

УДК 620.191.38

## УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНФІГУРАЦІЇ ПОЛІВ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

**Єлізаров О.І., Закатнов М.В.**

**Кременчуцький державний політехнічний університет**

**Вступ.** При захисті різноманітних контактуючих з електролітом металоконструкцій, корпусів суден, морських платформ і т.ін. від корозії всіх типів широке застосування одержав катодний захист металу, здійснюваний від зовнішнього джерела струму [1,2]. З його допомогою здійснюється також довготерміновий протикорозійний захист металевих конструкцій і споруд в ґрунті. Різноманітні реальні умови протікання корозійного процесу, які залежать від природи металу, хімічного складу, структури і стану його поверхні, складу і концентрації електроліта, умов дифузії та температури, неминуче приводять до різних форм залежності швидкості розчинення металу від захисного потенціала для кожної конкретної системи. Катодний захист можливий тільки в тому випадку, коли підземна конструкція і анодне заземлення перебувають в електронному і електролітичному контакті: перше досягається за допомогою металевих провідників, а друге - завдяки наявності електролітичного провідного середовища (вологого ґрунту), в якому перебуває конструкція.

Головний принцип захисту підземних металевих споруд і комунікацій від корозії полягає в створенні антикорозійного покриття, а на випадок його порушення – катодний захист оголеної поверхні.

Вивчення гетерогенних явищ, що мають місце на електродах під час катодного захисту, дотепер проводиться за допомогою визначення значення різниці потенціалів на межі метал - електроліт (у вологому ґрунті) в залежності від поляризації електродів (так званий метод поляризаційних кривих) [2], дослідженням електричного опору ґрунтів та шляхів анодних струмів в ґрунтах [4]. В дослідженнях, як правило, обмежуються встановленням макроскопічної картини явища: відкрита поверхня контактуючого з ґрунтом катоду, макроскопічно однорідна провідність ґрунту, координатно (вздовж поверхні катоду) однорідна різниця потенціалів "металева конструкція – ґрунт". Результати такого роду досліджень кладуть в основу розрахунків катодного захисту при проектуванні нафто- і газопроводів. Проте, як показала практика [4], діючі системи катодного захисту ефективні лише за певних кліматичних умов і стану ґрунтів. Високі температури, соленисть ґрунтів, різке коливання рівня ґрунтових вод, механічні напруження і вібрації конструкцій ведуть до локальних порушень ізоляційних покриттів, їх відшаровування від захищеної поверхні. Все це спричиняє інтенсивну корозію не зважаючи на катодний захист. При цьому головну роль в пошкодженні металевих конструкцій відіграє локальна корозія металів, зокрема щілинна, пітингова та біокорозія, при

яких весь матеріальний ефект корозійних втрат зосереджується на досить обмеженій площі. Вищезгадані способи вивчення захисту металів від корозії практично не враховують локальних чинників виникнення корозії. Можна констатувати, що механізми виникнення і розвитку процесів локальної корозії через їх складність і різнопричинність вивчені явно недостатньо [1].

**Мета досліджень.** Створити метод візуалізації конфігурації електричного поля катодного захисту в моделях підземних металоконструкцій. Даним методом провести вивчення ефективності катодного захисту металоконструкцій перш за все за умов, що провокують локальну корозію. Це дозволить виявити специфіку катодного захисту: в місцях неоднорідності об'ємних властивостей середовища поблизу металу, при змінах умов експлуатації конструкцій, при локальному порушенні властивостей захисних покриттів, в місцях конструктивних особливостей металоконструкцій, при зміні з часом складу корозійного середовища, умов електроперенесення тощо.

**Метод електролітичної ванни.** Ідею дослідження конфігурації електричних полів, що виникають в середовищі під час катодного захисту, запозичено з електронної оптики [3], де для вибору конфігурації електричного поля, здатної забезпечити задану траєкторію руху заряджених частинок, в електролітичній ванні у збільшеному масштабі моделюється система електродів з відповідним розподілом потенціалів на них і зондовим методом встановлюється картина ходу екіпотенціалей у міжелектродному просторі. При цьому використовується подібність електричних полів при лінійному збільшенні розмірів електродів і відстаней між ними. Відносно малі розміри електродів збільшуються в електролітичній ванні до розмірів, зручних для моделювання електричних полів будь-якої конфігурації. В нашій роботі навпаки, –

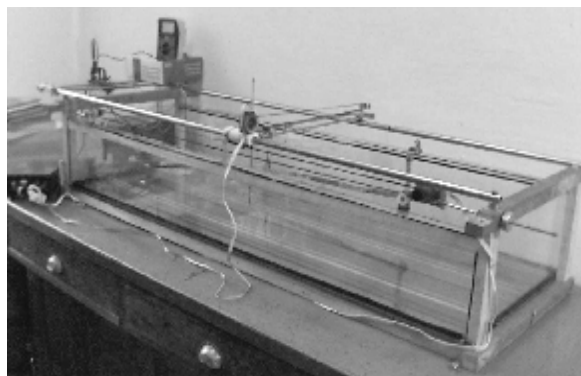


Рисунок 1 – Загальний вигляд стенда

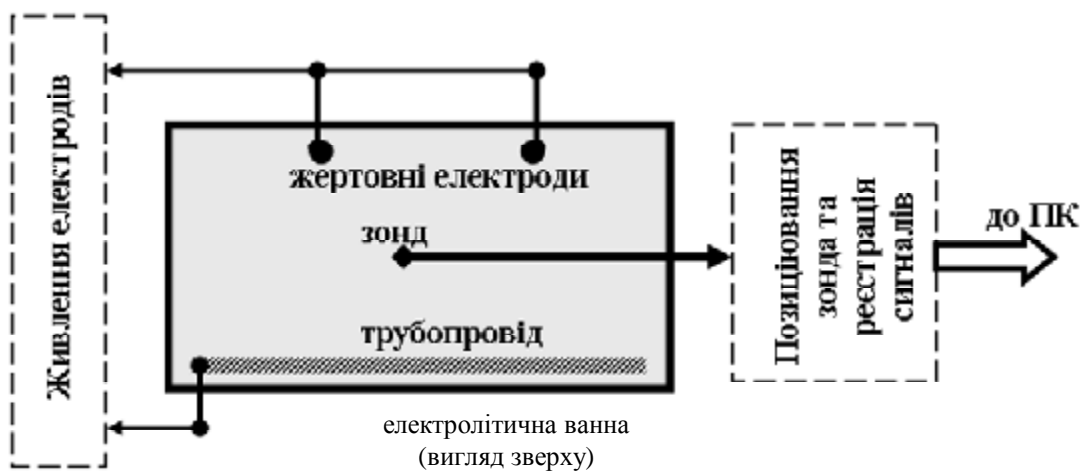


Рисунок 2 – Функціональна схема експериментального стенда

використовується лінійне зменшення розмірів металевих споруд та електродів для їх катодного захисту при збереженні пропорцій та їх взаємного розташування. Електролітична ванна, використана нами для дослідження корозійних явищ, має розміри 1300x350 мм<sup>2</sup>, що у пропорції 1:100 дозволяє змодельовати ділянку катодно захищеної підземної металлоконструкції довжиною 130 м. Це дає можливість: одночасно розглядати фактори фізичної та хімічної неоднорідності електропровідності ґрунтового середовища поблизу як захищаного металу, так і жертвового аноду; моделювати і досліджувати у відповідному масштабі особливості виникаючих конфігурацій електричного поля при локальних порушеннях захисних покриттів мета-

локонструкцій; оцінити вплив вищезгаданих чинників на ефективність катодного захисту.

Оскільки локальна корозія має різнопричинні витоки і є багатоваріативною, об'єм моделювання в такого роду дослідженнях досить значний. У зв'язку з цим розроблена методика візуалізації електричного поля в електролітичній ванні на фундаменті АСНД (автоматизованих систем наукових досліджень) [6].

Стенд (рис. 1) складається з електролітичної ванни, блоків спряження механічних вузлів ванни з персональним комп'ютером та автоматичного керування рухомих вузлів сканера, комп'ютерного блоку візуалізації та обробки експериментальних даних.

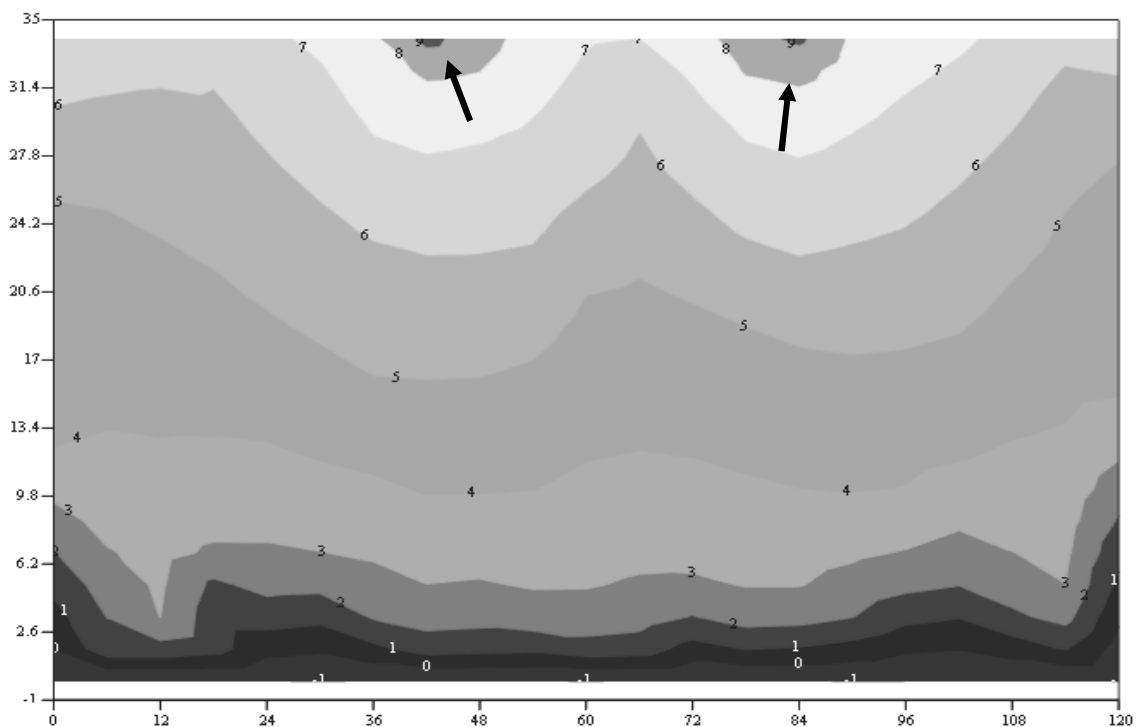


Рисунок 3 – Захисне поле в суцільному електроліті. Трубопровід розміщений внизу вздовж абсциси. Стрілками позначені положення жертвових електродів. Цифри вказують значення потенціалу в вольтах. На осях відкладені лінійні розміри ванни в сантиметрах

Методом нульової різниці потенціалів автоматично фіксуються екіпотенціальні точки та їх координати. Масиви таких точок відтворюють в заданому масштабі конфігурацію поля катодного захисту, подібну до конфігурації його в реально діючих чи створюваних підземних трубопроводах, корпусах суден, гідроплатформ тощо. Загальну функціональну схему пристрою, що відображає взаємозв'язки основних його блоків, представлено на рис. 2.

В площині ванни (близько  $0.5 \text{ м}^2$ ) в двох взаємно перпендикулярних напрямках автоматично за допомогою крокових двигунів переміщується зонд. Точність його позиціонування  $1 \times 1 \text{ мм}$ . В момент зупинки зонда фіксуються його координати і потенціал електричного поля в даній точці площини ванни. Час виміру потенціалу в заданій точці близько 1 с. В залежності від вибору масштабної сітки час сканування однієї екіпотенціалі не перевищує 1 год.

За допомогою створеного програмного забезпечення картини екіпотенціальних поверхонь візуалізуються на екрані монітора ЕОМ в режимі on-line. Це дозволить, на думку авторів, вивчати корозійні процеси в динамічному інтерактивному режимі, максимально точно відтворюючи природні умови експлуатації катодно-захищених металоконструкцій (наприклад, при пошкодженнях антикорозійних покриттів).

При впровадженні стенда отримано перший досвід моделювання катодно захищених трубопроводів. Досліджено було базову модель катодного захисту металічних трубопроводів з відтворенням у ванні системи електродів: катод – плоский сталевий електрод, моделюючий переріз трубопроводу, анод – сталевий стрижень. Розрахунок геометричних параметрів та взаємного розташування системи електродів проводився згідно з [1].

Перші позитивні результати моделювання катодного захисту отримані за таких умов: середовище – суцільний електроліт з провідністю  $40 \text{ КОМ}\cdot\text{м}$  (слабодистильована вода); напруга захисту  $+10\text{В}$  відносно потенціала захищуваного трубопроводу; макет трубопроводу – нержавіючий сталевий лист площею  $0.06 \text{ м}^2$ ; жертвні аноди – нержавіючі стрижні діаметром  $5 \text{ мм}$ ; розташування анодів відносно трубопроводу розраховувалось згідно з [1]. Приклад конфігурації захисного поля від двох жертвних електродів наведено на рис. 3.

**Висновок.** В роботі обґрунтовано можливість використання методу електролітичної ванни для моделювання умов катодного захисту металоконструкцій. Створено автоматизовану експериментальну установку, яка в перспективі дозволяє на моделях захищуваних конструкцій дослідити специфіку полів катодного захисту за різних умов їх експлуатації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Защита металлических сооружений от подземной коррозии. Справочник. М. Недра., 1981, с.186-188.
2. Ч.Л. Розенфельд. Коррозия и защита металлов. Из-во "Металлургия", 1970, 448с.
3. П.Ф. Фільчаков, Е.П. Гранкін. Корпускулярна оптика. К. Знання, 1968, 47с.
4. Сборник руководящих материалов по защите городских подземных трубопроводов от коррозии. Л.: Недра, 1987, 406 с.
5. Фізичні основи електронної техніки. За ред. З.Ю. Готри, Львів, вид-во "Львівська політехніка", 2002, 664 с.
6. Автоматизированные системы научных исследований. МЭИ, ИТФ. М.: 2002, 90 с.

