

Рис. 2. Анодные поляризационные кривые стали марки 08кп в NaCl (3%) без покрытия и для покрытий ортованадата висмута

Таким образом, проведенные исследования показали, что синтезированный сольвотермическим способом ортованадат висмута может быть использован в качестве антикоррозионного пигмента для лакокрасочной промышленности. Наибольшими ингибирующими свойствами по отношению к стальной подложке обладают образцы ортованадат висмута, прошедший термическую обработку, а также лакокрасочные покрытия на его основе толщиной 36–45 мкм.

#### Литература

1. Жарский, И.М. Сольвотермический синтез ортованадата висмута и исследование его свойств как пигмента для лакокрасочной промышленности / И.М. Жарский, И.И. Курило, О.В. Осирко // Труды БГТУ. 2013. №3. С. 16–18.
2. Опимах, О.В. Механизм структурообразования ортованадата висмута при сольвотермическом синтезе / О.В. Опимах, И.И. Курило, И.М. Жарский // Неорганические материалы. 2014. Том 50. №4. С. 448–452.
3. Индейкин Е.А. Влияние дисперсности на оптическую эффективность хроматических пигментов // Лакокрасочные материалы и их применение. 2000. № 10/11. С. 48–54.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ МЕДЬ–УДА ИЗ ЭТИЛЕНДИАМИНОВОГО ЭЛЕКТРОЛИТА

Яскельчик В.В. магистрант, Е.В. Михедова

Научные руководители доц. Черник А.А., проф. Жарский И.М.

УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)

По мере развития гальванотехники все большее распространение получают композиционные электрохимические покрытия (КЭП), которые наносятся из электролитов суспензий, т.е. электролитов, модифицированных добавками высокодисперсных порошков или микроволокон, когда частицы дисперсной фазы при электроосаждении зарастиваются металлом, закрепляясь на поверхности изделия в металлической матрице [1].

Композиционные покрытия получают в тех случаях, когда предусматривается модифицирование поверхности металлических изделий для придания им новых свойств (повышение коррозионной устойчивости, снижение трения и износа, увеличение твердости и т.д.). Благодаря чему КЭП находят широкое применение в машиностроении, приборостроении, химической промышленности и т.д. [2].

Эффективность использования КЭП во многом определяется природой дисперсной фазы. Перспективным материалом для композиционных покрытий являются ультрадисперсные алмазы.

Покрытия медь-УДА обладают улучшенными свойствами и применяются в качестве функциональных: антифрикционных покрытий для дисков сцепления автотракторной техники, в качестве твердой смазки для предотвращения схватывания резьбовых соединений [1,2].

Осаждение велось из этилендиаминового электролита при концентрации УДА до 2 г/л с применением перемешивания, которое осуществлялось магнитной мешалкой. Электролит перед эксплуатацией подвергали ультразвуковому воздействию в течение 30 минут. Диапазон рабочих плотностей тока определяли в угловой ячейке Хулла. Выход по току определяли гравиметрически. Пористость покрытий определяли согласно ГОСТ 9.302-88 методом наложения фильтровальной бумаги. Коррозионные исследования по методу контактных токов проводились в 3%-ом растворе NaCl. Микротвердость образцов определяли цифровым микротвердомером AFFRI-MVDM8.T. Микрофотографии образцов выполнены на оптическом микроскопе Leica при увеличении 1000х.

Экспресс-анализ в ячейке Хулла показал, что блестящие мелкокристаллические осадки меди можно получить в диапазоне плотностей тока  $0,4-2,2 \text{ А/дм}^2$  при перемешивании электролита. При увеличении плотности тока до  $4,2 \text{ А/дм}^2$  осаждаются матовые осадки. В диапазоне плотностей тока  $4,3-5,1 \text{ А/дм}^2$  полученные осадки имеют шероховатую поверхность.

Вследствии положительного потенциала медь является катодным покрытием по отношению к железу и может защищать его от коррозии только в случае отсутствия пор. Пористые медные покрытия, наоборот, приводят к ускорению коррозии железа и его сплавов. Медные покрытия, полученные из этилендиаминового электролита, являются пористыми даже при толщине в 9 мкм.

Как видно из рисунка 1, увеличение концентрации УДА в электролите приводит к значительному уменьшению пористости КЭП. Это позволяет предположить, что частицы УДА не только адсорбируются на растущих кристаллах, уменьшая их размеры, но кроме этого еще и заполняют поры, таким образом снижая пористость [1].

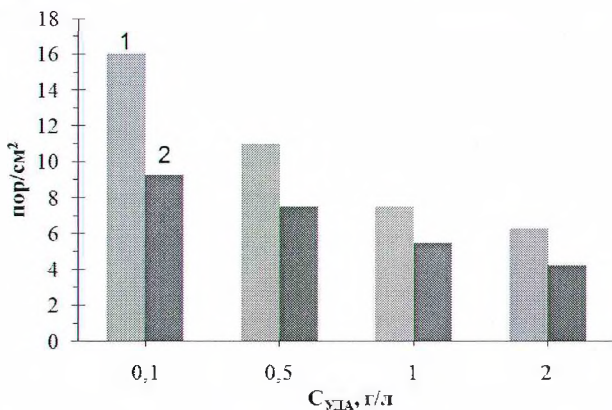


Рисунок 1 – зависимость пористости от концентрации УДА в электролите (толщина покрытия, мкм: 1) – 6; 2) – 9

На рисунке 2 представлена зависимость коррозионных токов, найденных из диаграмм Эванса, от концентрации УДА в электролите.

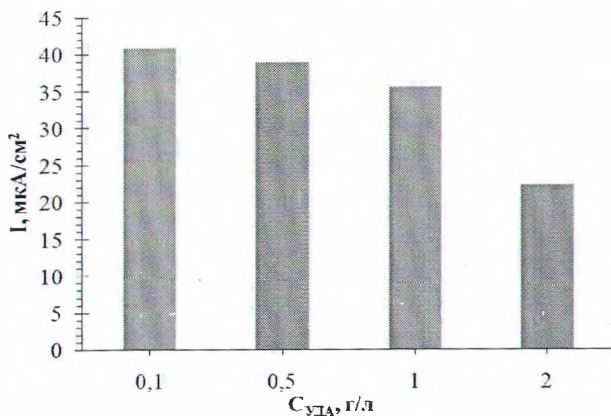


Рисунок 2 – зависимость токов коррозии от концентрации УДА в электролите

Увеличение концентрации УДА в электролите приводит к уменьшению токов коррозии. Так при концентрации УДА в электролите 2 г/л ток коррозии составил 20 мкА/см<sup>2</sup>. Главным образом уменьшению токов коррозии способствует снижение пористости, что связано с катодным механизмом защиты стальной поверхности при условии минимальной пористости, а в идеальном случае с беспористостью покрытия, когда токи коррозии стремятся к нулю.

Как видно из микрофотографии при увеличении концентрации УДА в электролите увеличивается количество вкрапляемых частиц дисперсной фазы, что объясняет уменьшение пористости покрытий, повышение микротвердости и коррозионной стойкости.

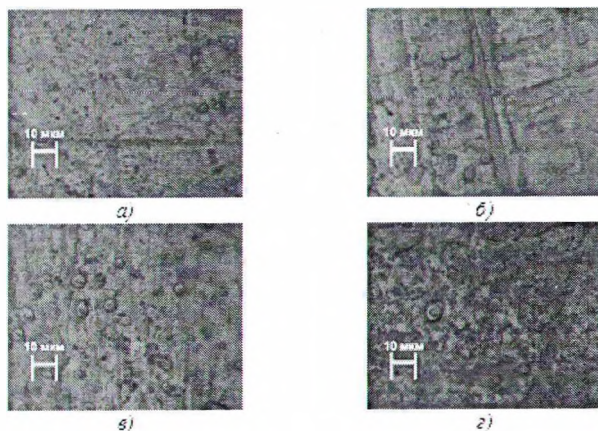


Рисунок 3 – Микрофотографии КЭП медь–УДА, полученных при различной концентрации УДА, г/л: а) – 0,1; б) – 0,5; в) – 1; з) – 2

Таким образом, введение в этилендиаминовый электролит меднения добавки УДА способствует снижению пористости покрытий. При увеличении концентрации УДА в электролите наблюдается уменьшение коррозионных токов. Исходя из микрофотографий образцов, можно сделать предположение о увеличении количества вкрапляемых частиц УДА в структуру покрытия при увеличении их концентрации в электролите.

#### Литература

1. Буркат, Г. К. Ультрадисперсные алмазы в гальванотехнике / Г. К. Буркат, В. Ю. Долматов. – СПб.: Специальное конструкторско-технологическое бюро "Технолог" Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

2. Долматов, В. Ю. Детонационные наноалмазы. Получение, свойства, применение / В. Ю. Долматов. – СПб.: НПО «Профессионал», 2011, – 536 с.: ил., цв.

## СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРТОВАНАДАТА ВИСМУТА

Д. С. Харитонов, Е. В. Крышилович

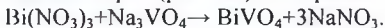
Научный руководитель доц. Курило И. И.

*УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)*

**Введение.** Одним из способов защиты металлов от коррозии является покрытие лаками, красками и эмалью, декоративные и ингибирующие свойства которых во многом зависят от свойств компонентов, применяемых при их изготовлении. В настоящее время активно развивается направление синтеза экологически безопасных пигментов для лакокрасочной промышленности на основе ортованадата висмута, который может служить заменой желтым пигментам, содержащим соединения свинца и хрома. Однако в литературе практически отсутствуют данные о физико-химических свойствах данного соединения, обеспечивающих его использование в качестве пигмента для изготовления лакокрасочных материалов, устойчивых в кислых средах.

Целью работы было изучение размерно-морфологических свойств, растворимости в воде и растворах кислот ортованадата висмута, синтезированного сольватермическим методом, а также колористических характеристик лакокрасочных покрытий на его основе.

**Экспериментальная часть.** Синтез ортованадата висмута осуществляли из реактивов марки х.ч. с использованием в качестве прекурсоров водных растворов ортованадата натрия ( $\text{pH} \approx 13$ ) и нитрата висмута ( $\text{pH} \approx 1$ ) [1] по реакции:



В результате синтеза был получен порошок ярко-желтого цвета, с размером частиц от 0,1 до 10 мкм (рис. 1). Определение цветовых характеристик лакокрасочного покрытия на основе синтезированного пигмента, нанесенного на подложку из стали марки 8кп, проводили в цветовой модели Lab с помощью спектрофотометра ColorDialog II. Исследования показали, что оптическая плотность покрытия толщиной 30 мкм составляет 0,53 Б, а координаты цвета покрытия в системе Lab:  $L = 76,06$ ;  $a = 7,58$ ;  $b = 79,1$  (координаты цвета стальной подложки:  $L = 59,15$ ;  $a = -1,05$ ;  $b = -6,43$ ), что соответствует цвету 7406С каталога Pantone.

Для изучения химической устойчивости синтезированного ортованадата висмута была изучена его растворимость в воде, а также растворах соляной и азотной кислот.

Проведенные исследования показали, что растворимость  $\text{BiVO}_4$  в воде при 20 °С составляет 0,132 г/л.