

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ  
Cu-Sn-TiO<sub>2</sub> ИЗ СУЛЬФАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА**

Электрохимические нанокompозитные покрытия с равномерно распределенными наночастицами инертной фазы в большинстве случаев обладают повышенной микротвердостью, износ- и коррозионной стойкостью и другими улучшенными функциональными свойствами, обеспечивающими перспективность их использования в различных областях техники.

Сплавы меди с оловом, более известные как оловянистые бронзы, вследствие их привлекательного внешнего вида и достаточно высокой коррозионной устойчивости широко используются в качестве защитных и декоративных покрытий. Кроме того, покрытия сплавами Cu-Sn являются альтернативой никелевым покрытиям, продукты коррозии которых при контакте с кожей человека могут вызывать развитие контактных дерматитов [1].

Целью данной работы является электрохимическое получение композиционных покрытий Cu-Sn-TiO<sub>2</sub> из сульфатного электролита, а также изучение физико-механических свойств, морфологии, качественного и количественного состава формируемых покрытий.

В качестве базового использовали электролит следующего состава, г/дм<sup>3</sup>: CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O — 40, SnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O — 40, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 100. Инертной фазой служил TiO<sub>2</sub> (модификация – анатаз) с размерами частиц 50–200 нм. Содержание TiO<sub>2</sub> в электролите варьировали от 1 до 10 г/дм<sup>3</sup>. Осаждение покрытий проводили в потенциостатическом режиме при потенциале –0,04 В. Состав и морфологию формируемых покрытий исследовали при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV, оснащенного системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL. Для определения содержания TiO<sub>2</sub> в составе покрытия использовали волновой рентгенофлуоресцентный спектрометр PANalytical Axios. Микротвердость полученных покрытий исследовали при помощи оптического микроскопа-твердомера AFRI-MVDM8.

Введение в электролит наночастиц диоксида титана в количестве от 1 до 10 г/дм<sup>3</sup> приводит к формированию покрытий Cu-Sn-TiO<sub>2</sub> с ярко выраженными дендритами и кристаллитами сферической формы. Формирование более неоднородных покрытий по сравнению с покрытиями, полученными из электролита, не содержащего частицы дисперсной фазы, обусловлено включением крупных агломератов TiO<sub>2</sub> в матрицу сплава, что способствует неоднородному росту покрытий на различных микроучастках катода. Увеличение концентрации TiO<sub>2</sub> в исследуемом электролите от 1 до 10 г/дм<sup>3</sup> приводит к росту его содержания в матрице сплава от 0,17 до 1,51 масс. %.

Из электролита, не содержащего дисперсную фазу TiO<sub>2</sub>, формируются покрытия Cu-Sn с микротвердостью 270 HV. Введение в раствор от 1 до 10 г/дм<sup>3</sup> частиц TiO<sub>2</sub> приводит к формированию покрытий Cu-Sn-TiO<sub>2</sub> с микротвердостью от 300 до 320 HV соответственно. Увеличение микротвердости покрытий при введении в электролит TiO<sub>2</sub>, по-видимому, объясняется так называемым эффектом дисперсионного упрочнения. Дисперсионное упрочнение обусловлено распределением в металлической матрице частиц TiO<sub>2</sub>, которые препятствуют движению дислокаций в структуре сплава, что, в свою очередь, приводит к возрастанию микротвердости покрытий.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Касач, А. А. Электроосаждение сплава Cu-Sn из щавелевокислого электролита в присутствии аминоксодержащих поверхностно-активных веществ / А. А. Касач, Д. С. Харитонов, В. И. Романовский, Н. М. Кузьменок, И. М. Жарский, И. И. Курило // Журнал прикладной химии. – 2019. – Т. 92. – №. 6. – С. 793–799.