

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПОТЕНЦІАЛУ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ ПІДЗЕМНОЇ МІКРОБНОЇ КОРОЗІЇ

А.І. Піляшенко-Новохатний

*Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»;
04071, м. Київ, вул. Хорєва, 1г, тел./факс (044) 4092416, e-mail: apilya@online.ua*

В наших попередніх роботах були наведені експериментальні результати і теоретичні розрахунки, що підтверджують необхідність індивідуального підходу до вибору значень потенціалів катодного захисту з урахуванням аніонного складу ґрунтів, прилеглих до поверхні підземних споруд.

Проте, всі ці дослідження проводили в умовах, коли в тест-системі додатково вносився лише один з аніонів. В реальних умовах експлуатації підземних металевих споруд, в ґрунті завжди одночасно знаходяться декілька аніонів. Тому ми вважали за доцільне дослідити характер змін корозійної активності за умов одночасної присутності в тест-системі декількох акцепторів електронів.

В основу наших розрахунків корозійних потенціалів, що виникають при спільній дії декількох аніонів, був закладений принцип парціальності.

Дослідження показали, що метод, запропонований нами для визначення оптимальних значень потенціалів катодного захисту, може бути використаний при проектуванні систем антикорозійного захисту підземних споруд.

Ключові слова: катодний захист, потенціал, мікробна корозія, ґрунтові аніони.

В наших предыдущих работах были приведены экспериментальные результаты и теоретические расчеты, подтверждающие необходимость индивидуального подхода к выбору значений потенциалов катодной защиты с учетом анионного состава ґрунтов, прилегающих к поверхности подземных сооружений.

Однако, все эти исследования проводили в условиях, когда в тест-системе дополнительно вносился только один из анионов. В реальных условиях эксплуатации подземных металлических сооружений, в ґрунте всегда одновременно находятся несколько анионов. Поэтому нам представлялось целесообразным, исследовать характер изменений коррозионной активности при одновременном присутствии в тест-системе нескольких акцепторов электронов.

Расчет коррозионных потенциалов, возникающих при совместном действии нескольких анионов, основывается на принципе парциальности.

Исследования показали, что метод, предложенный нами для определения оптимальных значений потенциалов катодной защиты, может быть использован при проектировании систем антикоррозионной защиты подземных сооружений.

Ключевые слова: катодная защита, потенциал, микробная коррозия, ґрунтовые анионы.

In our previous works we presented experimental results and theoretical calculation that prove the necessity of individual approach application to the choice of values of cathode protection potentials considering anionic composition of soils close-fitting to the surface of underground structures.

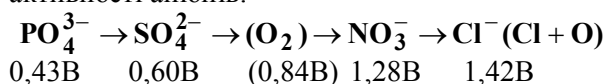
However, all these experiments were carried out by applying just one extra anion to the test system. In real operational conditions of underground metal structures, several anions are always present in soil coincidentally. That is why we suppose that investigation of the behaviour of corrosive activity under condition of simultaneous presence of several electron acceptors in the test system is a relevant issue.

Our calculation of corrosive potentials that occur due to combined action of several anions is based on the equivalence principle.

Experiments showed that the method offered by us to calculate optimal values of cathode protection potentials can be applied in the process of designing anticorrosion systems of underground structures.

Keywords: cathode protection, potential, microbial corrosion, soil anions.

В наших попередніх роботах були наведені детальні термодинамічні розрахунки, що пояснюють причини зниження ефективності катодного захисту у випадках, коли до корозійних процесів, що відбуваються в ґрунті, активно залучаються сульфатвідновлювальні бактерії (СВБ) [1-3]. Проведені розрахунки електрохімічних потенціалів (ξ) корозійних реакцій, що протікають з використанням в якості акцепторів електронів різних ґрунтових аніонів, дозволили нам скласти своєрідний ряд корозійної активності аніонів.



В наведеній послідовності ситуація стосовно залучення до корозійних реакцій хлорид-іону вимагає додаткових пояснень. В своїх розрахунках ми виходили з того, що іони Cl^- в процесі, пов'язаних з корозійним руйнуванням сталі, зазнають перетворень, які наведені на рис. 1.

Як видно з рисунку, наслідком цих перетворень є утворення молекулярного кисню, що значною мірою активізує корозійні процеси. Це явище було названо нами анаеробна оксигенація.

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень були сульфатвідновлювальні бактерії, *Desulfo-*

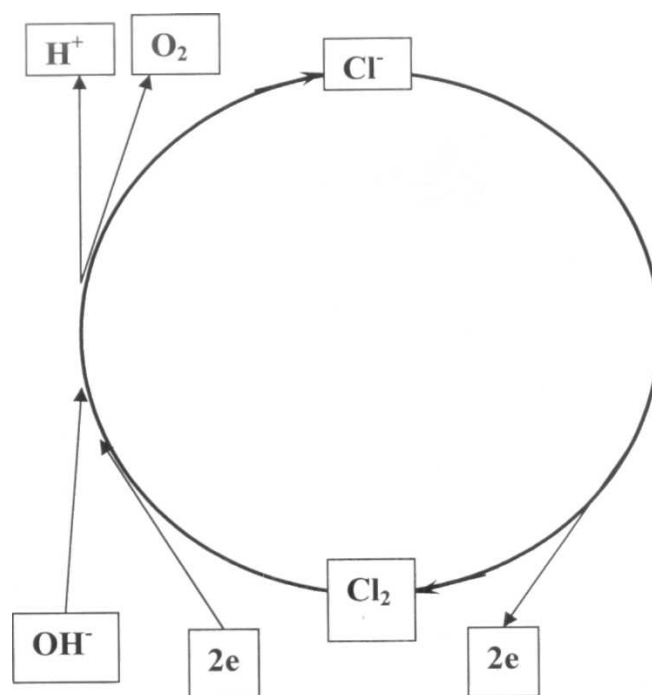


Рисунок 1 – Схема залучення хлориду до реакцій мікробно індукованої корозії

vibrio sp. шт. Київ-10 (палички середніх розмірів, грамнегативні, один полярний джгутик, спор не утворюють), що зберігаються в колекції корозійно активних мікроорганізмів відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології НАНУ.

Культури бактерій вирощували на рідкому середовищі Постгейта „В“ в термостаті при температурі 28°C протягом 14 діб.

До ємності з культурою *Desulfovibrio sp. um.* 10 стерильно вміщували тест-пластину з маловуглецевої сталі розміром 20 x 40 x 3 мм.

Перед використанням металевих зразків, останні піддавали попередньому хімічному знежиренню шляхом занурення на 20-30 хвилин в розчин, склад якого наведено в літературі [5]. Після знежирення зразки промивали в гарячій та холодній воді і висушували. Безпосередньо перед проведенням досліду зразки вносили до розчину 6 н H₂SO₄ на 30 сек з метою видалення оксидної плівки та активізації електрохімічних процесів. По закінченню досліджень зразки металу занурювали в спеціальний розчин для зняття продуктів корозії [5] на 10-20 хвилин. Потім пластини промивали в дистильованій воді, висушували та зважували.

Після цього до середовища додавали розчин відповідного аніону в кінцевій концентрації 5%. Після закінчення експерименту визначали швидкість корозії за втратою маси тест-пластин. Контролями експерименту були: 1) стерильне середовище Постгейта «В»; 2) стерильне середовище з додаванням розчину відповідного аніона; 3) культура *Desulfovibrio sp. um.* 10 вирощена без добавок аніонів. Тривалість експерименту 120 днів.

Швидкість корозії металу визначали гравіметрично за формулою:

$$K = \Delta P / S \cdot t;$$

де: K – швидкість корозії; ΔP – втрата маси зразка; S – площа зразка, дм²; t – тривалість експерименту, доба.

Результати та обговорення. Проведені дослідження показали, що швидкості корозії, які спостерігались в модельних лабораторних дослідах із додаванням до тестсистем надлишкових концентрацій різних аніонів, майже повністю співпадають із швидкостями, що були обчислені теоретично для відповідних аніонів. Відхилення не перевищувало 10% і зменшувалось із збільшенням потенціалу корозійної реакції. Зокрема, швидкість корозії, для процесу за участю хлоридного іону, що була теоретично обчислена як 58,8 мг/дм добу, в експерименті становила 58,1 мг/дм добу (рис.2).

Таким чином, отримані нами експериментальні результати підтверджують правильність наших теоретичних міркувань.

Однак, наведені нами розрахунки та результати лабораторних модельних дослідів, що їх підтверджують, стосуються лише випадків, коли в реакційному середовищі додатково присутній тільки один з вищезазначених аніонів. Проте, в реальних умовах експлуатації підземних металевих споруд, в ґрунті завжди одночасно присутні декілька з досліджуваних аніонів. Саме тому нам вбачалося доцільним дослідити, в який спосіб буде змінюватися корозійна активність за умови одночасної присутності декількох акцепторів електронів в реакційному середовищі.

Співвідношення аніонів, у яких вони додавалися до реакційного середовища при лабораторних дослідженнях їх одночасного впливу на швидкість корозії сталевих зразків, наведені в табл.1.

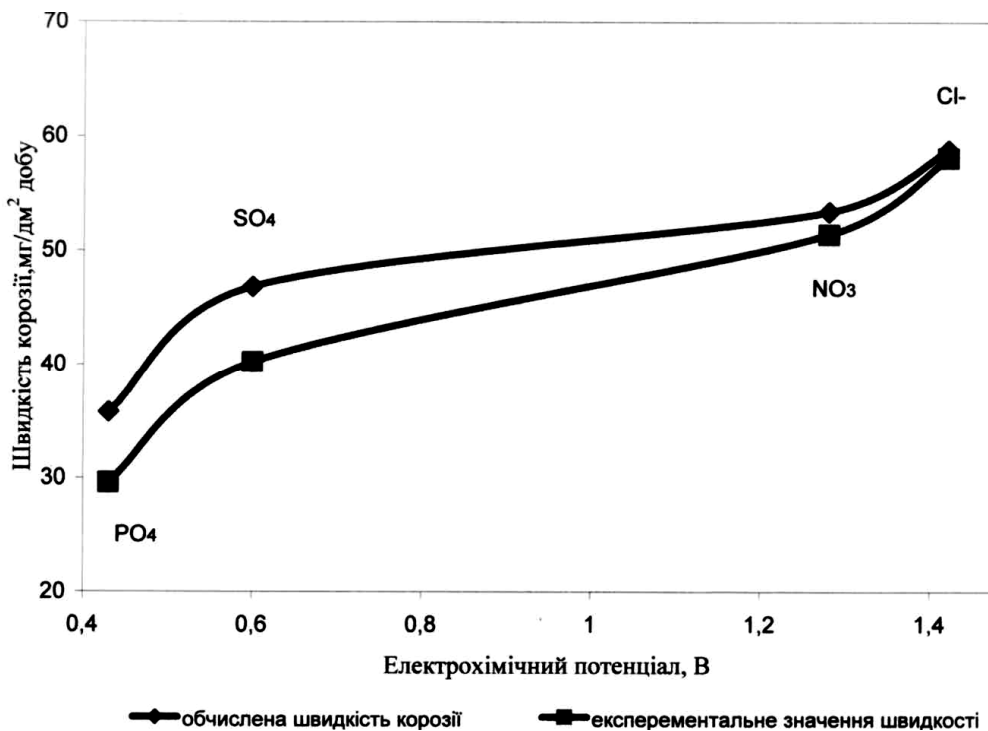


Рисунок 2 – Залежність швидкості корозії від електрохімічного потенціалу окремих аніонів

Таблиця 1 – Залежність значення електрорушійної сили та швидкості корозійної реакції від вмісту аніонних добавок

№	Частка доданого аніону, % від загальної кількості				ξ е.р.с, В	Швид. корозії теор.	Швид. корозії дослід.
	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl			
1	25	25	25	25	0,94	46.5	40,1
2	50	25	25	0	0,69	37.9	33,5
3	50	25	0	25	0,73	42.4	34,6
4	50	0	25	25	0,90	45.7	38,7
5	0	25	25	50	1,19	52.0	50,6
6	25	0	25	50	1,15	51.1	48,7
7	25	25	0	50	0,98	47.4	42,3

При обчисленні наведених в цій таблиці можливих значень корозійних потенціалів та ймовірних швидкостей корозійної реакції ми виходили з принципу парціальності. Тобто, ми вважали, що частка кожного з доданих аніонів в результуючому значенні корозійного потенціалу пропорційна його відносній відсотковій концентрації. Значення корозійних потенціалів окремих аніонів, що бралися до розрахунків, були обчислені нами раніше [3-4]. В найбільш узагальненому вигляді схема, за якою ми проводили наші обчислення, може бути відображена формулою:

$$\xi = 0,43[PO_4^{3-}] + 0,60[SO_4^{2-}] + 1,28[NO_3^-] + 1,42[Cl]$$

З рис.3 видно, що теоретично розраховані ймовірні швидкості корозійних реакцій та результати, отримані в ході модельного лабораторного експерименту, близькі за значеннями. Відхилення не перевищує 15%.

Таким чином, можна стверджувати, що запропонований нами підхід щодо визначення оптимальних значень потенціалу катодного захисту може бути застосований при проектуванні систем протикорозійного захисту в підземному будівництві, а також може розглядатись як основа методології прогнозування корозійної поведінки підземних споруд за умов активного залучення ґрунтових мікроорганізмів до корозійних реакцій.

Література

1 Пиляшенко-Новохатный А.И. Расчет значений потенциалов катодной защиты в условиях микробно индуцируемой коррозии / А.И. Пиляшенко-Новохатный // Экология довкілля та безпека життєдіяльності. – 2005. – №1. – С.69-72.

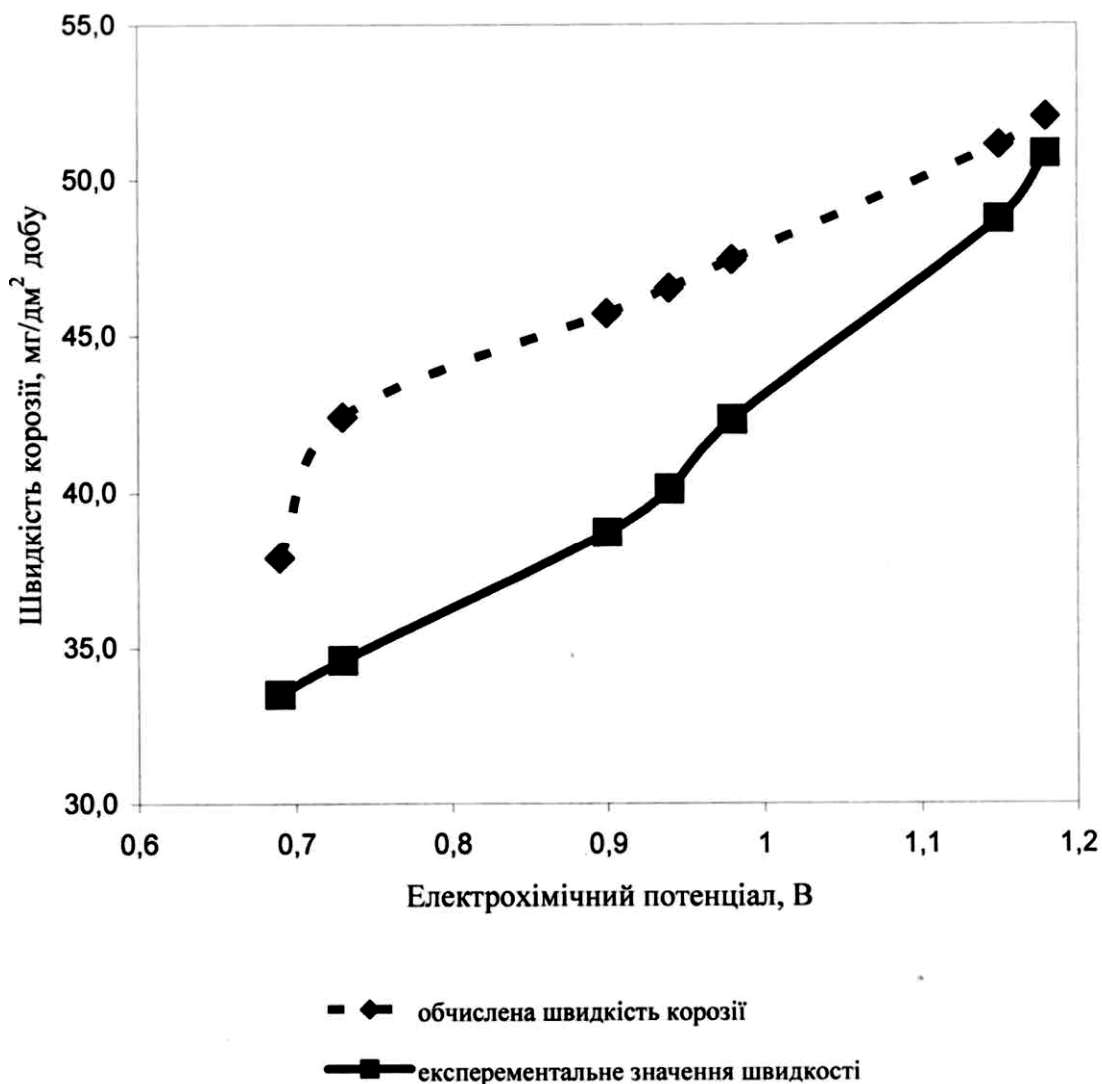


Рисунок 3 – Залежність швидкості корозії від електрохімічного потенціалу суміші аніонів

2 Pilyashenko-Novokhatny A I. Causes lowering effectiveness of cathode protection in conditions of microbial induces corrosion / Pilyashenko-Novokhatny A I. // 13 International Biodeterioration And Biodegradation Symposium (IBBS-13), 4-9 Sept 2005 – Madrid, Spain: Abstracts, 2005. – p. 19.

3 Мікробна корозія підземних споруд / [Андреюк К.І., Козлова І.П., Коптева Ж.П. та ін.] – К.: Наукова думка, 2005. – 259 с.

4 Козлова И.А. Биокоррозия металлов / Козлова И.А., Пиляшенко-Новохатный А.И., Жданова Н.Н., Суббота А.Г. / Неорганическое материаловедение: энциклопедия. – К.: Наукова думка, 2008. – Т.1. – С. 675-690.

5. Защита от коррозии старения и биоповрежденной машин, оборудования и сооружений: справочник; под ред. А.А.Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987. – Т. 1. – 688 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії
22.08.11
Рекомендована до друку професором
Семчуком Я.М.