

ЗМЕНШЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ГАЛЬВАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

REDUCING THE HAZARD OF GALVANIC TECHNOLOGIES

Викл., к.т.н. Ю.К. Гапон, доц., к.т.н. Д.Г. Трезубов, студ. (І рівень) М.М. Коньок

Національний університет цивільного захисту України

Анотація. Показано наявність небезпек технології гальванічного осадження. Запропоновано режим заміни хромово-кислотного електроліту на цитратно-дифосфатний. Досягнуто зменшення утворення водню.

Ключові слова: гальванічна технологія, водень, електроліт, покриття, вихід за струмом.

Annotation. The presence of dangers of galvanic deposition technology is shown. The mode of replacement of chromic-acid electrolyte with the citrate-diphosphate electrolyte is proposed. A reduction in hydrogen formation has been achieved.

Keywords: galvanic technology, hydrogen, electrolyte, coating, current output.

Вступ. Забезпечення безпеки у промисловості є постійно важливою задачею. Високий рівень небезпеки мають електрохімічні технології, зокрема процес катодного нанесення гальванічних покриттів. Такий стан визначається використанням у процесі виробництва небезпечних речовин та утворенням водню. Утворення водню, крім створення пожежної небезпеки [1], означає низький вихід покриття за струмом (10–20 %) [2].

Актуальність. Процес хромування проводять шляхом електроосадження з хромово-кислотного електроліту за співвідношення компонентів по масі 1:100. Оскільки компоненти CrO_3 та H_2SO_4 мають, відповідно, I та II клас небезпеки, то необхідно вживати заходів для запобігання утворення аерозолів та викиду водню й контролювати їх концентрації у повітрі [3]. Для досягнення безпеки застосовують герметизацію обладнання, укриття, поплавки, піни, місцеву вентиляцію, зменшення густини струму, вентилявання приміщення, що визначає додаткові капіталовкладення у технологію. Тривалентний хром є невід'ємним та одночасно шкідливим компонентом кислих електролітів хромування. При подачі напруги на катоді протікають одночасно реакції: відновлення іонів Cr(VI) до металу: $\text{Cr}^{6+} \rightarrow \text{Cr}^0$; неповне відновлення – до Cr(III) : $\text{Cr}^{6+} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$, що викликає накопичення іонів Cr(III) в електроліті; відновлення іонів водню $\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_{\text{адс}}$ та $\text{H}_{\text{адс}} + \text{H}_{\text{адс}} \rightarrow \text{H}_2$. Процес більш інтенсивний за великої анодної та малої катодної поверхні (при співвідношенні 10:1, напрузі 6 В, температурі 550 °С осадження триває 24 год.). Для підвищення ефективності процесу застосовують інтенсивне перемішування для оновлення у прианодному шарі концентрації іонів Cr(III) . Надалі виникає необхідність очищення електроліту від залишків іонів Cr(III) за допомогою іонообмінних смол. Тому створення безпечної й ефективної технології формування металевих покриттів зі збереженням міцності є актуальною задачею.

Безпечна технологія формування гальванічних покриттів. Випробували можливість заміни хромово-кислотного електроліту на цитратно-дифосфатний, компоненти якого мають вже III та IV класи небезпеки. Водночас досліджували можливість використання синергетичного ефекту, тобто заміни одного іона металу в електроліті на декілька, які при осадженні утворюють кластерну будову сплаву та покриття з високими технологічними властивостями. Серед систем, що мають синергетичний ефект, нами обрано для дослідження покриття на основі металів підгрупи Fe, в даному випадку – кобальту. Введення до складу сплаву тугоплавких металів (вольфрам, молібден) дозволяє одержати матеріали, що можуть мати каталітичні, корозійностійкі, магнітні та високоміцні характеристики. Використання саме цих металів для співосадження визначається близьким потенціалом їх виділення. Водночас необхідно відмітити, що індивідуальні покриття вольфрамом і молібденом з водних розчинів не формуються через низьку перенапругу виділення водню та схильність цих металів до катодної пасивації, але вони здатні до осадження у вигляді сплаву саме з металами підгрупи заліза (залізо, кобальт, нікель) [3].

В ході дослідів змінювали склад електролітів при електролітичному осадженні потрібного сплаву «кобальт-молібден-вольфрам» у різних співвідношеннях. Оптимізували вихід за струмом сплаву та водню з врахуванням можливості отримання міцного покриття та зменшення густини струму. Електричний режим процесу нанесення потрібного сплаву забезпечували комбінованим впливом: стаціонарний струм (катодна густина $j = 2-8 \text{ А/дм}^2$) та імпульсний уніполярний ($j = 4-20 \text{ А/дм}^2$); проводили за температур до $60 \text{ }^\circ\text{C}$ й постійного перемішування. За вказаних умов осадження отримано наступний склад покриття, мас. %. Co-53,93, Mo-24,94, W-3,96, O-7,59, C-9,58, Na-0,5. Отримано вихід за струмом покриття до 78% з втратами на побічну реакцію виділення водню – до 22%, у той час як при формуванні хромових покриттів вихід водню за струмом – до 75 %. Отримані покриття виявляються міцно зчепленими з основою, в них немає мікротріщин та вони мають високу адгезію до підкладки. Твердість покриття досягається вище ніж в основи (Ст.3) та окремих компонентів сплаву та є приблизно такою ж як і в хромового покриття. При отриманні більшої міцності – збільшується й вихід водню за струмом до 45 %.

Висновок. Застосування цитратно-дифосфатного електроліту при осадженні системи «кобальт-молібден-вольфрам» має меншу ступінь небезпеки за компонентами електроліту та зменшений вихід водню; при цьому формуються технологічно якісні покриття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гапон Ю. К., Трегубов Д. Г., Тарахно О. В., Філіченко А. С. Підвищення пожежної безпеки гальванічного виробництва. *Проблеми пожежної безпеки*. №47. 2020. С. 23–28. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10919>.
2. Li B.S., Lin A. Study of hard chromium plating from trivalent chromium electrolyte. *Key Engineering Materials*. 2008. №373. P. 200–203.
3. Виноградов С.С. Организация гальванического производства. М.: Глобус, 2005. 240 с.