уточнений механізм протікання корозійних струмів через конструкції залізничної колії і споруд та нові способи їх захисту від електрокорозії. Для досягнення мети виконано: натурні обстеження ушкоджених конструкцій та споруд; теоретичне дослідження механізму протікання струму витоку крізь бетон, арматуру, ґрунт, аналіз корозійних реакцій на границях між ними; експериментальні дослідження ефективності заземлених екранів; обґрунтування конструктивно-технологічних рішень та організаційних заходів із захисту конструкцій та споруд від електрокорозії із застосуванням електропровідних композицій.

В результаті проведених теоретичних досліджень і натурних обстежень уточнені електричні кола струмів витоку від ПОЕП, що виникає під час проходження рухомого складу електрифікованими постійним струмом залізничними коліями. В цих колах носіями струму є: у рейках, сталевих деталях скріплень, арматурі – електрони  $e^-$ ; у поровому електроліті бетону та плівках вологи на поверхнях конструкцій та ізолюючих деталей – катіони  $Ca^{2+}$  та аніони  $OH^-$ , у баласті та ґрунті – катіони  $Na^+$  та  $K^+$ .

Уточнено механізм протікання струмів через конструкції колії і споруд. У залізобетонних шпалах через вплив ПОЕП утворюються зони, у яких протікають відповідні реакції: під верхньою гранню шпали – зона лужносилікатної реакції ASR (у випадку підвищеного вмісту луг в цементі та реакційно-здатних заповнювачів); на арматурі біля торців шпал – катодна зона, у якій відбувається електрохімічне утворення аніонів  $OH^-$ ; на арматурі в середині шпали – анодна зона, у якій відбувається анодне розчинення заліза і утворення його гідроксидів – іржі; на нижній грані шпали – зона вилуговування, з якої у баласт і ґрунт стікають катіони  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ . У залізобетонних конструкціях високих пасажирських платформ утворюються зони, у яких протікають реакції: зона нейтралізації бетону – карбонізація з утворенням карбонатів; катодна та анодна зони арматури; зона вилуговування бетону – винесення катіонів  $Ca^{2+}$  та їх карбонізація на поверхні. Корозійним процесам в цих зонах можна запобігти шляхом усунення електричного струму крізь конструкцію, у т.ч. шляхом його відведення заземленими екранами-покриттями із електропровідних композицій.

Запропонований показник ефективності заземлених екранів-покриттів з електропровідних композицій на основі мінеральних в'язучих, що є ступенем зниження сили струму через конструкцію. В результаті експериментальних досліджень встановлено, що він залежить від частки площі контакту сталевого заземлювача з екраном від площі самого екрану. Для екранів із композицій на основі портландцементу та силікату натрію оптимальний показник ефективності 0,89 і 0,57 досягається у разі цієї частки 6,7 і 5,7 %, відповідно.

Обґрунтовано нові способи захисту конструкцій колії і споруд від електрокорозії, розроблено відповідні конструктивно-технологічні рішення. Для залізобетонних шпал запропоновано усунути виступ арматури з торців та улаштувати на них двошаровий захисний шар із композицій на основі портландцементу: перший шар – із композиції проникної дії, яка ущільнить бетон, другий – із електропровідної композиції, яка забезпечить відведення струму витоку від шпали. Для залізобетонних і бетонних опор високих пасажирських платформ запропонований захист зазначеними екранами-покриттями, а також порядок вибору заходів з їх ремонту та захисту залежно від ступеня пошкодження.