

ФОРМИРОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Синяевский А.В.

Хмыль А.А. – д. т. н., профессор

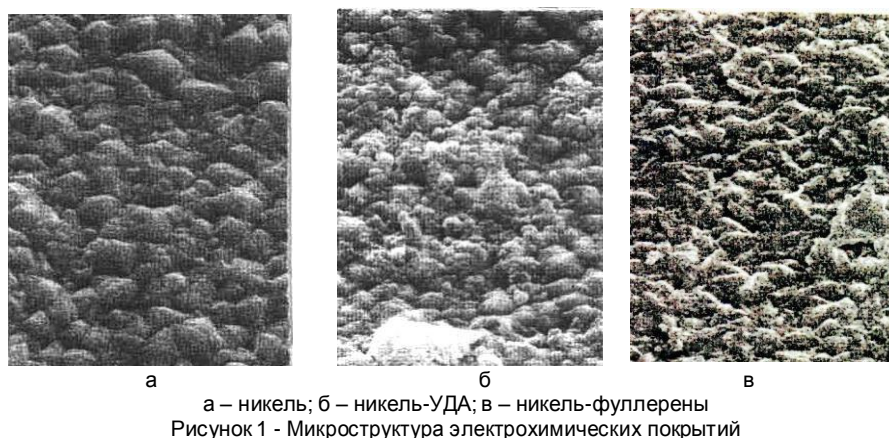
Исследовано влияние нанодисперсных частиц углерода на закономерности формирования никелевых покрытий.

Исследования проводили в электролите следующего состава, г/л: сульфат никеля – 300; хлорид никеля – 60, кислота борная – 30, частицы ультрадисперсного алмаза вводили в виде водной суспензии в количестве 8 г/л, фуллерены – 0,1 г/л.

Введение непроводящих частиц второй фазы существенно улучшает механические свойства композиционных электрохимических покрытий (КЭП), однако при этом отмечается ухудшение электрических свойств тонких плёнок [1]. Поэтому представляется перспективным соосаждение металлов с высокодисперсными твёрдыми частицами, что позволит повысить физико-механические и коррозионные свойства покрытий при несущественном изменении их электрических параметров.

Частицы ультрадисперсного алмаза (УДА) и фуллерены – это аллотропные модификации углерода, обладающие комплексом уникальных свойств, отличающих их как от известных наполнителей, так и от известных углеродных материалов. Они имеют сверхмалые размеры (4-6 нм).

Покрытия с фуллеренами имеют матовый, велюровый вид, в них отсутствуют ямки питтинга, мелкозернистые. При формировании КЭП с УДА отмечена тенденция к округлению кристаллитов, характерно образование однородной и равномерной по всей площади образца структуры, уменьшение размеров микросфероидов (рисунок 1).



Введение в никелевый осадок ультрадисперсных агрегатов углерода позволяет повысить микротвердость осадков, износостойкость, снизить коэффициент трения без ухудшения контактного электросопротивления.

При формировании КЭП никель-фуллерены с увеличением концентрации дисперсной фазы от 0 до 1 г/л микротвердость возрастает от 2180 МПа до 3020 МПа.

С увеличением концентрации УДА в электролите от 0 до 15 г/л микротвердость покрытий никель-УДА увеличивается от 2500 до 4000 МПа.

Соосаждение с никелевой матрицей фуллеренов или ультрадисперсных алмазов приводит к значительному снижению величины объемного износа получаемых покрытий.

Износостойкость КЭП резко возрастает с увеличением содержания фуллеренов и УДА в электролите, т.е. включение дисперсной фазы обеспечивает КЭП высокие антифрикционные свойства (таблица 2). При концентрации фуллеренов 0,1 г/л объемный износ в зависимости от режима электролиза в 1,5-6 раз снижается по сравнению с чистым никелем. В условиях трения на воздухе без смазочного материала наблюдается снижение коэффициента трения от 0,6 (для никеля) до 0,18-0,28 для КЭП никель-УДА.

Включение фуллеренов и частиц УДА в никелевый осадок существенно не изменяет контактное сопротивление (таблица 2).

Таблица 2 - Триботехнические свойства

Тип покрытия	Коэффициент трения	Контактное электросопротивление КЭП, мОм
никель	0,6	3,20-4,06
никель-УДА	0,25	3,60-3,86
никель-фуллерены	0,16	3,20-3,47

Таким образом, соосаждение никелевой матрицы с фуллеренами или УДА приводят к формированию твердых, износостойких мелкокристаллических покрытий без ухудшения их электрофизических характеристик, позволяет повысить эксплуатационные свойства электрических контактов.

Список использованных источников:

1. Антропов, Л. И. Композиционные электрохимические покрытия / Л. И. Антропов – Киев: Наукова думка, 1986. – 213 с.