

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

САМООРГАНІЗОВАНА **КВАЗИПЕРІОДИЧНА**
МІКРОСТРУКТУРА ПОВЕРХНІ ЗАЛІЗНОГО ЦИЛІНДРА ПРИ
КОРОЗІЇ В ЕЛЕКТРОЛІТАХ І МАГНІТНОМУ ПОЛІ

Вступ

Вплив магнітного поля (МП) на електроосадження, корозію, електродний потенціал та інші аспекти взаємодії металевої поверхні з водними електролітами привертає велику увагу вчених [1-3]. Нещодавно було виявлено ефект значного прискорення корозії металевих зразків в електролітах у постійному МП [4] і виникнення мультівихрової структури електролітів навколо металевого циліндра під дією МП [5].

У роботі [6] був виявлений самоорганізований рух електролітів в околі металевих поверхонь (тобто ефект магніто-гідродинамічного перемішування (МГДП)), як результат дії зовнішнього магнітного однорідного поля без прикладення зовнішнього електричного поля. Цей ефект був досліджений для різних розчинів електролітів, металевих елементів різних форм та розмірів при прикладенні магнітного поля різної величини і напрямку [6-13]. В результаті було з'ясовано, що зазначений ефект перемішування носить досить загальний характер. Відомо, що перемішування інтенсифікує ряд процесів, які протікають в електролітах, включаючи цементацію, електроосадження, біосорбцію. Зокрема, було

експериментально доведено, що зазначений ефект МГД перемішування призводить до прискорення корозії сталевго дроту в азотній кислоті [4], прискорення біосорбції іонів міді дріжджами [12], прискорення вилучення іонів шестивалентного хрому з розчину методом цементації на сталеву насадку [13]. При корозії циліндричного зразка карбонільного заліза в розчин азотної кислоти в присутності постійного магнітного поля було виявлено формування квазівпорядкованої структури на поверхні зразку.

Метою даної роботи є виявлення залежностей квазіупорядкованих структур і їх розподіл на поверхні циліндру з карбонільного заліза від концентрації азотної кислоти в умовах різної напруженості магнітного поля.

Експериментальна частина

Для даних досліджень була використана установка, що складалася з електромагнітної системи і системи візуалізації. Електромагнітна система установки призначена для створення однорідного МП у повітряному зазорі між його полюсними наконечниками і здатна створити МП у діапазоні від 0 до 10 кЕ. В установці застосовується електромагніт, чотири котушки якого з'єднані послідовно – паралельно таким чином, щоб магнітне поле, що створюється в кожній із них, були спрямовані в одну сторону. До установки кріпиться оптичний мікроскоп, що з'єднаний із відеокамерою і комп'ютером (рис.1).



Рис.1 Установка з оптичним мікроскопом.

Кювета зі зразком і електролітом поміщалася між полюсними наконечниками електромагніта. Зразок в кюветі закріплювався згідно методики описаної в [14]. При вмиканні магнітного поля відбувалася самоорієнтація зразка уздовж магнітного поля за рахунок ефекту форми – різниці в розмагнічуючих факторах у подовжньому і поперечному напрямках. У якості досліджуваних зразків використовувалися циліндри з карбонільного заліза діаметром 500 мкм, і довжиною 2 см . При цьому поблизу поверхні зразка в розчині HNO_3 виникали мультівихрові потоки електроліту, індуковані магнітним полем [4, 5].

Досліди проводилися для різних величин зовнішнього магнітного поля: 3 кЕ, 5 кЕ, 7 кЕ та 10 кЕ та при різній концентрації розчину азотної кислоти 7–25 %.

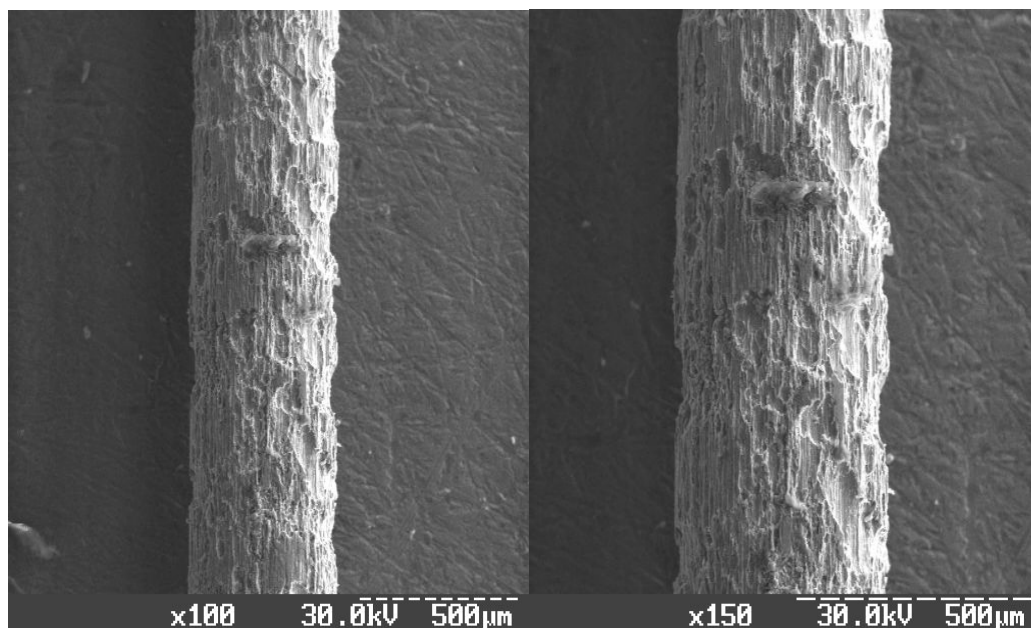


Рис.2 Циліндр після обробки у 10 % розчині азотної кислоти протягом 5 хв у МП напруженістю 10 кЕ.

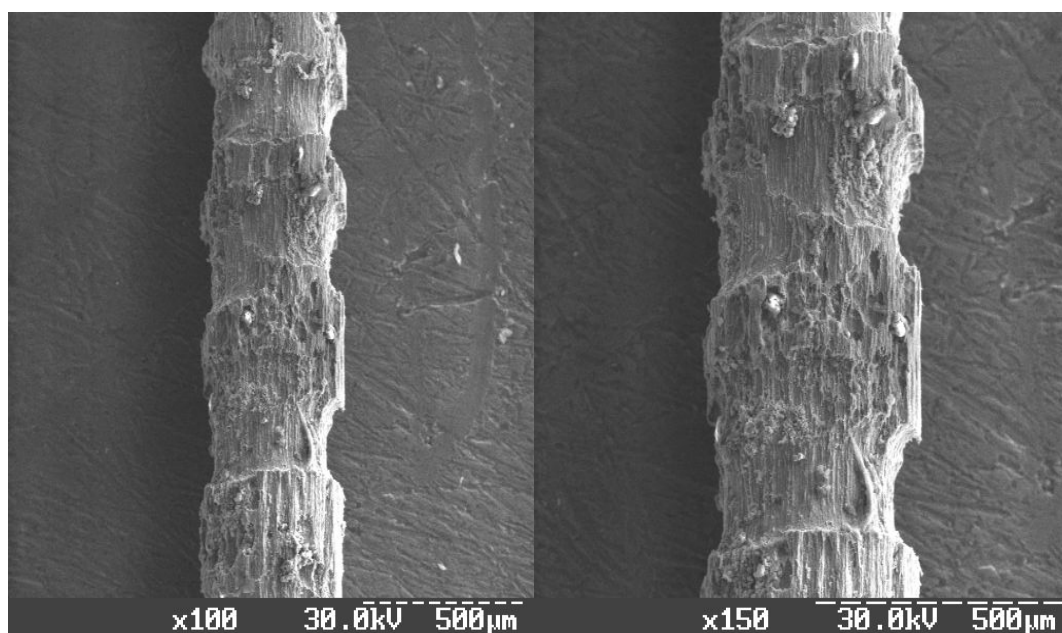


Рис.3 Циліндр після обробки у 10 % розчині азотної кислоти протягом 10хв у магнітному полі напруженістю 10 кЕ.

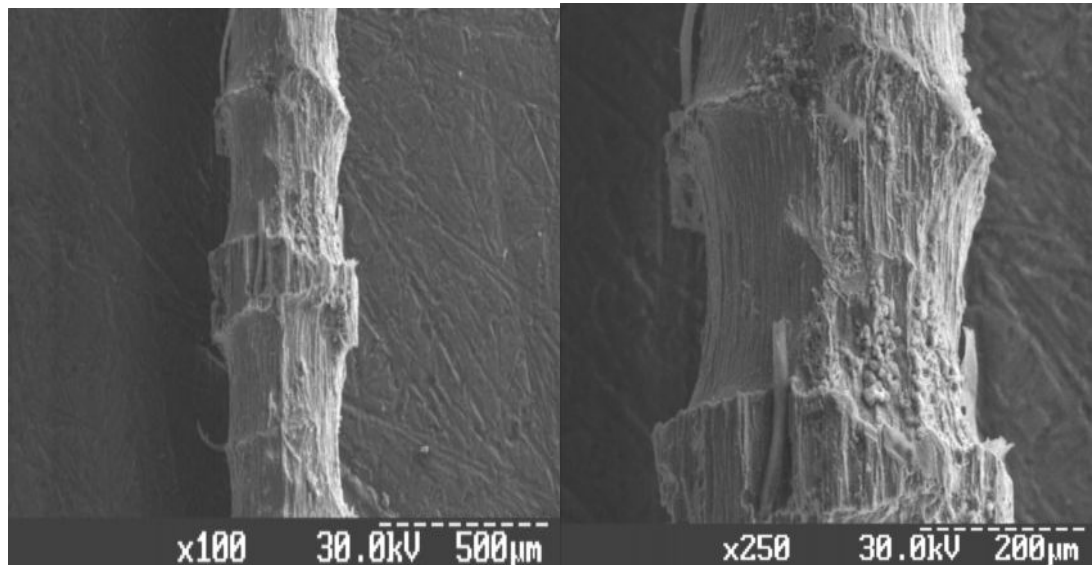


Рис.4 Циліндр після обробки у 10 % розчині азотної кислоти протягом 15 хв у магнітному полі напруженістю 10 кЕ.

Як видно з рисунків, поверхня є структурованою уздовж осі циліндрів, так, що утворюються періодично повторювані бугри і впадини.

В результаті експериментів встановлено, що рельєф періодичних неоднорідностей стає більш глибоким із збільшенням часу експозиції циліндрів в азотній кислоті.

Характерні розміри неоднорідностей поверхні циліндра визначались згідно схеми показаної на рис.5. Експерименти показали, що довжина бугрів зменшується і довжина впадини збільшується зі збільшенням часу проходження хімічної реакції, збільшенням концентрації азотної кислоти та збільшенням напруженості магнітного поля.

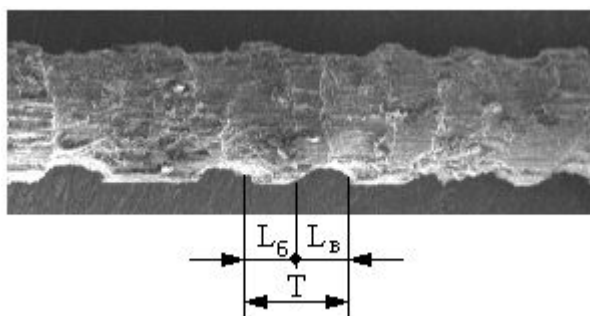


Рис.5 Періодична структура циліндра з карбонільного заліза при його корозії в водному розчині азотної кислоти в постійному магнітному полі величиною 7 кЕ, де: T – період структури; $L_{\text{б}}$ – ширина бугорків. $L_{\text{в}}$ – ширина впадин.

Регулярні періодично-структуровані поверхні зразків, які показані на рис.2-4, були отримані в результаті корозії циліндру з карбонільного заліза в водному розчині азотної кислоти у постійному магнітному полі. Залежність періоду мікронеоднорідностей циліндра від концентрації розчину азотної кислоти в МП напруженістю 10 кЕ показана на рис.6.

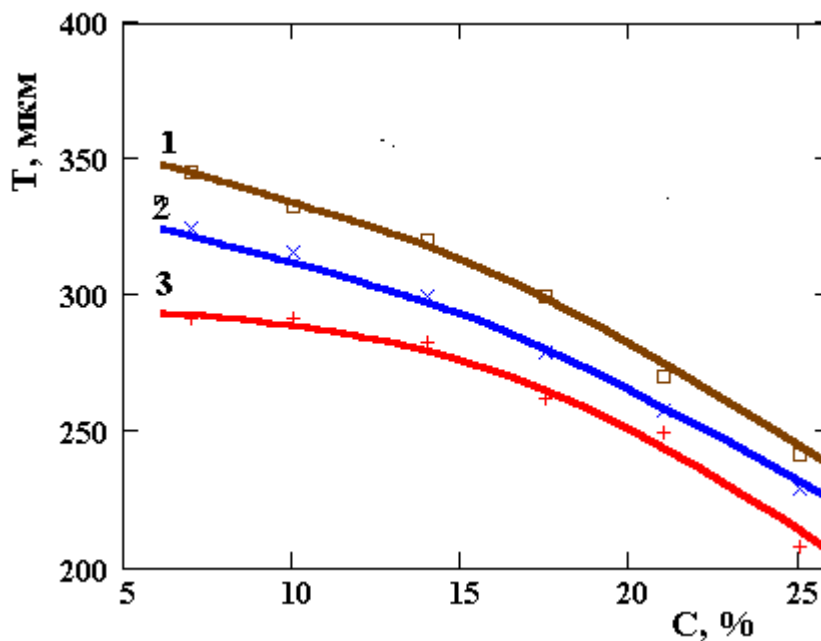


Рис.6 Залежність періоду мікронеоднорідностей циліндра з від концентрації розчину азотної кислоти в МП напруженістю 10 кЕ, де 1– протягом 5 хвилин, 2 – 10 хвилин, 3 – 15 хвилин.

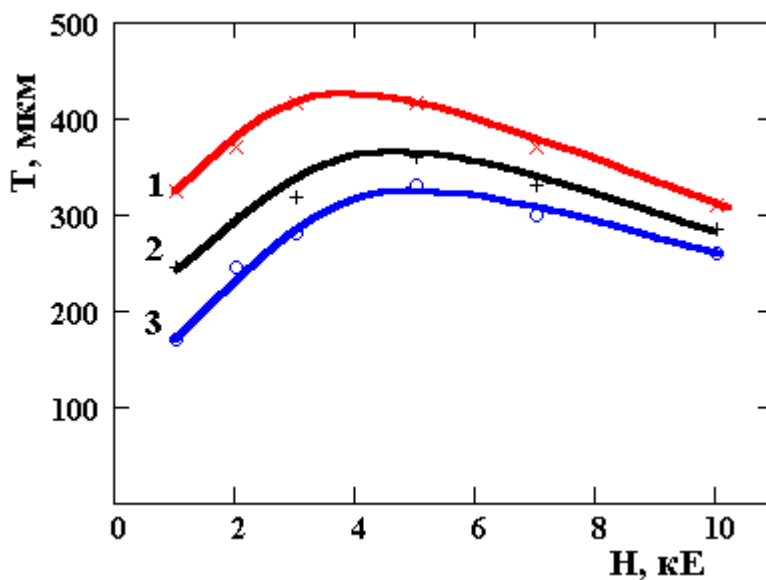


Рис.7. Залежності періоду мікронеоднорідностей циліндра від напруженості магнітного поля за 10 хвилин хімічної реакції при різній концентрації азотної кислоти, де: 1– 7% , 2 – 15%, 3 – 20%.

Висновки

В результаті експериментів встановлено, що поверхня періодичних неоднорідностей набуває більш виразного рельєфу зі збільшенням часу експозиції реакції в азотній кислоті.

Довжина бугрів L_b зменшується і довжина впадини L_v збільшується зі збільшенням часу проходження хімічної реакції, збільшенням концентрації азотної кислоти, та збільшення напруженості магнітного поля.

При збільшенні величини постійного магнітного поля період мікронеоднорідностей T спочатку зростає при наблизенні величини магнітного поля до 4-5 кЕ і при подальшому збільшенні його величини, спостерігається зменшення періоду T .

Період мікроструктур зменшується з підвищенням концентрації електроліту.

Література:

1. R. A.Tacke, L. J.Janssen, J. Appl. Electrochem., **25**:1 (1995).
2. J. M. D. Coey, G. Hinds, M. E. G. Lyons, Europhysics Letters, **47**:267 (1999).
3. R. Aogaki, Magnetohydrodynamics, **37**: 143 (2001).
4. S.V.Gorobets, O.Yu.Gorobets, S.A.Reshetnyak, Magnetohydrodynamics, **39**: 211(2003).

5. Yu. I.Gorobets, O.Yu.Gorobets, S. P.Mazur, Magnetohydrodynamics, **40**:17 (2004).
6. Yu. I. Gorobets, S.V. Gorobets, Magnetohydrodynamics, **36**: 75(2000).
7. S.V. Gorobets, O.Yu.Gorobets, N.P. Bandurka, The Physics of Metals and Metallography, **92**: 197(2001).
8. S.V. Gorobets, O.Yu.Gorobets, Magnetohydrodynamics, **38**: 421 (2002).
9. S.V. Gorobets, O.Yu. Gorobets, V.Yu. Gorobets, J.of Molecular Liquids, **3** :265 (2003).
10. S.V. Gorobets, O.Yu. Gorobets, J. of Molecular Liquids, **3** :269 (2003).
11. S.V.Gorobets, O.Yu.Gorobets, S.A.Reshetnyak, J.MMM **272-276**: 2408 (2004).
12. S.V Gorobets, O. Yu.Gorobets, T.P. Kasatkina et al., JMMM, **272-276**:2413 (2004).
13. S.V Gorobets, O. Yu.Gorobets, T.P. Kasatkina, I.Yu. Goyko, Abstracts of the MMM Intermag Conference (2004).
14. С.В.Горобец та ін. Наукові вісті НТУУ “КПІ” **5**:106 (2005).