

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ Sn-Ni-TiO_2 С
УЛУЧШЕННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ И
АНТИКОРРОЗИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Электрохимические покрытия на основе сплава олово – никель (Sn-Ni) обладают уникальным сочетанием физико-механических и химических свойств, что делает их перспективными для применения в электронике, приборостроении и защитных покрытиях. Высокая коррозионная стойкость, износостойкость и хорошие контактные характеристики позволяют рассматривать данный сплав как альтернативу традиционным покрытиям на основе хрома, никеля и даже благородных металлов.

Электрохимический сплав олово-никель имеет высокую поверхностную прочность, что делает его пригодным для деталей, подверженных механическим нагрузкам. Антифрикционные свойства сплава позволяют снизить трение в контактных узлах.

Покрытие олово–никель хорошо полируется, выдерживает запрессовку в пластмассы. Не рекомендуется для деталей, подвергаемых развальцовке и ударным нагрузкам. В зависимости от материала основы и условий эксплуатации, может потребоваться подслоя меди толщиной от 5 до 30 мкм, так как покрытие олово-никель достаточно пористое. Также это покрытие можно наносить в виде подслоя под покрытия драгметаллами. Допустимая рабочая температура 300 – 350°C [27-30].

Гальванический сплав Sn-Ni представляет собой соединение SnNi , которое может быть получено лишь электролитическим методом.

В основном для электрохимического осаждения сплава олово-никель используют фторид-хлоридные электролиты. Основными компонентами фторид-хлоридных электролитов являются хлористый никель, хлористое олово и фтористый аммоний. Увеличение содержания последнего способствует повышению доли никеля в сплаве.

Применение диоксида титана для формирования электрохимического композиционного покрытия Sn-Ni-TiO_2 позволит повысить микротвердость (на 20–30% выше чистого Sn-Ni), улучшить износостойкость, сохранить хорошую полируемость и паяемость, увеличить устойчивость к механическим нагрузкам, а также придать

металлическим поверхностям антибактериальные свойства (за счет высоких фотокаталитических свойств диоксида титана).

В работе использовали фторид-хлоридный электролит осаждения сплава олово-никель с введением 2 г/л диоксида титана (синтезирован методом прямого окисления порошкообразного титана). Плотность тока составляла 1 А/дм², температура 70°C, pH=3.

Установлено, что введение диоксида титана с концентрацией 2 г/дм³ во фторидно-хлоридный электролит повышает микротвердость покрытия олово–никель до 439 единиц по Виккерсу.

Введение TiO₂, синтезированного методом прямого окисления порошкообразного титана, в электролит приводит к изменению структуры поверхности покрытия, при этом наблюдается укрупнение кристаллитов. Как следует из результатов атомно-силовой микроскопии, увеличение содержания TiO₂ в составе электролита приводит к росту отдельных кристаллов от 25 до 30 нм при концентрации TiO₂ 2 г/дм³.

Параметры коррозионного процесса в 3%-ном растворе NaCl, рассчитанные из поляризационных кривых, представлены в табл. 1. Плотность тока коррозии при введении 2 г/дм³ TiO₂ уменьшается с $3.77 \cdot 10^{-8}$ до $3.53 \cdot 10^{-9}$ А/см², что свидетельствует о формировании более коррозионностойких покрытий.

Табл. 1. Характеристики коррозионного процесса сплава Ni-Sn, полученные из анализа потенциодинамических поляризационных кривых

	b_a , В	a_a , В	$ b_k $, В	a_a , В	$i_{\text{корр}}$, А/см ²
Sn-Ni	0.0329	0.1839	0.0138	-0.1628	$3.77 \cdot 10^{-8}$
Sn-Ni-TiO ₂	0.0170	0.0940	0.0091	-0.1266	$3.53 \cdot 10^{-9}$

Такими образом, сплав Sn-Ni демонстрирует высокий потенциал для использования в ответственных узлах электронной и машиностроительной отраслей. Его преимущества – коррозионная стойкость, паяемость, немагнитность и отсутствие дендритообразования – делают его перспективной альтернативой традиционным покрытиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьева, Г. А. Конструкционные стали и сплавы: учебн пособие / Г. А. Воробьева. – СПб.: Политехник, 2013. – 440 с.
2. Гамбург, Ю. Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов / Ю. Д. Гамбург. – М.: Янус-К, 1997. – 384 с.