

УДК 540.185; 621.793

## COMPOSITE NICKEL - CARBON MATERIAL COATINGS

BERVICKAJA O. S., POLISHCHUK YU.V.  
*SHEI «Ukrainian State University of Chemical Technology»*  
*impus@ukr.net*

Electrochemical composite coatings (ECC) with matrices of nickel-containing particles of the carbon phase were obtained. The average particle size and bulk density of carbon were measured. An evolution of the current-voltage dependencies of the process of composite coatings production with temperature was analyzed. Quality carbon deposits were produced at a current density of 1 A/dm<sup>2</sup>.

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НИКЕЛЬ УГЛЕРОДНЫЙ МАТЕРИАЛ

БЕРВИЦКАЯ О.С., ПОЛИЩУК Ю.В.  
*Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет»,*  
*impus@ukr.net*

Получены композиционные электрохимические покрытия (КЭП) с матрицами из никеля, содержащие частицы углеродной фазы. Установлены средние размеры частиц и насыпная плотность углерода. Проанализирована эволюция вольт-амперных зависимостей процесса получения композиционных покрытий при изменении температуры. Качественные осадки углерода получены при плотности тока 1 А/дм<sup>2</sup>.

Важным направлением в современной гальванотехнике является создание композиционных электрохимических покрытий (КЭП). Методы получения КЭП основаны на осаждении дисперсных частиц различных размеров вместе с металлом из электролита-суспензии, в результате чего частицы дисперсной фазы включаются в металлическую матрицу. Такое модифицирование покрытия позволяет значительно влиять на его эксплуатационные свойства, а именно твердость, износостойкость, коррозионную устойчивость.

Структура и свойства КЭП зависят от природы наполнителя (порошкового материала), размера частиц, их количества в покрытии и взаимодействия с металлической матрицей. В качестве матрицы могут быть применены никель, хром, медь и другие

металлы. В качестве дисперсной фазы – оксиды, карбиды, бориды и нитриды металлов, углеродные материалы (ультрадисперсный алмаз, графит, фуллерен).

Композиционные электрохимические покрытия с углеродными материалами представляют существенный интерес в качестве новых композиционных материалов благодаря простому составу электролита и его устойчивости во времени. Включение частиц данных материалов в металлические матрицы КЭП позволяет значительно улучшить их износостойкость, коррозионную стойкость, снизить пористость осадков. Ранее [1] нами было показано увеличение микротвердости покрытий никель-графит по сравнению с обычными покрытиями.

### **Методология исследований**

Осаждение КЭП проводили в сульфатно-хлоридном электролите Уоттса следующего состава:

- $\text{NiSO}_4$  – 180 г/л;
- $\text{NiCl}_2$  – 20г/л;
- $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 30 г/л.

В качестве дисперсной фазы использовали мелкодисперсный порошок наноуглерода марки BG-34 (Китай), который вводился в электролит в количестве 0,5 г/л.

Покрытие осаждалось на медную подложку. Катод перед применением подвергался механической обработке мелкозернистой наждачной бумагой, после чего поверхность катода обезжиривали и травили. Для корректного сопоставления результатов, нами были получены осадки чистого никеля в электролитах без и с перемешиванием, а также КЭП при постоянном перемешивании электролита магнитной мешалкой. Время электролиза соответствовало получению осадка толщиной 25 мкм.

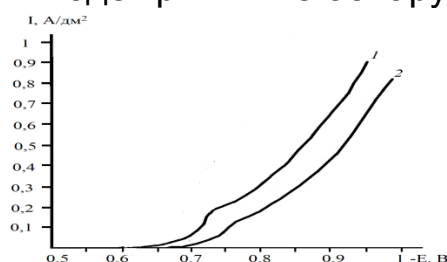
Поляризационные кривые получали на потенциостате ПИ-50-1.1 с помощью регистрирующего прибора.

Фракционный состав порошка модифицированного наноуглерода определяли методом седиментации в гравитационном поле. Была получена кривая седиментации которая позволила с помощью метода касательных провести анализ дисперсионной системы. Дисперсионной средой, в ходе эксперимента, выступала дистиллированная вода.

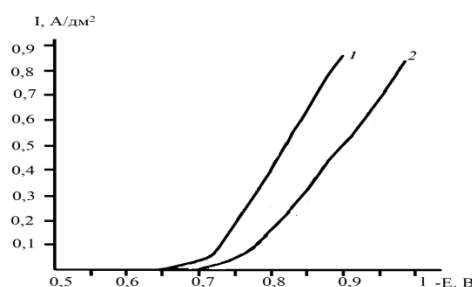
### **Результаты и их обсуждение**

Известно [2], чем меньше размер частиц и чем больше искажена кристаллическая решетка частиц, тем легче они захватываются неровностями поверхности металла. Приобретая

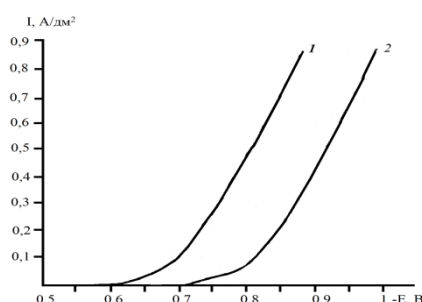
положительный заряд, дисперсные частицы быстрее продвигаются к катоду и легче встраиваются в покрытие. Введение их в электролит может существенно влиять на кинетику осаждения металла. Полученные нами в диапазоне температур 40-60 °С вольт-амперные характеристики процесса осаждения КЭП приведены на рисунках 1 – 3. Увеличение температуры приводит к смещению потенциала в более электроположительную сторону. Существенного отличия в ходе кривых не обнаружено.



**Рисунок 1.** Вольт-амперные зависимости процесса осаждения чистого никеля без перемешивания: 1 -  $T = 333\text{ K}$ ; 2 -  $T = 313\text{ K}$



**Рисунок 2.** Вольт-амперные зависимости процесса осаждения чистого никеля с перемешиванием: 1 –  $T = 333\text{ K}$ ; 2 -  $T = 313\text{ K}$



**Рисунок 3.** Вольт-амперные зависимости процесса осаждения КЭП на основе никеля: 1 -  $T = 333\text{ K}$ ; 2 -  $T = 313\text{ K}$

Результаты седиментационного анализа приведены ниже:

Радиус частиц, $10^7\text{ м}$	Процентное содержание частиц, %
2,3 – 2,5	14
2,5-2,7	24
2,7-3,0	21
3,0-3,8	18
3,8-4,7	13
4,7-6,6	10

КЭП, полученные при плотности тока  $2 \text{ A/дм}^2$  и комнатной температуре имели ярко выраженную дендритообразную неравномерную структуру темного серого цвета. Повышение рабочей температуры до  $50^\circ\text{C}$  не дало существенного улучшения морфологии поверхности. Снижение рабочей плотности тока до  $1 \text{ A/дм}^2$  позволило получить качественные покрытия без дендритов, серого цвета. Поверхность выглядит более плотной с незначительной шероховатостью.

Содержание углерода в электролите определялось исходя из удобства соизмерения результатов, с полученными для других графитов и приведенных, например, в [1]. Однако нами было установлено, что осадки, полученные при содержании графита меньше  $0,5 \text{ г/л}$  являются более однородными и качественными. Дальнейшие испытания направлены на определение оптимального количества графита с точки зрения морфологии поверхности и функциональных свойств КЭП.

### **Выводы**

1. Введение дисперсной фазы в электролит никелирования не приводит к существенному изменению формы поляризационных кривых. Повышение температуры от  $30$  до  $80^\circ\text{C}$  приводит к смещению потенциала в более электроположительную область.
2. Средний размер (радиус) частиц углерода в полидисперсной системе колеблется в пределах  $(2,5 \div 3,0) \cdot 10^{-7} \text{ м}$ .
3. В случае модифицированного наноуглерода марки VG-34, при плотности тока  $1 \text{ A/дм}^2$  получены качественные плотные осадки. Повышение плотности тока до  $2 \text{ A/дм}^2$  при содержании углерода  $0,5 \text{ г/л}$  приводит к ухудшению морфологии поверхности и образованию неравномерных дендритообразных осадков.

### **Литература**

- [1] Полищук Ю.В., Нефедов В.Г., Бутова Е.А., Васильева Е.А., Баскевич А.С., Захаров В.Д., Ваганов В.Е. // Вопросы химии и химической технологии. – 2013. - №4. - С. 172-174.
- [2] Иванов В.В., Балакай В.И., Щербаков И.Н., Арзуманова А.В., Старунов А.В., Мурзенко К.В. // Успехи современного естествознания. - 2015. - №1. - С. 1335-1338.