

УДК 538

С.В.Горобець, О.Ю. Горобець, І.Ю.Гойко

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ КОРОЗІЇ ПО ШВИДКОСТІ ПОТОКІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ НАВКРУГИ МЕТАЛЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ

Вступ

Критерієм протикорозійних випробувань є дані по швидкості корозії металів. Розрізняють декілька видів корозії: 1– по механізму процесу – хімічну та електрохімічну корозію металів: 2 – по характеру корозійної руйнації – загальну і місцеву (корозія плямами, виразками, крапкову, наскрізну, нитевидну, міжкристалітну): 3 – за умовами протікання процесу (корозія під напругою, атмосферна, підземна, мікробіологічна і т.д.). Види корозії металів, обумовлені впливом середовища, дуже різні. Для корозійних досліджень не існує єдиного методу, тому що вони так само різноманітні, як і самі корозійні процеси [1–2]. Так незначна зміна умов, така як наприклад, температури, виду, кількості і розподілу агресивного середовища, світла може зробити сильний вплив на поведінку матеріалів. Особливо важливим параметром є час, тобто в експлуатації корозія повинна протікати дуже повільно, але при цьому корозійні випробування в природних умовах потребують стільки ж часу, скільки складає можливий термін служби

матеріалу. Одним із показників корозії металів є швидкість корозії. Для встановлення швидкості корозії металів у середовищі спостерігають за зміною характеристики матеріалу, наприклад, зміна маси металу, об'єму газу, що виділяється при розчиненні, зміна механічних і електричних властивостей металу і т.д.. Всі існуючі методи потребують крім устаткування і реактивів, проведення великої кількості повторних експериментів, що робить їх тривалими, трудо- і енергоємними.

Постановка задачі

Дана стаття є продовженням ряду досліджень започаткованих і розроблених в [3-4]. В даних статтях було виявлене нове явище багатовихрового магніто-гідродинамічного перемішування (МГДП) електролітів навкруги металевих елементів різних форм і розмірів під дією постійного магнітного поля (МП) [5-9]. Вивчено, що МГДП призводить до прискорення корозії металевих поверхонь у різних електролітах [10], прискоренню біосорбції іонів міді дріжджами [11], прискоренню відновлення шестивалентного хрому [12] і т.д.

Метою даної роботи була перевірка припущення, що швидкість потоків електроліту навкруги металевих елементів корелює із швидкістю корозії цього елемента.

Результати експерименту та їх обговорення

Для визначення швидкості корозії і швидкості потоків розчину навкруги металевих елементів, що виникають під дією постійного МП була використана установка, що складалася з електромагнітної системи і системи візуалізації [13]. Електромагнітна система установки створює однорідне МП у повітряному зазорі між його полюсними наконечниками. До установки кріпиться мікроскоп, оснащений відеокамерою, що виводить зображення на монітор комп'ютера. Візуалізація руху потоків здійснювалась додаванням до розчину газової сажі. Швидкість потоків розчину визначалась за часом проходження контрольної відстані. Кювета зі зразком і електролітом поміщалася між полюсними наконечниками електромагніта, магнітне поле в зазорі якого складало від 0 до 320 кА/м.

У якості електроліту використовувалась 14 % азотна кислота (HNO_3), в яку занурювали металеві елементи. У якості металевих елементів використовували циліндри із вуглецевої сталі (ДОСТ 1050–88) діаметром 0,524 мм і довжиною 27 мм та із карбонільного заліза діаметром 0,50 мм і довжиною 26 мм. Кювету з металевим елементом, що була занурена в азотну кислоту, поміщали в установку. Дослідження проводили з різною напруженості МП з 0 до 320 кА/м протягом 1 - 15 хвилин. Після проведення експерименту металеві елементи протиралися спиртом і висушувались. Паралельно вимірювали швидкість потоків електроліту. Швидкість корозії визначали по формулі:

$$V_{\text{кор}} = \frac{\bar{M}}{\tau} ,$$

$$\text{де } \bar{M} = \frac{m_1 - m_2}{S} ,$$

$\bar{M}$ - усереднена питома втрата маси , г/см²;

m_1 і m_2 - маса зразка до і після експерименту, г;

S - площа поверхні, що кородує, см²;

τ - час експерименту, г.

На рис.1 показана залежність швидкості потоків розчину навкруги сталевго циліндра в залежності від напруженості поля від 80 до 320 кА/м, а також без МП. На рис.2 показана залежність швидкості корозії сталевго циліндра в залежності від напруженості поля від 80 до 320 кА/м, а також без МП.

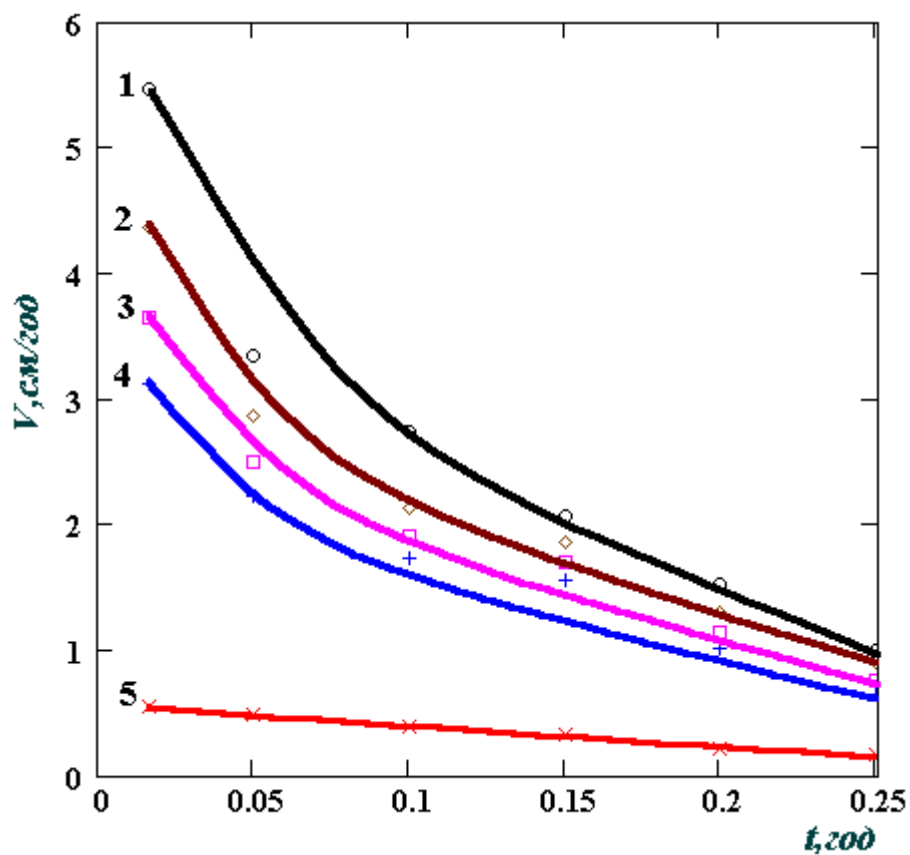


Рис.1 Залежність швидкості потоків розчину навкруги сталевго циліндра в залежності від напруженості магнітного поля: 1 – 320 кА/м; 2 – 240 кА/м; 3 – 160 кА/м; 4 – 80 кА/м; 5 – без МП.

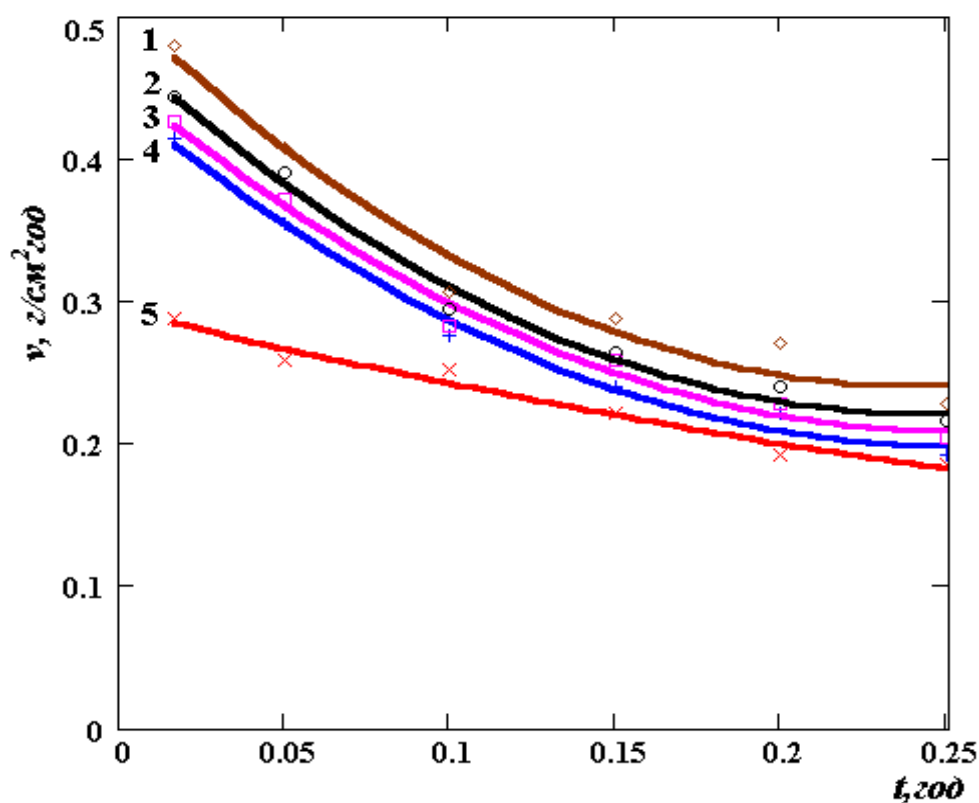


Рис.2 Залежність швидкості корозії сталевго циліндра в залежності від напруженості магнітного поля: 1 – 320 кА/м; 2 – 240 кА/м; 3 – 160 кА/м; 4 – 80 кА/м; 5 – без МП.

Вимірюючи швидкості потоків і корозії сталевго циліндра і вираховуючи коефіцієнт їх кореляції ми одержали криву (рис.3). Коефіцієнт кореляції (($\text{corr}(v(t), V(t))$), визначається стандартними засобами пакета Math Card, що повертає Персонівський коефіцієнт кореляції функції $v(t)$ та $V(t)$ швидкості корозії та швидкості потоків розчину азотної кислоти.

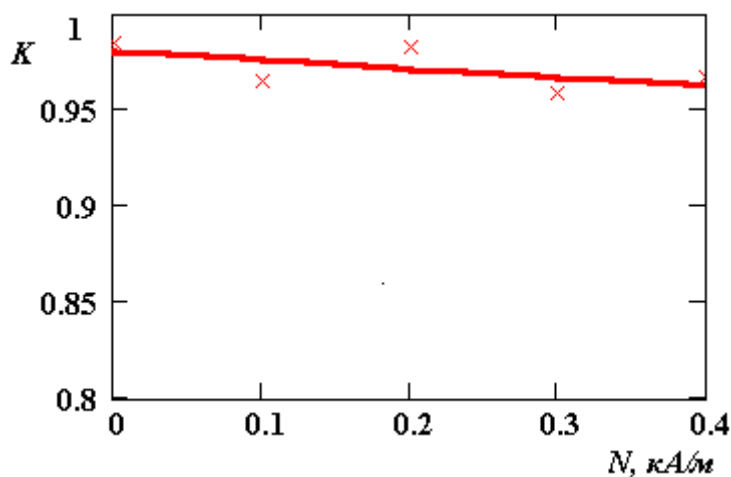


Рис.3 Коефіцієнт кореляції швидкості корозії та швидкості потоків електроліту навкруги сталюого циліндра

Аналогічно було проведено експерименти з циліндрами із карбонільного заліза. На рис. 4 – 5 показано швидкості потоків розчину навкруги циліндра із карбонільного заліза при різних розмірах МП та швидкості корозії карбонільного заліза. На рис. 6 показано коефіцієнт кореляції швидкості потоків і швидкості корозії карбонільного заліза.

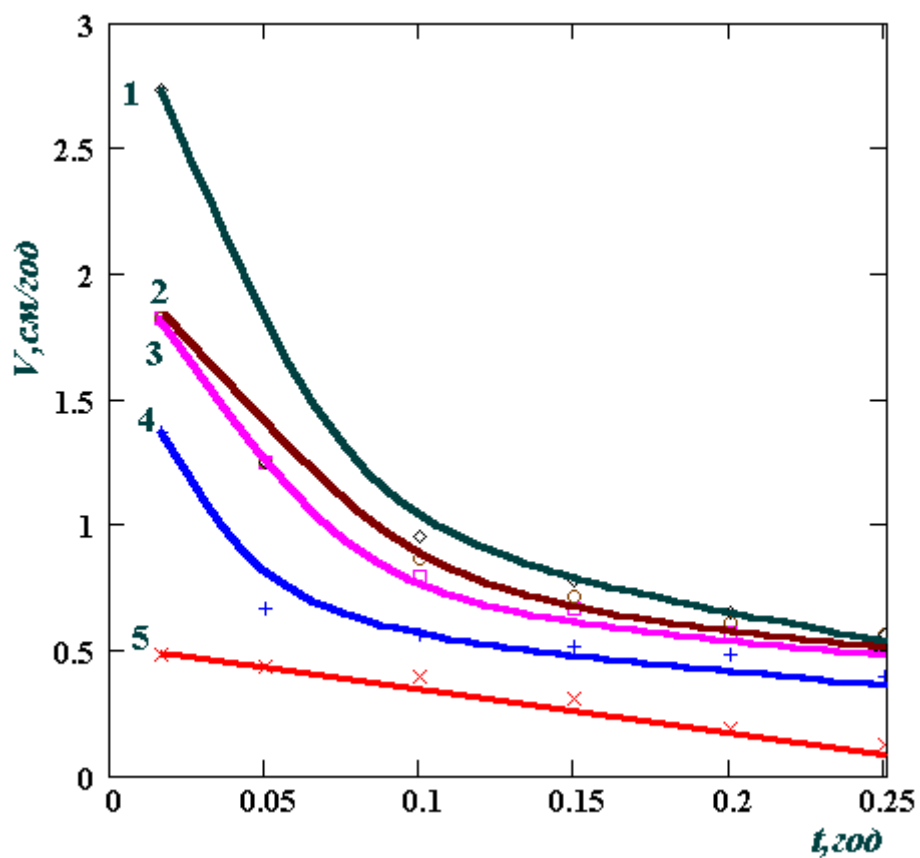


Рис.4 Залежність швидкості потоків розчину навкруги циліндра з карбонільного заліза в залежності від напруженості магнітного поля: 1 – 320 кА/м; 2 – 240 кА/м; 3 – 160 кА/м; 4 – 80 кА/м; 5 – без МП.

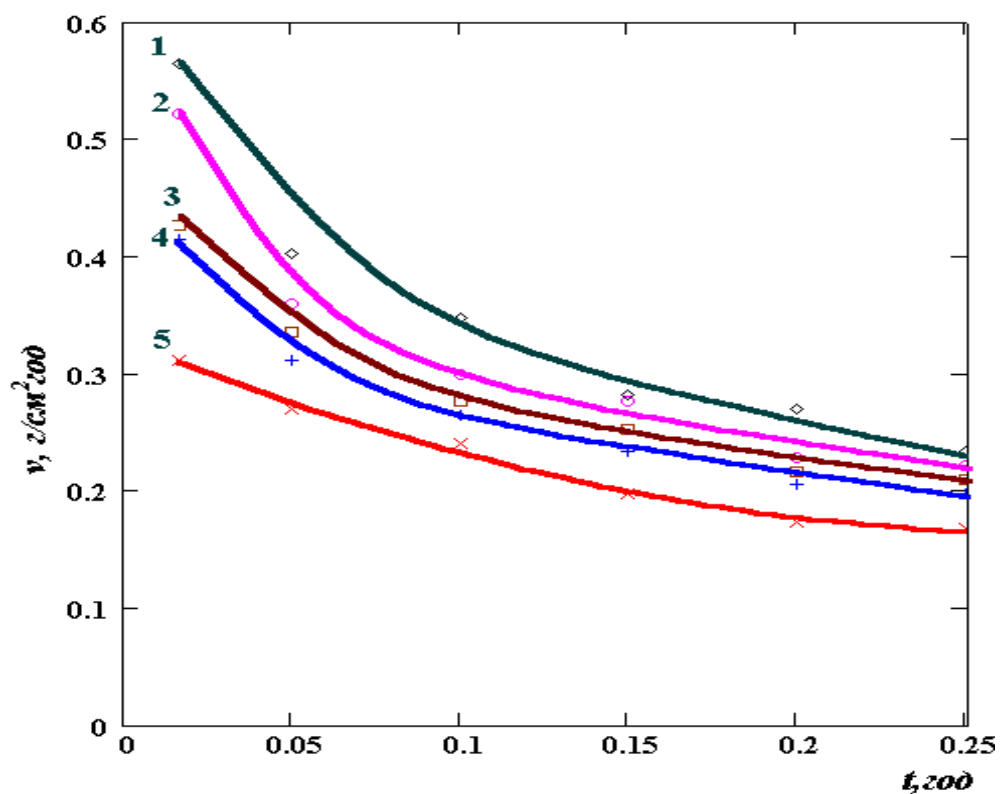


Рис.5 Залежність швидкості корозії циліндра із карбонільного заліза в залежності від напруженості магнітного поля: 1 – 320 кА/м; 2 – 240 кА/м; 3 – 160 кА/м; 4 – 80 кА/м; 5– без МП.

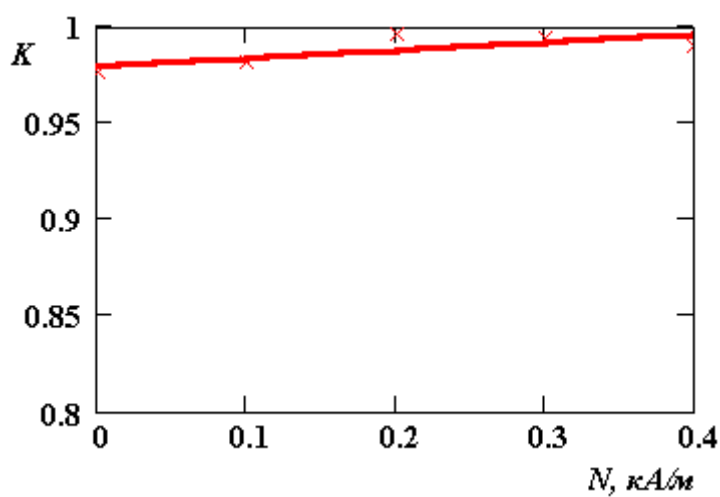


Рис.6 Коефіцієнт кореляції швидкості корозії та швидкості потоків електроліту навкруги карбонільного заліза

Як видно з рис.3 і 6 коефіцієнт кореляції близький до 1, що говорить про те, що швидкість корозії металу і карбонільного заліза можна знаходити по швидкості потоків розчину, що виникають під дією постійного МП.

Висновки

Отримані результати показали, що швидкість потоків електроліту, що виникають під впливом постійного магнітного поля, корелює зі швидкістю корозії цього елементу. Крім того, з'ясовано, що корозія металевих елементів прискорюється при збільшенні напруженості зовнішнього МП. Таким чином, цей факт можна використовувати при вивченні механізму корозійних процесів, які проходять з різними деполяризаторами.

1. *Тодт Ф.* Коррозия и защита от коррозии.—Л.: Химия, 1967.— 709 с.
2. *Исаев Н.И.* Теории еоррозийных процессов.— М.: Металлургия, 1977.— с.18-25.
3. *Gorobets S. V., Gorobets O. Yu., Reshetnyak S. A.* Electrolyte vortex flows induced by a steady-state magnetic field in the vicinity of a steel wire used as an accelerator of the chemical reaction rate // *Magnetohydrodynamics*.— 2003.— 39 №. 2.— P. 211 - 214.

4. *Gorobets Yu. I., Gorobets O. Yu., Mazur S. P.* Vortex structure of electrolyte in a steady magnetic field in the vicinity of a metallic cylinder // *Magnetohydrodynamics.*– 2004.– **40** №1.–P. 17 - 23.
5. *Gorobets Yu. I., Gorobets S.V.* Formation of stationary flows of liquid in vicinity of ferromagnetic packing in constant magnetic field // *Magnetohydrodynamics.*–2000.– **36** № 1.–P. 75 - 78.
6. *Gorobets S.V., Gorobets O.Yu., Bandurka N.P.* Stationary flows of liquid in the vicinity of the small ferromagnetic particles in constant homogeneous magnetic field // *The Physics of Metals and Metallography.*– 2001.– **92**, Suppl. 1.– P.197-198.
7. *Gorobets S.V, Gorobets O.Yu.* Unidirectional mass transfer effect in electrolytes in the vicinity of a chain of iron balls in a PMF // *Magnetohydrodynamics.* – 2002.– **38**. №4. – P. 421-423.
8. *Gorobets S.V., Gorobets O.Yu., Gorobets V.Yu.* Formation of directional fluid flows in a vicinity of a high-gradient ferromagnetic beads in a permanent magnetic field // *Journal of Molecular Liquids.* – 2003.– **105/2**.№ 3.–P. 265-268.
9. *Gorobets S.V., Gorobets O.Yu,* Stationary flows of liquid in the vicinity of the small ferromagnetic particles in permanent homogeneous magnetic field // *Journal of Molecular Liquids.* . – 2003.– **105/2**.№ 3.–P. 269-271.
10. *Gorobets S.V., Gorobets O.Yu., Reshetnyak S.A,* Permanent magnetic field as an accelerator of chemical reaction and an initiator of rotational motion of

electrolyte flows near thin steel wire // Journal of Magnetism and Magnetic Materials.– 2004.– 272-276.– P. 2408-2409

11. *Gorobets S.V., Gorobets O.Yu., Kasatkina T.P., Ukrainetz A.I., Goyko I.Yu.* Intensification of the process of sorption of copper ions by yeast of *saccharomyces cerevisiae* 1968 by means of a permanent magnetic field // Journal of Magnetism and Magnetic Materials.–2004.– 272-276.– P. 2413-2414.
12. *Gorobets S.V., Gorobets O.Yu., Kasatkina T.P., Goyko I.Yu* Intensification of Cr ion extraction from solution in a permanent magnetic field by means of cementation on a metallic matrix // Abstracts of the MMM Intermag Conference.– 2004.–HS-15.
13. *Горобец С.В., Пименов Ю.П.* Установка для исследования взаимодействия насадок магнитных фильтров с неферромагнитными частицами //Наука производству.–1998.– №4.– с.28-31.