

Література

1. Grechanyuk V. G. Copper and Molybdenum-Based Nanocrystalline Materials/ Grechanyuk V. G., Grechanyuk N. I., Chornovol V. O., Kozyrev A. V. *Металофізика і новітні технології.* – 2022, 44(7), 927-942.
2. N. I. Grechanyuk Properties of Cu–Mo Materials Produced by Physical Vapor Deposition for Electrical Contacts/ Grechanyuk N. I., Konoval V. P., Grechanyuk V. G. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics* , 2021, 60(3-4), P. 183–190.
3. Grechanyuk M. I., Grechanyuk V. G., Manulyk A. M., Grechanyuk I. M., Kozyrev A. V., Gots V. I. Massive Dispersion-Strengthened Composition Materials with Metal Matrix Condensed from the Vapour Phase /*Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii*, 2022, 20(3), pp. 683–692
4. Grechanyuk M. I., Grechanyuk V. G., Shapovalov V.A., Grechanyuk I. M. Matsenko O. V., Kozyrev A. V., Gots V. I. Massive Microporous Composites Condensed from the Vapour Phase / *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii*, 2022, 20(4), pp. 883–894.
5. Grechanyuk N. I., Grechanyuk V. G. Precipitation-Strengthened and Microlayered Bulk Copper- and Molybdenum-Based Nanocrystalline Materials Produced by High-Speed Electron-Beam Evaporation-Condensation in Vacuum Structure and Phase Composition / *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*, 2018, 56(11-12), 633-646

КОРОЗИЙНА СТІЙКІСТЬ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ Cu- Cr, ОТРИМАНИХ ВИСОКОШВИДКІСНИМ ВИПАРОВУВАННЯМ-КОНДЕНСАЦІЄЮ У ВАКУУМІ

*Гречанюк В. Г.^{1,2}, Гречанюк І. М.¹, Козирєв А. В.¹,
Чорновол В. О.¹, Ковальчук Ю. І.¹*

¹Київський національний університет будівництва і архітектури,

²Інститут електрозварювання ім. Є. О.Патона, м. Київ,

E-mail: eltechnic777@ukr.net

Конденсовані матеріали на основі міді, в тому числі Cu-Cr, широко застосовуються як матеріали електричних контактів [1-4]. Враховуючи, що контакти використовуються в різних галузях техніки і працюють здебільшого в різних середовищах, необхідно вивчення їх корозійної стійкості, особливо у вологій атмосфері, оскільки без цього

показника матеріал не може бути рекомендований для впровадження у виробництво.

Конденсати Cu-Cr отримували на установці Л2 з випаровуванням хрому і міді з роздільних джерел і з осадженням на нерухому підкладку із Ст.3 [5]. Рівномірному осадженню міді та хрому на підкладку сприяло те, що ці компоненти мають близькі температурні залежності тиску пари. Зразки отримували осадженням на сталеву підкладку з попередньо нанесеним розділовим шаром фториду кальцію. Отриманий конденсат являв собою пластину товщиною до 3 мм з градієнтом хімічного складу вздовж плити.

Значення електродних потенціалів в корозійному середовищі для композитів Cu-Cr з різним вмістом хрому позитивні незалежно від концентрації хрому в зразках. Разом з тим слід зазначити, що з підвищенням концентрації хрому значення потенціалів зменшуються (табл. 1).

Гравіметричні дослідження КМ Cu-Cr з різним вмістом хрому проводились у дистильованій і водопровідній воді в стаціонарному та динамічному режимах.

Таблиця 1.

Значення електродних потенціалів системи Cu- Cr

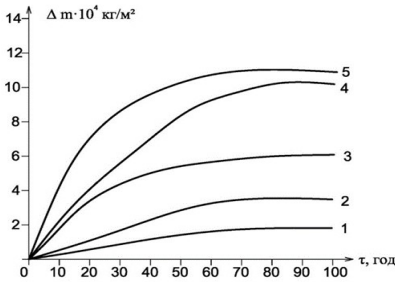
Cu	Cr	Водопровідна вода	Дистильована вода
решта	0,34	+0,431	+0,259
решта	1,75	+0,416	+0,256
решта	14,3	+0,401	+0,251
решта	34,5	+0,398	+0,247
решта	65,7	+0,399	+0,246

У стаціонарному режимі як у водопровідній, так і в дистильованій воді в різних режимах характер зміни маси зразків з різною концентрацією хрому однаковий: зі збільшенням вмісту хрому втрати маси збільшуються. Із наведених гравіметричних залежностей в дистильованій і водопровідній воді в стаціонарному режимі впливає, що зміни маси більші для дистильованої води, що пов'язано з більшою розчинністю кисню і підвищенням агресивності середовища (рис.1). Найбільші зміни маси в стаціонарному режимі як в дистильованій, так і в водопровідній воді простежуються для конденсатів Cu-Cr з вмістом хрому більше 14%.

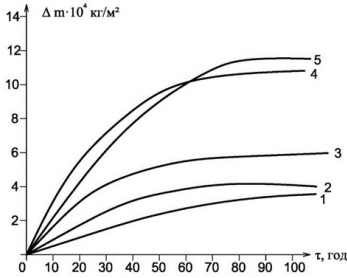
У динамічних умовах характер зміни маси зразків в залежності від вмісту хрому також однаковий для дистильованої і водопровідної води, але у порівнянні зі стаціонарним режимом втрати маси вищі і так

само підвищуються для конденсатів з більшим вмістом хрому (рис. 2). В динамічному режимі відбувається аерація середовища і утворення продуктів корозії прискорюється.

З іншого боку прискорюється руйнування плівки, що утворилася, за рахунок механічного перенесення її продуктів в корозійне середовище в процесі руху середовища. Про це свідчить збільшення концентрації іонів купруму й хрому в середовищі після проведення корозійних досліджень.

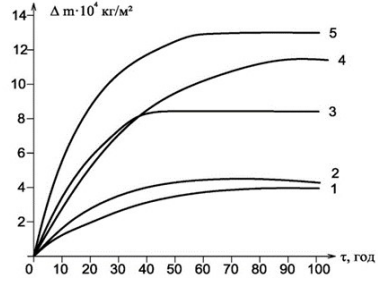


a

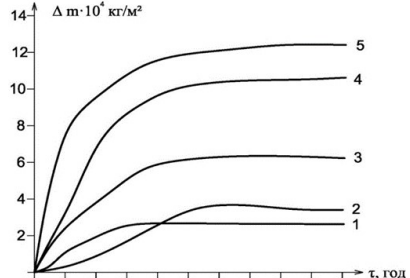


б

Рис. 1. Вплив вмісту хрому на зменшення маси конденсатів Cu-Cr в стаціонарному режимі в водопровідній (*a*) і в дистильованій воді (*б*): 1 – 0,34% Cr, 2 – 1,75% Cr, 3 – 14,3% Cr, 4 – 34,5% Cr; 5 – 65,7% Cr



a



б

Рис. 2. Вплив вмісту хрому на зменшення маси конденсатів Cu-Cr в динамічному режимі в водопровідній (*a*) і в дистильованій воді (*б*): 1 – 0,34% Cr, 2 – 1,75% Cr, 3 – 14,3% Cr, 4 – 34,5% Cr; 5 – 65,7% Cr

Електропровідність середовища підвищується зі збільшенням концентрації іонів купруму і хрому, РН середовища стає більш лужним у зв'язку з утворенням продуктів корозії у вигляді гідроксидів металів.

За результатами гравіметричних досліджень для дистильованої і водопровідної води для статичного й динамічного режимів розраховані вагові й глибинні показники корозії, які показали досить високий бал корозійної стійкості. У динамічному і стаціонарному режимах він скадає 2, а з підвищенням вмісту хрому в конденсатах більше 14,3% знижується до 3.

Не зважаючи на те, що зі збільшенням вмісту хрому до 14,3% в композиційних матеріалах Cu-Cr корозійна стійкість зменшується для всіх конденсатів, але разом з тим вона в 1,5-2 рази вище, ніж для конденсатів, які не містять хрому.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про те, що КМ Cu-Cr з різною концентрацією хрому відрізняються досить високою корозійною стійкістю у дистильованій та водопровідній воді в статичному і динамічному режимах і можуть використовуватись в якості електричних контактів, що працюють у вологому середовищі.

Література

1. Grechanyuk, V., Chornovol, V., Kovalchuk, Yu., Vitovetskaya, T., Gots, V. (2023). Corrosion-resistant Vapor-phase Composite Materials Based on Low-alloy Alloys Copper and Molybdenum for Electrical Contacts of Railway Transport, AIP Conference Proceedings. Vol. 2684 (1)
2. Grechanyuk, N.I., Konoval, V.P., Grechanyuk, V.G., Baglyuk, G.A., Myroniuk, D.V. Properties of Cu–Mo Materials Produced by Physical Vapor Deposition for Electrical Contacts / Powder Metallurgy and Metal Ceramics , 2021, 60(3-4), P. 183–190.
- 3 Grechanyuk.N. I., Grechanyuk V.G. Precipitation-Strengthened and Microlayered Bulk Copper- and Molybdenum-Based Nanocrystalline Materials Produced by High-Speed Electron-Beam Evaporation-Condensation in Vacuum Structure and Phase Composition / Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 2018, 56(11-12), 633-6464.
4. Grechanyuk, N.I., Kucherenko, P.P., Melnik, A.G., Grechanyuk, V.G., Manulyk, A. New Electron-Beam Equipment and Technologies for the Production of Advanced Materials Using Vacuum Melting and Evaporation Methods Developed at SPE [“Eletekhmash”] / Minerals, Metals and Materials Seriesthis, 2019, pp. 105–113.
5. Grechanyuk, N.I., Baglyuk, G.A., Kucherenko, P.P., (...), Grechanyuk, V.G., Smashnyuk, Y.A. Powder metallurgy industry and managerial economics: Laboratory electron-beam multipurpose installation L-2 for producing alloys, composites, coatings, and powders / Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 2017, 56(1-2), c. 147-159.