

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НИКЕЛЕВЫХ КЭП С ОРГАНИЧЕСКИМИ МИКРОКАПСУЛАМИ**

**Холкин О.С., Соколов А.Ю., Курбагов А.П., Аргимбаева А.М.**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
факультет химии и химической технологии  
Казахстан, г. Алматы, g.freeman-17@mail.ru

Получение композиционных материалов и исследование их свойств является в настоящее время одним из наиболее актуальных направлений современной химии и материаловедения. Одними из таких материалов являются композиционные покрытия, получаемые методом электрохимического соосаждения металла с диспергированным в электролите веществом второй фазы, придающем такому покрытию ценные функциональные свойства, такие как механическая прочность, жаростойкость, твёрдость, коррозионная устойчивость и т.д. [1].

Никель является наиболее распространённым матричным материалом композиционных электрохимических покрытий благодаря его высокой твёрдости, коррозионной стойкости, сродству к большинству применяющихся добавок веществ второй фазы, а также лёгкости и изученности процессов электровосстановления [2].

Преимуществами защитных и коррозионностойких композиционных электрохимических покрытий перед красками и другими изолирующими слоями в том, что они меньше подвержены износу, реже требуют обновления защитного слоя, более стойки в условиях высоких температур и механических нагрузок. Однако у таких защитных покрытий имеется одна значительная слабость – они утрачивают свою способность к предохранению от коррозии в случае механического повреждения защитного слоя.

В данной работе исследуется коррозионное поведение никелевых КЭП, содержащих в качестве добавки органические микрокапсулы. При повреждении таких покрытий будет происходить высвобождение заключённого в микрокапсулах вещества, способного подавлять коррозионные процессы в месте повреждения, либо цементировать повреждённую область, изолируя её от неблагоприятных внешних воздействий.

Осаждение композиционных покрытий производили из электролита матового никелирования Уоттса следующего состава, г/л:  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 300;  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - 60;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  - 30. В качестве добавок веществ второй фазы использовали водные суспензии органических микрокапсул, полученных методом жидкостного эмульгирования [3] в различных условиях.

Качественный и количественный состав исходных смесей для получения микрокапсул:

Суспензия микрокапсул №1: 1,7 мл  $\text{CCl}_4$ ; 5 мл 3%-ного раствора желатина; общий объём суспензии – 20 мл.

Суспензия микрокапсул №2: 5 мл  $\text{CCl}_4$ ; 15 мл 10%-ного раствора желатина с добавкой сорбита; общий объём суспензии – 20 мл.

Суспензия микрокапсул №3: 5 мл  $\text{CCl}_4$ ; 15 мл 10%-ного раствора желатина; общий объём суспензии – 20 мл.

Объём добавки каждой суспензии составлял 1 мл на 40 мл электролита.

В качестве катодов использовали медные электроды площадью  $1,5 \text{ см}^2$ , анодом служила пластина из электрохимически чистого никеля. Перемешивание электролита осуществляли с помощью магнитной мешалки. Электролиз производили при

комнатной температуре ( $25^{\circ}\text{C}$ ) и плотности тока  $25 \text{ mA/cm}^2$ . Толщина всех покрытий составляла  $20 \text{ мкм}$ .

Вольтамперометрические исследования проводили на потенциостате-гальваностате «IPC-Pro» с программным управлением, платиновым вспомогательным электродом и хлорсеребряным электродом сравнения.

В качестве образцов сравнения использовались композиционные электрохимические покрытия  $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$  и покрытия из чистого никеля, толщиной  $20 \text{ мкм}$ , осаждённые в таких же условиях, а также образец из чистой меди равной с никелевыми покрытиями площади.

В качестве коррозионной среды для оценки коррозионной стойкости покрытий, выбрали 3%-ный раствор хлористого натрия. На рис.1 представлены зависимости логарифма плотности тока от потенциала для чистой меди и никеля, а также композиционных никелевых покрытий с добавками оксида алюминия и органических микрокапсул.

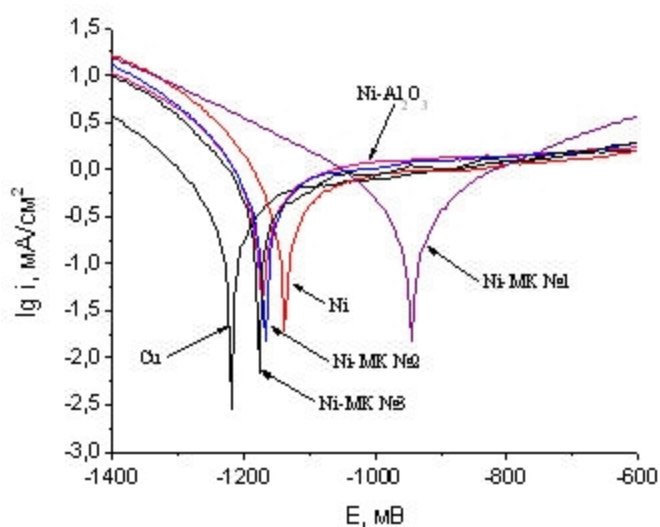


Рисунок 1 – Вольтамперометрические кривые растворения исследуемых образцов в среде 3%-ного  $\text{NaCl}$

Как видно из рисунка 1, добавление микрокапсул смещает коррозионный потенциал для никелевых КЭП в область более положительных значений, снижая скорость анодного растворения. Однако сдвиг потенциалов для композиционных покрытий никеля с микрокапсулами №2 и №3 близок по значениям для покрытий  $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3$  и покрытий из чистого никеля. Исключением является композиционное покрытие, полученное соосаждением никеля с микрокапсулами из первой партии. В этом случае смещение потенциала составляет около  $250 \text{ мВ}$ , отмечено также снижение величины коррозионного тока с  $210,8$  до  $37,5 \text{ mA}$ , что свидетельствует о значительном улучшении коррозионной стойкости против растворения в среде  $\text{NaCl}$ .

#### Список литературы

1. Sohrabi A., Dolati A., Ghorbani M., Monfared A., Stroeve P. Nanomechanical properties of functionally graded composite coatings: Electrodeposited nickel dispersions containing silicon micro- and nanoparticles //Materials Chemistry and Physics. – 2010. – №121. – P.497–505.

2. Kılıc F., Gül H., Aslan S., Alp A., Akbulut H. Effect of CTAB concentration in the electrolyte on the tribological properties of nanoparticle SiC reinforced Ni metal matrix composite (MMC) coatings produced by electrodeposition // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. – 2013. – № 419. – P.53–60.

3. Nikolayeva Y.S., Kokhmetova S.T., Kurbatov A.P., Galejeva A.K. Method of producing microcapsules // Abstract of 3d International Caucasian Symposium on Polymer & Advanced Materials, 1-4 September 2013, Tbilisi, Georgia. - p.70

*«Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта «Разработка способов получения самозаживляющихся композиционных покрытий», финансируемого в рамках Проекта Коммерциализации Технологий, поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан. Заявления могут не отражать официальной позиции Всемирного банка и Правительства Республики Казахстан»*

## МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ И РАММАН СПЕКТРЫ СОЕДИНЕНИЙ ГАЛЛИЯ

Сугурбекова Г.К.<sup>1</sup>, Абдуллин Х.А.<sup>2</sup>, Демеуова Г.<sup>1</sup>, Рустем Болат<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nazarbayev University and Research Innovation System, г. Астана

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

*В настоящей работе представлены результаты исследований микроструктуры и морфологии поверхности нитрида галлия, полученного методом химического осаждения из газовой фазы (CVD) на кремниевой и кварцевой подложках. Изучены спектры комбинационного рассеяния, рентгеновской дифракции и EDAX. Получен нитрид галлия пирамидальной структуры при 760 °С при нормальном атмосферном давлении, однородных по размерам (1,75 мкм) и направленных преимущественно перпендикулярно к поверхности подложки высотой 4,59 мкм.*

### Введение

Уникальные свойства нитридов металлов третьей группы делают их очень перспективными для создания на их основе электронных, оптоэлектронных и акустоэлектронных приборов. Уникальный комплекс физико-химических свойств этих материалов позволяет существенно улучшить технические характеристики современных приборов: повысить эффективность светодиодов и лазеров и расширить спектр их излучения в фиолетово-голубую и ближнюю УФ область спектра, многократно повысить допустимую мощность полевых транзисторов и интегральных схем. Приборы на основе этих материалов могут стабильно работать в более широком диапазоне температур и уровня радиации [1-3].

Морфология поверхности эпитаксиального слоя обусловлена механизмами зарождения слоя и технологическими параметрами, определяющими скорость эпитаксиального роста и соотношения взаимодействующих компонентов в газовой фазе.

В пределах одной структуры морфология может изменяться из-за радиальной неоднородности этих технологических параметров, что вызвано различной концентрацией и соотношением компонентов у поверхности растущего слоя. Выбор технологических параметров существенно влияет на скорость роста и однородность