

А. Ю. Кушель, А. А. Касач, П. Б. Кубрак,
И. М. Жарский, И. И. Курило
(БГТУ, г. Минск, Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ ОЛОВЯНИСТОЙ БРОНЗЫ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Гальванические покрытия на основе сплавов меди с оловом благодаря своей высокой электропроводимости, коррозионной устойчивости и электрокаталитической активности широко используются в электротехнике, автомобильной промышленности, в производстве нагревательных устройств. Широкое практическое применение получили покрытия желтой бронзой, используемые для защиты от коррозии гидравлических деталей, водонагревательных элементов. Такие сплавы являются более дешевой и экологически безопасной альтернативой никелю в составе многослойных покрытий (Cu–Ni–Cr) [1–3].

Классические сульфатные электролиты бронзирования содержат, г/дм³: CuSO₄·5H₂O – 20–50; SnSO₄ – 30–50; H₂SO₄ – 50–120. Для получения качественных и однородных покрытий в их состав вводят специальные органические добавки. Одним из недостатков сульфатных электролитов является их низкая кроющая способность. Перспективным направлением для увеличения кроющей и рассеивающей способности электролитов, получения гальванических покрытий с улучшенными функциональными и декоративными свойствами, а также для интенсификации катодных процессов является использование нестационарных режимов электролиза (НЭ).

Целью нашей работы является изучение влияния параметров импульсного электролиза (ИЭ) на кроющую способность сернокислого электролита бронзирования и особенности процесса катодного нанесения сплавов Cu–Sn.

Состав используемого сернокислого электролита для электрохимического нанесения сплавов Cu–Sn представлен в таблице 1. В качестве источника ИЭ использовали потенциостат-гальваностат Р40Х. Катодами служили пластины из фольгированного медью диэлектрика, анодами – медь марки М0. Electrodes предварительно обезжировали в растворе следующего состава, г/дм³: Na₂CO₃ – 30, Na₃PO₄·12H₂O – 30; затем подвергали травлению в течение 15 секунд в растворе, содержащем, моль/дм³: HNO₃ – 400; H₂SO₄ – 400, NaCl – 10.

Таблица 2 – Состав сернокислого электролита осаждения сплава Cu–Sn

Компонент	Содержание в электролите, моль/дм ³	Назначение компонента
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,16	источник Cu ²⁺
SnSO ₄	0,19	источник Sn ²⁺
H ₂ SO ₄	1,00	фоновый электролит
тиомочевина	6,60 · 10 ⁻⁵	блескообразующая добавка
N–октилпиридиний бромид	1,80 · 10 ⁻⁵	выравнивающая добавка

Для оценки влияния режимов импульсного электролиза и величины токовой нагрузки на качество сплавов Cu-Sn, формируемых из исследуемого сернокислого электролита, были получены покрытия в интервале катодных плотностей тока 1,25–2,75 А/дм² с шагом 0,25 А/дм². Интервалы катодных плотностей тока i_k , обеспечивающих получение желтых покрытий Cu-Sn при различных режимах импульсного электролиза представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Диапазоны катодных плотностей тока, обеспечивающие получение качественных желтых покрытий Cu-Sn

Скважность	Время импульса, мс	Время паузы, мс	Диапазоны i_k , А/дм ²
Стационарный	–	–	1,25–1,50
2,0	10	10	1,75–2,75
	100	100	1,75–2,75
	1000	1000	1,75–2,50
1,5	10	5	1,50–2,50
	100	50	1,50–2,50
	1000	500	1,50–2,25
1,25	10	2,5	1,25–1,75
	100	25	1,25–1,75
	1000	250	1,25–1,50

Согласно полученным данным, в стационарном режиме при катодной плотности тока, не превышающей 1,25 А/дм², осаждаются покрытия розового цвета. Повышение плотности тока до 1,50 А/дм² способствует формированию полублестящих желтых покрытий. Увеличение катодной плотности тока свыше 1,5 А/дм² приводит к получению серых матовых покрытий.

Использование ИЭ способствует существенному увеличению интервалов катодных плотностей тока, обеспечивающих получение качественных желтых покрытий Cu-Sn. При частоте тока 50 Гц и скважности импульсов 2 желтые покрытия с однородной и мелкозернистой

структурой формируются в интервале i_k от 1,75 до 2,75 А/дм². Покрытия, полученные при токовой нагрузке более 2,75 А/дм² характеризуются неоднородной структурой. Использование режимов импульсного электролиза с более низкой скважностью импульсов тока (1,5 и 1,25) способствует формированию качественных мелкозернистых покрытий желтого цвета в более узком диапазоне плотностей токов, чем при использовании режима ИЭ при скважности 2. Также необходимо отметить, что снижение частоты тока для всех исследуемых режимов приводит к уменьшению диапазона рабочих плотностей тока.

Таким образом, использование ИЭ при соотношении времени импульса ко времени паузы 2:1 и частоте импульсов 66.7 Гц является наиболее целесообразным с точки зрения величин действительной токовой нагрузки и интервала рабочих плотностей тока импульса, при которых формируются качественные электрохимические покрытия Cu–Sn.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hedberg Y. S. et al. Surface passivity largely governs the bioaccessibility of nickel-based powder particles at human exposure conditions //Regulatory toxicology and pharmacology. – 2016. – Vol. 81. – P. 162-170.
2. Zhou N., Wang S., Walsh F. C. Effective particle dispersion via high-shear mixing of the electrolyte for electroplating a nickelmolybdenum disulphide composite //Electrochimica Acta. – 2018. – Vol. 283. – P. 568-577.
3. Survila A. et al. Codeposition of copper and tin from acid sulphate solutions containing polyether sintanol DS-10 and benzaldehyde //Journal of applied electrochemistry. – 2009. – Т. 39. – №. 10. – С. 2021