

УДК 691.3

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.158.2015.63090>

## РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХИСТУ БУДІВЛІ ВОКЗАЛУ СТАНЦІЇ КОВ'ЯГИ ПІВДЕННОЇ ЗАЛІЗНИЦІ ВІД ЕЛЕКТРОКОРОЗІЇ

Канд. техн. наук В.А. Лютий, магістрант С.І. Онищенко

## РАЗРАБОТКА ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ ВОКЗАЛА СТАНЦИИ КОВЯГИ ЮЖНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ

Канд. техн. наук В.А. Лютий, магистрант С.И. Онищенко

## DEVELOPMENT BUILDING PROTECTION RAILWAY STATION KOV'YAHY FROM SOUTHERN RAILWAY ELEKTROKOROZIYI

Candidate of techn. sciences V. Lyuty, master student S. Onishchenko

*Визначено електричні потенціали на поверхні конструкцій будівлі вокзалу станції Ков'яги Південної залізниці. Для захисту конструкцій будівлі вокзалу під час реконструкції запропоновано використання пасивного та активного захисту від електрокорозії. У якості активного захисту пропонується використовувати лакофарбове покриття з жертовним електродом.*

**Ключові слова:** струм витоку, пасивний захист, активний захист, електрокорозія, електричний струм.

*Определены электрические потенциалы на поверхности конструкций здания вокзала станции Ковяги Южной железной дороги. Для защиты конструкций здания вокзала во время реконструкции предложено использование пассивной и активной защиты от электрокоррозии. В качестве активной защиты предлагается использовать лакокрасочное покрытие с жертвенным электродом.*

**Ключевые слова:** ток утечки, пассивная защита, активная защита, электрокоррозия, электрический ток.

*Definition electric potentials on the surface of building structures railway station Kov'yahy Southern Railway. To protect building structures station during the reconstruction proposed use of passive and active protection from elektrokoroziyi. As an active protection offered to use paint with a sacrificial electrode.*

**Keywords:** leakage current, passive defense, active defense, elektrokoroziya, electricity.

**Вступ.** Стан залізобетонних конструкцій електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту і залізобетонних конструкцій будівель і споруд відділень електролізу є завідомо небезпечним, у зв'язку з чим при проектуванні цих конструкцій слід в обов'язковому порядку передбачати заходи із захисту від електрокорозії.

Захист від електрокорозії повинен бути передбачений:

- за наявності блукаючих струмів від установок постійного струму:

- для конструкцій споруд електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту;

- трубопроводів, колекторів, фундаментів та інших протяжних підземних

конструкцій будівель і споруд, розташованих у полі струму від стороннього джерела;

- залізобетонних конструкцій будівель і споруд відділень електролізу;

- від дії змінного струму при використанні залізобетонних конструкцій як заземлюючих пристроїв.

Небезпека електрокорозії підземних залізобетонних конструкцій, розташованих у полі струму від стороннього джерела, і необхідність їх захисту від електрокорозії повинні бути встановлені на основі розрахунків або електричних вимірювань напруженості блукаючих струмів у ґрунті або на існуючих довколишніх аналогічних залізобетонних конструкціях.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** Способи

захисту залізобетонних конструкцій від корозії блукаючими струмами поділяються на такі групи [1]:

I – обмеження струмів витоку, що виконується на джерелах блукаючих струмів;

II – пасивний захист, що виконується на залізобетонних конструкціях;

III – активний захист, що виконується на залізобетонних конструкціях, якщо пасивний захист неможливий або недостатній.

При проектуванні залізобетонних конструкцій споруд електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту і будівель і споруд відділень електролізу слід передбачати способи захисту від електрокорозії I і II груп.

Пасивний захист залізобетонних конструкцій, будівель і споруд електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту і відділень електролізу повинен забезпечуватися:

- застосуванням марки бетону з водонепроникності не нижче W6;

- виключенням застосування бетонів з добавками, що знижують електричний опір бетону, зокрема таких, що інгібують корозію сталі;

- призначенням товщини захисного шару бетону не менше 20 мм.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У залізобетонних конструкціях, що зазнають дію електричного струму, біля арматури бетон зазнає деградацію [2].

Раніше автори виконали теоретичні дослідження, які добре узгоджуються з пошкодженнями бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій і споруд залізничного транспорту [2 - 6]. Були зроблені такі висновки:

- через споруди, розташовані біля електрифікованих залізниць, при проходженні поїздів з електричною тягою протікає електричний струм;

- на ділянках, електрифікованих постійним струмом, цей струм є однонаправленим пульсуючим з тривалістю імпульсу декілька хвилин;

- у конструкціях, що експлуатуються в умовах обводнення або контактують з вологими ґрунтами, однонаправлений пульсуючий струм призводить до винесення гідроксиду кальцію з цементного каменю бетону або розчину, вилуговування і карбонізації бетону;

- змінний електричний струм також прискорює розчинення продуктів гідратації цементу, найбільшою мірою в області критичних частот;

- критичними є частоти: для гідроксиду кальцію – близько 80 Гц, для гідросилікатів кальцію – близько 550 Гц, для гідромоносульфоалюмінату кальцію – близько 40 Гц, для еtringіту – близько 100 Гц;

- змінний струм промислової частоти 50 Гц, що протікає через бетон, призводить до розчинення гідроксиду кальцію і гідромоносульфоалюмінату кальцію;

- деструктивна дія електричного струму в багато разів збільшується в конструкціях, які контактують з водою або омиваються нею (на водотоках), для будівель і споруд деструктивна дія електричного струму в багато разів збільшується в умовах водонасичених ґрунтів основ.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Метою роботи є визначення електричних потенціалів на поверхні конструкцій будівлі вокзалу станції Ков'яги Південної залізниці та розроблення захисту конструкцій будівлі вокзалу від електрокорозії.

**Основна частина дослідження.** Виникнення на конструкціях будівель і споруд при проходженні поїздів постійних електричних потенціалів, що перевищують 1 В, обумовлює корозійне пошкодження цементного каменю, бетону, розчину конструкцій фундаментів, нижньої частини стін, пришвидшує їх руйнування від поперемінного заморожування і відтавання та інших факторів. Наявність на конструкціях будівель і споруд постійних електричних потенціалів, що перевищують 1 В, свідчить про незадовільний стан електричної ізоляції рейкової колії: несправність і засміченість деталей ізоляції рейкових скріплень; незадовільний стан залізобетонних і дерев'яних шпал; засміченість баласту, а також про підвищену вологість ґрунтів. У цьому випадку слід здійснити загальні заходи щодо підвищення електричної ізоляції рейок, щодо забезпечення поверхневого водовідведення дощових і талих вод, а також спеціальних заходів з захисту конструкцій будівель і споруд, у тому числі спеціальних.

На рис. 1 зображено характерні криві зміни величин електричних потенціалів на рейках і конструкціях будівлі. За цими

кривими, потенціали  $U_p$  мають значну величину, досягаючи максимуму 32 В при відправленні поїзда з електротягою.

За даними графіків на рис. 1,а,б побудовано графік кореляційної залежності (рис. 2) між потенціалом на стіні будівлі  $U_k$  і потенціалом на рейці при проходженні поїздів по другій колії  $U_{p2}$ . Ця залежність має лінійний характер з досить високим ступенем кореляції.

Дані наведених графіків свідчать про те, що проходження поїздів з електричною тягою по електрифікованій постійним струмом залізничній колії призводить до виникнення на конструкціях будівлі електричних потенціалів значної величини.

Це призводить до значного прискорення процесів руйнування конструкцій будівлі і вимагає розроблення конструктивних рішень щодо їх захисту від електрокорозії.

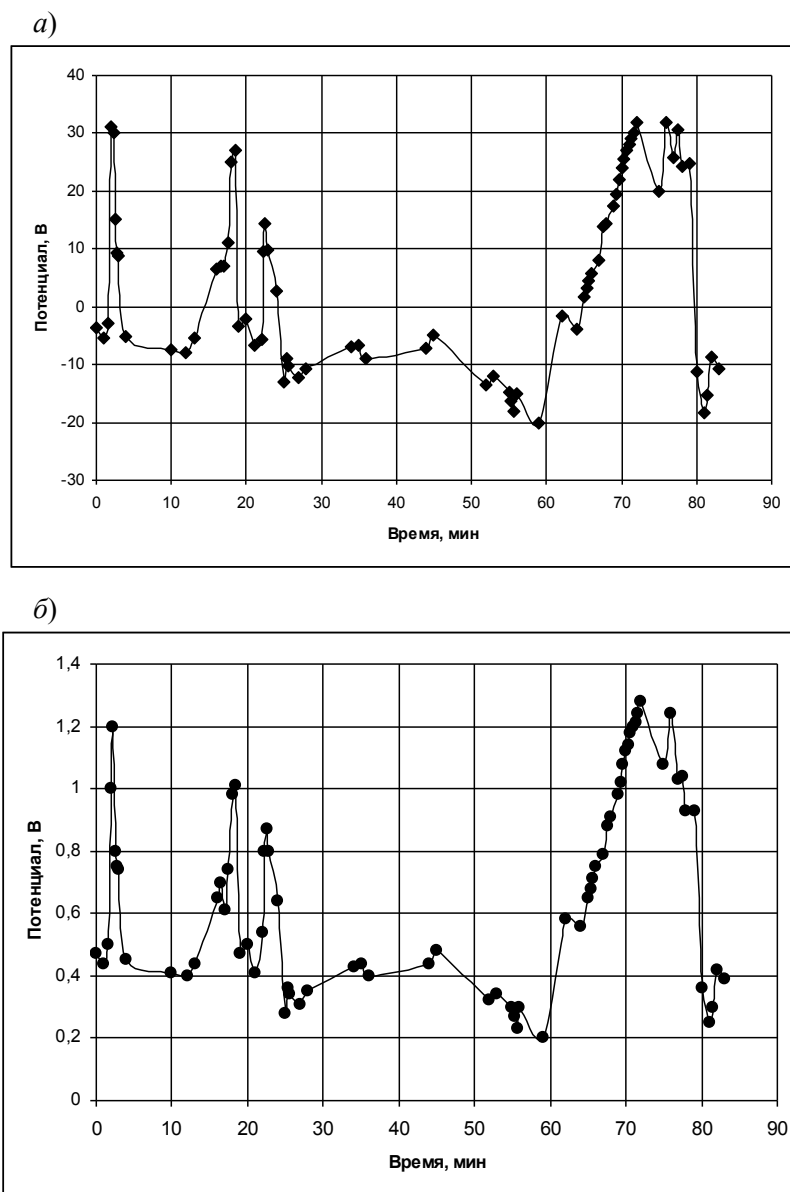


Рис. 1. Зміна потенціалу на колії  $U_p$  (а), на стіні будівлі вокзалу (б)

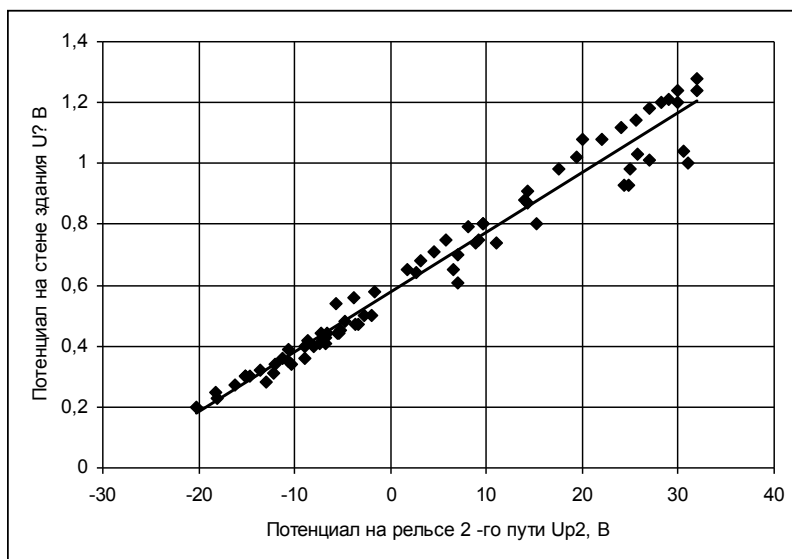


Рис. 2. Загальна залежність потенціалів на стіні будинка  $U_k$  від потенціалу на рейці другої колії  $U_{p2}$

Розроблено схему протікання блукаючих струмів через конструкції будівлі (рис. 3). Аналіз цієї схеми показує, що струм протікатиме через конструкції цоколя і фундаменту за наявності різниці потенціалів між цоколем і видаленою точкою землі, при цьому пошкоджень можуть зазнавати цоколь і

фундамент будівлі. За наявності такої різниці потенціалів слід чекати прискорення розвитку пошкоджень.

Для захисту будівлі вокзалу, окрім пасивного захисту від електроерозії пропонується під час реконструкції застосувати і активний захист (рис. 4).

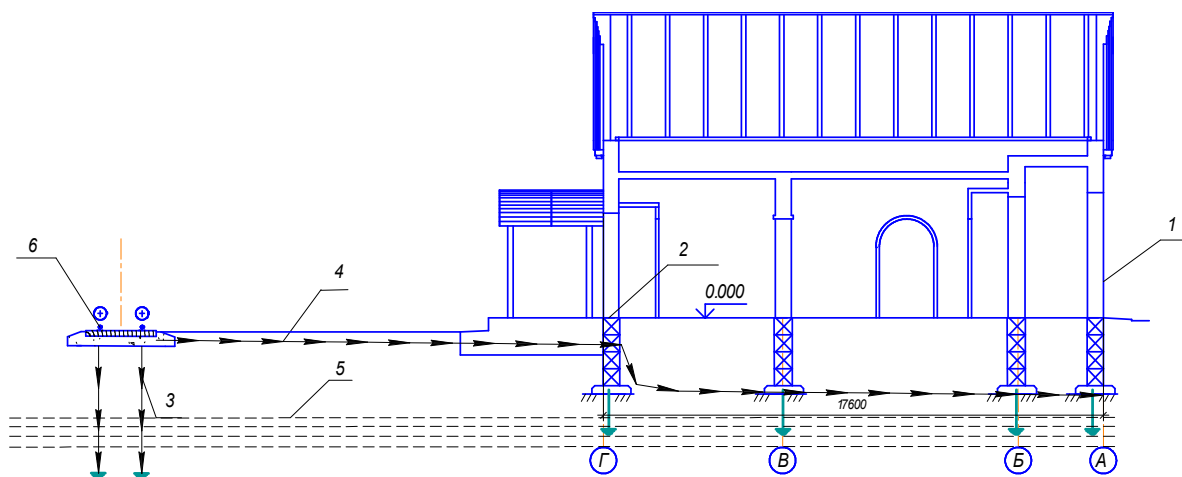


Рис. 3. Схема протікання струму через конструкції будівлі вокзалу, розташованої біля електрифікованої постійним струмом залізничної колії: 1 – будівля; 2 – горизонтальна гідроізоляція; 3 – струм витоку, переважаючий в суху погоду; 4 – струм витоку, переважаючий у сиру погоду; 5 – рівень ґрунтових вод; 6 – електрифікована постійним струмом рейкова колія

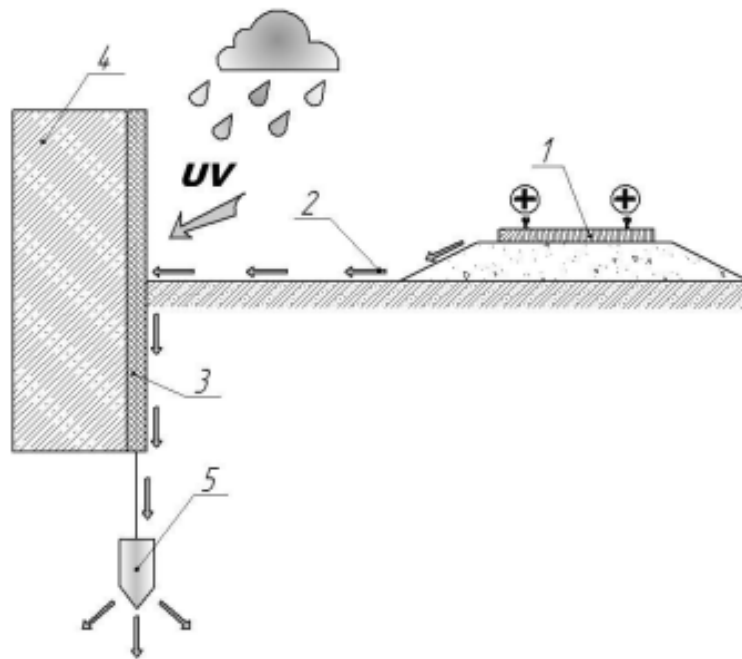


Рис. 4. Захист будівлі вокзалу від блукаючих струмів і струмів витoku за допомогою електропровідного покриття: 1 - джерело струму електрифікована рейкова колія; 2 – блукаючий струм або струм витoku; 3 – електропровідне покриття; 4 – споруда; 5 – заземлюючий елемент (жертвний електрод)

Принцип роботи захисту є таким. Електропровідне покриття приймає на себе струм витoku або блукаючий струм відводить його на заземлюючий елемент (жертвний електрод) і забезпечує додатковий захист конструкції від агресивних зовнішніх факторів (волога, ультрафіолет, хімічні агенти). Таким чином, у конструкції відсутні зони стікання з неї струму, зони руйнувань, а під покриттям залишається сухий бетон з високим електроопором.

Лакофарбове покриття має відповідати таким технічним та іншим вимогам:

- доступність всіх компонентів;
- низька собівартість не вище ніж у фарб загальнобудівельного призначення;

- питомий електричний опір значно менший ніж  $50 \text{ Ом} \times \text{м}$ ;

- висока довговічність в атмосферних умовах на залізничному транспорті;

- висока адгезія до бетону і розчину;

- висока твердість плівки.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Визначенно електричні потенціали на поверхні конструкцій будівлі вокзалу станції Ков'яги Південної залізниці. Для захисту конструкцій будівлі вокзалу під час реконструкції запропоновано використання пасивного та активного захисту від електрокорозії. У якості активного захисту пропонується використовувати лакофарбове покриття з жертвним електродом.

#### Список використаних джерел

1. Бабушкін, В.І. Захист будівельних конструкцій та споруд від агресивних дій з рішенням практичних задач [Текст]: навч. посібник. / В.І. Бабушкін, А.А. Плугін, І.Е. Казімагомедов, О.О. Скорик. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – 214 с.

2. Исследование влияния токов утечки и блуждающих токов на здания и сооружения, расположенные возле электрифицированных железнодорожных путей [Текст] / А.Н. Плугин, Ал.А. Плугин, А.А. Дудин [и др.] // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків, 2009. - № 40. – С. 88-104.
3. Плугин, Ал.А. Связь аварийности конструкций с токами утечки на электрифицированных участках железных дорог [Текст] / Ал.А. Плугин, Я.В. Гавриленко, Е.В. Дульцев // Зб. наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 103. – С. 218-222.
4. Блуждающие токи на конструкциях, зданиях и сооружениях, расположенных вблизи электрифицированных постоянным током участках железных дорог [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.А. Калинин // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 109. – С. 131-143.
5. Исследование влияния переменного электрического поля в бетоне на его электрокоррозию [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, А.А. Дудин [и др.] // Вісник ОДАБА. – Одеса, 2010. – Вип. 43. – С. 197-211.
6. Захист від електрокорозії та електрообробка бетонів, виробів і конструкцій із них [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kdpu-nt.gov.ua/work/zahist-vid-elektrokoroziyi-ta-elektroobrobka-betoniv-virobiv-i-konstrukciy-iz-nih> – Загол. з екрану.
7. Механизм электрокоррозии бетонных конструкций пульсирующим однонаправленным блуждающим током или током утечки [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.С. Борзяк [та ін.] // Науковий вісник будівництва. – Харків, 2007. – Вип. 42. – С. 106-111.
8. Проектирование долговечности конструкций и сооружений из бетона на основе физико-химических моделей [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.С. Борзяк [та ін.]. // Aktualne problemy naukowo-badawcze budownictwa: VIII Konferencje Naukowo-Techniczna, 18-20 maja 2006. - Olsztyn, 2006. - S. 143-152.
9. Спосіб визначення електрокорозійної стійкості захисних покриттів [Текст]: пат. 88998 UA: МПК E04B1/66, E04B1/62. / Плуґін А.М., Плуґін А. А., Подтележнікова І.В., Афанасьєв О.В., Горбачова Ю.М., Мірошніченко С.В., Плуґін Д.А., Плуґін О.А., Дудін О.А., Борзяк О.С.; заявник та патентовласник Укр. держ. акад. залізнич. трансп. - №а200811897; заявл. 07.10.2008; опубл. 10.12.2009, Бюл. №23. – 4 с.
- 10 Research of influence of leakage currents and stray currents on railways on buildings and constructions [Текст] / A.N. Plugin, O. Plugin, O. Borzyak [та ін.]. // 17 Internationale Baustofftagung, 23-26 September 2009, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht. - Weimar, 2009.- Band 2.- P. 1151-1156.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.А. Плуґін

---

Лютий Віталій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних матеріалів конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту, тел.: (057) 730-10-64. E-mail: 2010lva@rambler.ru.  
Онищенко Сергій Іванович, магістрант кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: sergey-onishenko@yandex.ru.

Vitaliy Lyutyy PhD. Sc. Science, Associate Professor, Department of Building Materials, design and construction, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-64. E-mail: 2010lva@rambler.ru.  
Sergei Onishchenko, undergraduate of building materials, constructions and buildings Ukrainian State University of Railway Transport.. E-mail: sergey-onishenko@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 24.09.2015 р.