

УДК 66.087.2:[661.882+661.862]

З. М. Проценко, А. М. Ярина

ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ОСАДЖЕННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО СПЛАВУ

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

У статті висвітлені результати дослідження оптимальних умов електрохімічного відновлення Fe, Cr і Mo з утворенням сплаву на їх основі з водного розчину.

Ключові слова: електроліз, сплав, гальванічне покриття, Ферум, Хром, Молібден.

Вступ. У виробництві сучасних машин і приладів все більшу роль відіграють електрохімічні і хімічні процеси нанесення покриттів, які в свою чергу змінюють певні властивості даних виробів: захист основи металу від корозії (захисні покриття), покращення зовнішнього вигляду виробів в поєднанні із захистом від корозії (захисно-декоративні покриття), функціональні покриття. Призначення функціональних покриттів різноманітне: металічні вироби набувають певних механічних і технологічних властивостей, які забезпечують їх надійність і довговічність, наприклад підвищення зносостійкості, зменшення електричного опору, створення можливої пайки. Металічні осади отримані електрохімічним і хімічним шляхом, застосовуються не лише в якості покриттів, але і для отримання напівфабрикатів, складних деталей і компонентів [1].

З точки зору протикорозійного захисту перспективними є сплави, що містять такі компоненти: хром, нікель і молібден, оскільки, згідно з літературними даними, металургійні сплави цього складу володіють високою корозійною стійкістю у багатьох середовищах, навіть за наявності в розчині Cl^- -йонів, тобто в умовах, коли чистий хром є нестійким. Відомо, що молібден, який входить до складу сплавів навіть в кількості 1 – 2 ат.%, значно знижує швидкість їх корозії в середовищах, з вмістом Cl^- -йонів, через утворення на поверхні металу моношару (або долі моношару) атомів молібдену, які ефективно протидіють корозії. Електроосадження сплавів молібдену з водних розчинів надзвичайно складне і не до кінця вирішене завдання. Відомо, що з допомогою електролізу можна отримати лише сплави Mo з металами групи Феруму (Fe, Co, Ni) [2]. Тому, перспективним є дослідження процесу електроосадження трикомпонентного сплаву на основі Fe, Cr і Mo [3].

Метою роботи є підбір електроліту та дослідження умов електроосадження (густини струму, температури, рН) покриття на основі трикомпонентного сплаву Fe, Cr і Mo.

Таблиця 1

Результати експерименту електроосадження сплаву на основі Fe, Cr і Mo

№ досліду	Густина струму $i \cdot 10^4, \text{A/m}^2$	Сила струму I, А	Площа зразка $S \cdot 10^4, \text{m}^2$	Температура T, К	Час електролізу $\tau, \text{с}$	Приріст маси $\Delta m, \text{г}$	Товщина покриття h, мкм
1	0,010	0,060	6,0	292	1200	0,0020	0,4426
2	0,019	0,100	5,1	290	1200	0,0100	1,3016
3	0,022	0,150	6,9	291	1200	0,0125	2,1786
4	0,028	0,170	6,0	291	1200	0,0155	3,1106
5	0,039	0,299	7,5	291	1200	0,0218	4,0889
6	0,042	0,200	4,8	292	1200	0,0265	5,3197
7	0,095	0,400	4,1	293	1200	0,0620	15,5989
8	0,110	0,465	4,2	293	1200	0,0650	17,0619
9	0,02	0,110	5,5	293	1800	0,0112	2,7036
10	0,029	0,174	6,0	292	1800	0,0168	3,7174
11	0,008	0,060	7,8	293	2400	0,0050	0,0851
12	0,030	0,200	6,0	292	2400	0,0240	5,3100
13	0,069	0,500	7,2	292	2400	0,0815	15,0285
14	0,028	0,165	5,9	295	3600	0,0299	27,5209

Завданнями даної роботи є:

- дослідження процесу сумісного електроосадження Феруму, Хрому і Молібдену з метою одержання багатокомпонентного покриття;
- встановлення якісного складу покриття.

Матеріали та методи дослідження. Багатокомпонентне покриття осаджене не безпосередньо на сталь, а на сталь з підшаром нікелю, який осаджували із електроліту на основі Нікол (II) сульфату ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Для отримання сплаву на основі Fe, Cr і Mo використовували електроліт складу: Калій Хром дисульфат додекагідрат ($\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), амінооцтова кислота ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$), Натрій метаноат (HCOONa), боратна кислота (H_3BO_3), Ферум (II) сульфат ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) Натрій молібдат ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Як катод використовували пластини сталі 3, попередньо покриті тонким шаром нікелю (товщина шару нікелевого покриття 1,9 мкм), як аноди - свинцеві пластинки.

Результати та їх обговорення. Результати експерименту представлені в таблиці 1.

Для дослідження кінетики, тобто швидкості електроосадження сплаву на основі Fe, Cr і Mo були проведені досліди при різній тривалості електролізу, але при постійній густині струму ($i = 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ A/m}^2$). Середня швидкість

електроосадження дорівнює $1,29 \cdot 10^{-4} \text{ г/см}^3 \cdot \text{хв}$. Також була досліджена залежність приросту маси покриття сплавом від густини струму та часу електролізу, рисунки 1, 2. Залежність приросту маси від густини струму має прямолінійний характер (рисунок 1). За експериментальними даними було обрано оптимальну густину струму $((0,3 - 0,8) \cdot 10^{-4} \text{ А/м}^2)$ і досліджено залежність зміни маси сплаву від часу процесу при постійній, заданій густині струму. Так на рисунку 2 показана ця залежність, знята при $i = 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ А/м}^2$. Вона має параболічний вигляд, що вказує на дифузійний контроль процесу електровідновлення Fe, Cr і Mo з утворенням сплаву.

Одержані зразки з покриттям піддавали термічній обробці (температура – 500 °С, час – 2,5 години). Внаслідок якої ми отримали зразки з покриттям темно-сірого кольору рівномірного, щільно зв'язаного з основою. На рисунку 3 подано схематичне зображення структури поверхні зразків до та після відпалу.

За допомогою комплексонометричного методу було встановлено якісний склад покриття і доведено наявність в ньому Cr, Mo, Fe.

Таким чином встановлені оптимальні умови (густина струму, час, температура) процесу електроосадження трикомпонентного сплаву на основі Fe, Cr і Mo на сталі з нікелевим підшаром.

Досліджено вплив густини струму електролізу на якість одержаного покриття і обрано оптимальний інтервал густини струму $(0,25 - 0,8) \cdot 10^{-4} \text{ А/м}^2$. Також досліджено залежність приросту маси покриття від часу електролізу і ця залежність має параболічний вигляд в досліджуваному інтервалі часу, що вказує на дифузійний контроль процесу електровідновлення Fe, Cr і Mo.

Встановлено якісний склад багатоконпонентного покриття аналітичним методом, і доведено наявність Fe, Cr, Mo.

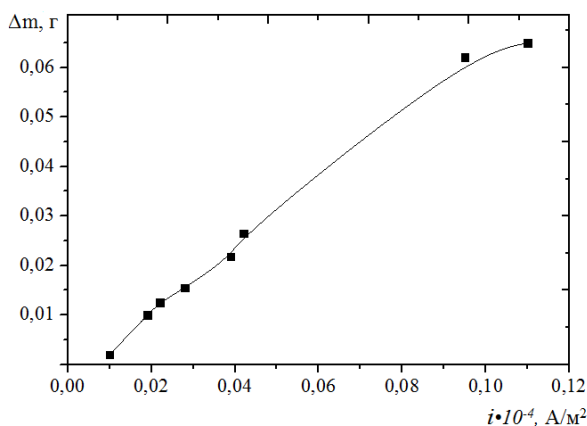


Рис. 1. Залежність приросту маси покриття від густини струму електролізу

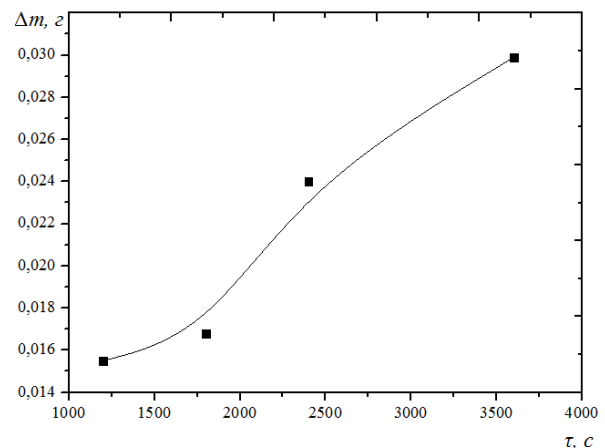


Рис. 2. Залежність приросту маси покриття від часу процесу

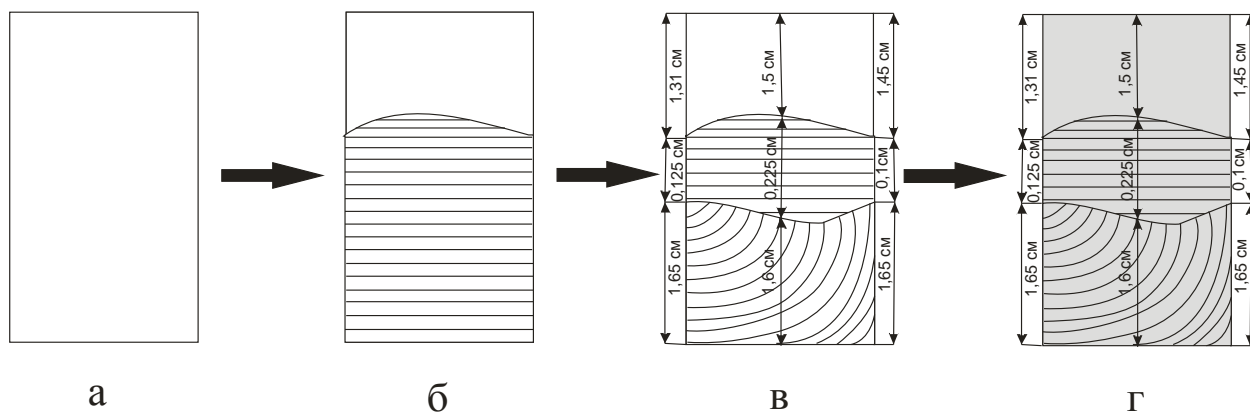


Рис. 3. Схематичне зображення структури поверхні зразків: а) сталь 3; б) сталь 3 покрита Ni; в) сталь 3 покрита сплавом на основі Fe, Cr і Mo з підшаром Ni; г) відпалений зразок, при $T = 500^{\circ}\text{C}$: □ - сталь 3; ▨ - покриття нікелем; ▩ - покриття сплавом; ■ - відпалений зразок

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стекольников Ю. А. Физико-химические процессы в технологии машино-строения: Учеб. пособие / Ю. А. Стекольников, Н. М. Стекольников. – Елец : ЕГУ, 2008. – С. 136.
2. Podlaha E. J. Induced Codeposition III. Molybdenum Alloys with Nickel, Cobalt and Iron / E. J. Podlaha, D. Landolt // Electrochem. Soc. – 1997. – Vol. 144, №5. – P. 1672–1680.
3. Демаков А. Г. Электроосаждение сплава Fe-Cr-Mo-Ni из комплексного электролита на основе Cr^{3+} с соединениями Mo промежуточной степени окисления // А. Г. Демаков, Л. Н. Павлов, И. И. Реформатская, С. С. Виноградов, В. Н. Кудрявцев // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2010. – Т. 18, №3. – С. 27–32.
4. Бусев А. И. Руководство по аналитической химии редких элементов / А. И. Бусев, В. Г. Типцова, В. М. Иванов. – 2-е изд. – М. : «Химия», 1989 – С. 432.

РЕЗЮМЕ

Проценко З. Н., Ярина А. Н. Электрохимическое осаждение многокомпонентного сплава.

В статье рассмотрены результаты исследования оптимальных условий электрохимического восстановления Fe, Cr и Mo с образованием сплава на их основе из водного раствора.

Ключевые слова: электролиз, сплав, гальваническое покрытие, Ферум, Хром, Молибден.

SUMMARY

Protsenko Z. N., Yaryna A. M. Electrochemical deposition of multicomponent alloy.

The article highlights the results of a study of optimal conditions electrochemical reduction of Fe, Cr and Mo for receiving alloy from an aqueous solution.

Keywords: electrolysis, alloy, electroplating, Ferum, Chromium, Molybdenum.