

натрію // 6-а наук. конф. “Львівські хімічні читання - 97”. 1997. С. 190. 3. Яворський В. Т., Знак З. О., Гелеш А. Б. Отримання стабілізованої полімерної сірки кислотним розкладом натрію тіосульфату // Вісн. ДУ “Львівська політехніка”. 1999. № 361. С. 11–15. 4. Яворський В., Знак З., Гелеш А. До питання про можливий механізм кислотного розкладу натрію тіосульфату з отриманням полімерної сірки // 7-а наук. конф. “Львівські хімічні читання - 99”. 1999. С. 33. 5. Яворський В. Т., Знак З. О., Гелеш А. Б. Дослідження стабільності полімерної модифікації сірки // Вісн. ДУ “Львівська політехніка”. 2000. № 395. С. 9–11. 6. Яворский В.Т., Гелеш А.Б., Знак З.О. Утилизация отработанных поглотительных тиосульфатных растворов с получением полимерной серы. Спб., 2000. 7. Meyer. *Sulfur, Energy, and Environment*. Amsterdam – Oxford – New York. 1977.

УДК 620.197.

**М.С. Хома<sup>\*</sup>, А.В. Залузець<sup>\*</sup>, О.М. Колтун, О.В. Вольватенко**  
 Національний університет “Львівська політехніка”,  
 кафедра хімії і технології неорганічних речовин  
<sup>\*</sup> Фізико-механічний інститут ім.Г.В.Карпенка НАН України

## **КОРОЗИЙНА ТРИВКІСТЬ ГАРЯЧИХ ПОКРИТЬ НА ОСНОВІ ЦИНКУ ТА АЛЮМІНІЮ**

© Хома М.С., Залузець А.В., Колтун О.М., Вольватенко О.В., 2000

**Випробування гарячих покриттів на основі Zn, Zn-5% Al та Zn-55% Al-1,6% Si в 3%-му розчині NaCl та у воді з водогону показали, що легування алюмінієм знижує швидкість корозії.**

**It has been shown that doping by Al of hot dip galvanized covering on basis of Zn, Zn-5% Al and Zn-55% Al-1,6% Si in 3%-solution NaCl and in water–pipe decreases of corrosion rate.**

Одним з основних методів захисту металоконструкцій від атмосферної корозії є нанесення гарячих цинкових та цинк-алюмінієвих покриттів. Для порівняння їх захисної дії проводять випробування на кліматичних станціях або в камерах тепла й вологи за спеціальними програмами [1]. Але це вимагає багато часу. Прискорені дослідження на корозійну тривкість найчастіше ґрунтуються на електрохімічних підходах. Для моделювання корозійних процесів, що протікають на металах у прибережних смугах можна використовувати розчини хлоридів або воду з водогону. Мета цієї роботи: порівняння захисних властивостей гарячих покриттів на основі цинку та алюмінію у різних водних розчинах.

**Матеріали та методи досліджень.** Випробування проводили на пластинчастих зразках із сталі 08кп із гарячими покриттями: GALFAN фірми NAGDA (на основі Zn–5%Al) виробництва США, а також на одержаних The Polish Galvanizers Society GALVALUME (на основі Zn–55%Al-1.6%Si), ALUZAN (на основі чистого Al). Корозійну тривкість цих покриттів порівнювали із традиційним цинковим покриттям. Товщина усіх покриттів становила 15 – 20 мкм.

Електрохімічні дослідження проводили за допомогою потенціостата П-5848. Поляризаційні криві знімали із швидкістю розгортки 1 мВ/сек і за ділянками Тафеля визначали значення густини струму корозії. Використовували насичений хлорсрібний електрод порівняння. Робочими середовищами були 3%-ий розчин NaCl та вода з водогону (рН=7,2;  $[Cl^-]=126$  мг/л  $[SO_4^{2-}]=202$  мг/л). Кожну криву знімали на окремому зразку з виділеною водостійким лаком робочою поверхнею площею  $\sim 1$  см<sup>2</sup>.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Електрохімічні дослідження гарячих цинкових та алюмінієвих покриттів показали, що в розчині хлориду натрію корозійні процеси протягом перших 80–100 год. визначаються кінетикою катодних реакцій, а пізніше настає змішаний анодно-катодний контроль. Це пов'язано зі зростанням із часом швидкості катодної реакції та підвищенням анодної поляризованості при формуванні в середовищі поверхневих захисних плівок. Швидкість розчинення цинкового покриття протягом перших 500 год. експозиції зменшується від  $7,0 \cdot 10^{-5}$  до  $1,0 \cdot 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup> (рис.1, крива 1). Далі спостерігається повільне її зростання до  $2,2 \cdot 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup> при часі витримки 2000 год. Густина струму корозії гарячого алюмінієвого покриття істотно менша – вона дорівнює  $(6,1 - 9,0) \cdot 10^{-7}$  А/см<sup>2</sup> і практично не змінюється протягом усього експерименту (рис.1, крива 4). Це пояснюється вищою стабільністю у цьому середовищі поверхневих захисних плівок на алюмінію, ніж на цинку.

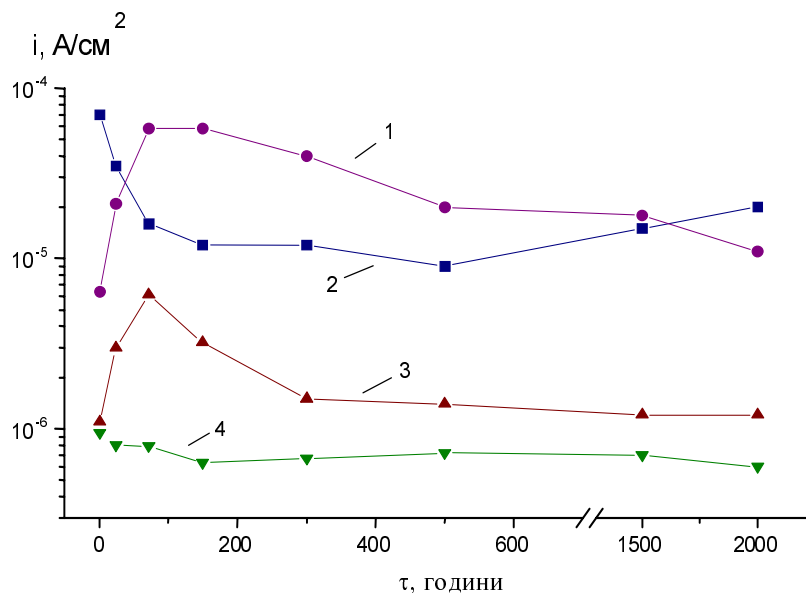


Рис. 1. Залежність струму корозії сталі 08кп з гарячими покриттями на основі Zn (1), Zn – 5%Al (2), Zn – 55%Al-1,6%Si (3), Al (4) від часу експозиції у 3%-му розчині NaCl

При легуванні цинкового покриття 5% алюмінію протягом перших 100 – 120 год. витримки у 3%-му розчині NaCl густина струму корозії зростає від  $6,8 \cdot 10^{-6}$  до  $7,0 \cdot 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup> (рис.1, крива 2). Тобто при початкових нижчих значеннях швидкість розчинення порівняно з покриттям Zn стає за цей час більшою в  $\sim 7$  разів. Однак надалі вона монотонно спадає і через 2000 год. становить  $1,1 \cdot 10^{-5}$  А/см<sup>2</sup>. У цьому випадку корозійні процеси протікають спочатку при анодно-катодному контролі, а потім визначальним стає ступінь гальмування анодних реакцій. Це пояснюється тим, що це покриття на поверхні складається з евтектики

практично чистих цинку та алюмінію і внаслідок електрохімічної гетерогенності спочатку спостерігається підвищена швидкість корозії [2, 3]. Внаслідок меншої швидкості розчинення Al, ніж Zn (криві 1 та 4) поверхнева концентрація останнього буде зменшуватись, а корозійна тривкість покриття зростати, що може мати визначальне значення при довготривалій експлуатації металевих конструкцій з покриттям GALFAN.

Покриття GALVALUVE (рис. 1, крива 3), що сформоване із розплаву Zn-55%Al-1,6%Si, протягом першої години експозиції у розчині за швидкістю корозії незначно відрізняється від чистого алюмінієвого. Але протягом наступних  $\sim 50$  год. вона зростає від  $1,1 \cdot 10^{-6}$  до  $8,2 \cdot 10^{-6}$  А/см<sup>2</sup>. Надалі її величина зменшується і через  $\sim 400$  год. стабілізується на рівні  $(1,2 - 1,4) \cdot 10^{-6}$  А/см<sup>2</sup>. Отже, це покриття майже на порядок має меншу швидкість розчинення, ніж цинкове та GALFAN.

Значно менше за швидкістю корозії відрізняються ці покриття у прісній воді з водогону. Спочатку густина струму корозії для покриттів на основі Zn, Zn-5%Al та Zn-55%Al-1,6%Si відповідно дорівнює  $1,1 \cdot 10^{-6}$ ,  $1,3 \cdot 10^{-6}$  та  $5,1 \cdot 10^{-6}$  А/см<sup>2</sup>. Далі вона зменшується і через 120 год. витримки у середовищі для першого та через 320 – 360 год. для двох інших досягає мінімальних значень –  $2,1 \cdot 10^{-8}$ ,  $1,6 \cdot 10^{-8}$  та  $2,2 \cdot 10^{-9}$  А/см<sup>2</sup>.

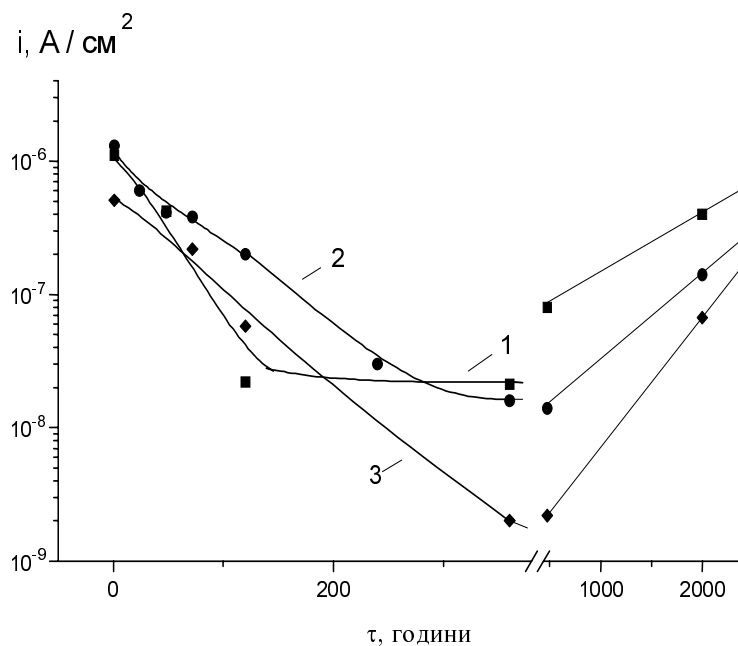


Рис. 2. Залежність струму корозії сталі 08кп з гарячими покриттями на основі Zn (1), Zn – 5%Al (2), Zn – 55%Al-1,6%Si (3), Al (4) від часу експозиції у водогінній воді

Після 500 год. експозиції починається зростання швидкості корозійних процесів на усіх зазначених покриттях. Наприкінці випробувань вона становитиме –  $4,0 \cdot 10^{-7}$ ,  $1,4 \cdot 10^{-7}$  та  $6,7 \cdot 10^{-8}$  А/см<sup>2</sup>.

Отже, корозійна тривкість гарячих покриттів, які одержані з розплавів Zn, Zn-5%Al та Zn-55%Al-1,6%Si, у 3%-му розчині NaCl зростає із збільшенням в них вмісту алюмінію і після 2000 год. експозиції відповідно становитиме –  $2,2 \cdot 10^{-5}$ ,  $1,1 \cdot 10^{-5}$  та  $1,2 \cdot 10^{-6}$  А/см<sup>2</sup>. У воді з водогону швидкість корозії для них на  $\sim 1,5 - 2$  порядки нижча та менше залежить від

хімічного складу покритть. Враховуючи технологічні ускладнення при нанесенні покритть, що містять алюміній (підвищені вимоги до чистоти поверхні, застосування для ванн спеціальної кераміки, складніше флюсування, більші витрати електроенергії тощо), у прісній воді їх використання може бути економічно не обґрунтованим.

1. Жук Н.П. *Курс теории коррозии и защиты металлов*. М., 1976. 2. Goodwin P., Coutsouradis D. *Galfan the Zn - Al coating for wire* // *Wire Journal*. 1984. 17, № 11. P. 69–78. 3. Kawakami N, Urai M., Furinbara M. *Trigalfa steel wire with Improved Corrosion Resistance and Formability* // *Wire Journal*. 1984. 17, №10. P. 64–61. 4. Квятковський Л., Квсценъ Ю., Шусткевич Т. / *Пришвидшені корозійні випробу для оцінки захисних властивостей алюмінієвих і цинкових покритть* // *Фіз.-хім. механіка матеріалів*. 1996. № 6. С.43–49.

УДК 678. 622.32

В.Д. Пархоменко, Б.І. Мельников, В.М. Набивач, М.М. Шапа  
Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпропетровськ

## ВПЛИВ ДОБАВКИ НЕОРГАНІЧНОГО НАПОВНЮВАЧА НА ДИСПЕРСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСТИНОК КАРБАМІДОФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПОЛІМЕРІВ

© Пархоменко В.Д., Мельников Б.І., Набивач В.М., Шапа М.М., 2000

Досліджено залежність гранулометричного складу карбамідоформальдегідних полімерів від добавки частинок неорганічного наповнювача (діоксиду титану). Визначено середні розміри частинок зразків і розраховано коефіцієнти полідисперсності. Наведено мікрофотографії частинок та гістограми розподілу частинок за розмірами.

Inquired into dependence **гранулометричного** of polymer **карбамідоформальдегідного** storage on **частинок** addition of inorganic **наповнювача** (to **діоксиду титан**). **Defined** the middle **standards** **частинок** **dimensions** and calculated the **coefficients** **полідисперсності**. Brought over **частинок** micrographies and **частинок** distribution **гістограми** for **dimensions**.

Останніми роками підвищився інтерес до використання карбамідоформальдегідних полімерів (КФП), отриманих у кислому середовищі у вигляді дисперсних частинок як наповнювачів лакофарбових композицій [1–4]. Це зумовлено низькою вартістю КФП та можливістю регулювання властивостей в процесі їх отримання.

Відомо, що найбільш важливими показниками, що визначають вибір наповнювача, є розміри і форма частинок, а також полідисперсність (розподіл за розмірами) [5].

У роботі [6] показано вплив співвідношення реагентів (карбаміду та формальдегіду) у реакційній суміші, а також їх вмісту на середній розмір частинок, їхню форму, а також їхній фракційний склад. Показано, що зміна мольної частки формальдегіду при сумарному постійному вмісті вихідних реагентів у розчині призводить до утворення частинок, що не відрізняються суттєво за розмірами. Проте, незважаючи на відносну наближеність дисперсного складу одержуваних продуктів, із збільшенням мольної частки формальдегіду