

При увеличении концентрации  $\text{Na}_3\text{VO}_4$  в растворе пассивации до 0,045 М, ток коррозии несколько уменьшается и составляет 0,220–0,002 мА/см<sup>2</sup> при времени пассивации 60–600 с.

Как видно из экспериментальных данных при увеличении продолжительности пассивации, а также увеличении концентрации  $\text{Na}_3\text{VO}_4$  в растворе пассивации, ток коррозии уменьшается, и, следовательно, коррозионная стойкость пассивированных пленок возрастает.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова И. В., Хорошилов А. В., Флорианович Г. М. / Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, А. В. Хорошилов, Г. М. Флорианович. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – С. 45–56

УДК 544.654.2

А.Д. Корней, магистрант;  
А.А. Черник, доц., канд. хим. наук;  
(БГТУ, г. Минск)

#### **ФОРМИРОВАНИЕ БЛЕСТЯЩИХ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА**

Развитие новых отраслей промышленности и научно-технический прогресс невозможен без создания материалов, которые по своим физико-механическим и химическим свойствам превосходят традиционно применяемые. В этой связи совершенствование цинковых электрохимических покрытий является и по сей день одним из актуальных направлений современной гальванотехники [1].

В настоящее время использование в процессах электролиза переменного тока, толчка тока, перерыва тока обусловило создание нового направления в электрохимии – нестационарного электролиза. Применение нестационарного режима в гальванотехнике при электроосаждении металлов и сплавов, прежде всего, позволит расширить спектр их эксплуатационных свойств: повысить адгезию покрытия с основой, уменьшить размер зерен, пористость, шероховатость и наводороживание, повысить твердость и износостойкость, увеличить коррозионную стойкость и защитную способность [2].

Цель работы – разработка технологии осаждения цинкового покрытия в импульсном режиме электролиза, обеспечивающая получение покрытий с улучшенными физико-химическими свойствами. В качестве электролитов использовались: сульфатный электролит, который используется для нанесения покрытия на не сложно профилирую-

мые детали; цинкатный и аммиакатно–хлоридный электролиты, которые используются для нанесения покрытий с развитым профилем. Состав электролитов приведен в таблице 1. Осаждение цинковых покрытий происходило в стационарном и импульсном режимах с плотностью тока  $i = 3, 5$  и  $10 \text{ А/дм}^2$  с варьированием времени импульса и пауз. Для сернокислого электролита во всех режимах импульсного электролиза выход потоку на 10 % ниже чем при стационарных условиях и составляют 80%. Для цинкатного и аммиакатно–хлоридного электролитов различия в выходах по току в импульсных режимах по сравнению со стационарными не значительны и составляют в среднем 92%. Это может быть обусловлено восстановлением цинка из комплексных ионов в данных электролитах. Для всех электролитов характерна тенденция уменьшения выходов по току с увеличением плотности тока во всех режимах импульсного электролиза, но для аммиакатно–хлоридного электролита этот эффект наблюдается в меньшей степени.

Исследуемые образцы подвергались анализу морфологии поверхности с увеличением до 1000 раз. На рисунке 1 представлен вид поверхности образцов в аммиакатно-хлоридном электролите.

Из фотографий поверхности можно сказать, что осадок располагается на поверхности равномерно, наблюдается более ярко выраженное положительное выравнивание.

**Таблица 1 – Состав электролитов, выбранных в НИР, для осаждения цинковых покрытий (г/л)**

Электролит № 1	Электролит № 2	Электролит № 3
ZnSO <sub>4</sub> – 200 г/л	ZnO – 15 г/л	ZnCl <sub>2</sub> – 60 г/л
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> – 20 г/л	NaOH – 150 г/л	NH <sub>4</sub> Cl – 150 г/л
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 50 г/л	Очиститель ДС – 5 мл/л	ЛГ 50А – 10 мг/л
–	Цинкамин-0,2 – 10 мг/л	ЛГ 50Б – 5 мг/л
$i = 2 - 4 \text{ А/дм}^2$	$i = 1 - 5 \text{ А/дм}^2$	$i = 0,3 - 5 \text{ А/дм}^2$
T = 18 – 40 °С	T = 18 – 40 °С	T = 18 – 40 °С
pH = 3,5 – 4,5	pH = 5 – 6	pH = 5 – 6

С уменьшением времени импульса с 1 до 0,1 с и времени паузы с 0,5 до 0,01 с, наблюдается уменьшение размера зерен полученного покрытия. Покрытия становятся более гладкими и блестящими. Проводились исследования элементного состава покрытий, полученных из аммиакатно-хлоридного электролита при плотности тока  $10 \text{ А/дм}^2$  в импульсном режиме электролиза. В таблице 3 отображен элементный состав покрытий, полученных из аммиакатно–хлоридного электролита при плотности тока  $10 \text{ А/дм}^2$  в импульсном режиме электролиза



что наименьшее количество очагов белой коррозии было зафиксировано при времени импульса 1 с, времени паузы от 0, 5 до 0,1 с. При уменьшении времени импульса в 10 раз и уменьшении паузы от 0,05 до 0,01 с, количество очагов белой коррозии несколько увеличивается, что более характерно для образцов, полученных в серноокислом электролите.

В ходе эксперимента установлено, что образцы, полученные в серноокислом электролите при плотностях тока 3, 5 и 10 А/дм<sup>2</sup> в импульсном режиме электролиза имеют выходы по току на 10–20% ниже, чем образцы, полученные при тех же плотностях тока в стационарном режиме электролиза, которые в среднем составили 93%. В цинкатном электролите, образцы полученные при плотностях тока 3 и 5 А/дм<sup>2</sup>, как при импульсном режиме электролиза, так и при стационарном режиме имеют значительные выходы по току, около 92 %. При увеличении плотности тока до 10 А/дм<sup>2</sup> выходы по току падают на 10–15% и составляют около 80 %. При рассмотрении аммиакатно-хлоридного электролита, можно сказать о том, что при плотностях тока 3 и 5 А/дм<sup>2</sup>, как при импульсном режиме электролиза, так и при стационарном выходы по току составляют 95%. При увеличении плотности тока до 10 А/дм<sup>2</sup> выходы по току варьируются от 91 до 95%. Исключение составляют образцы, полученные в импульсном режиме при времени паузы 0,1 и 0,05 с, выходы по току которых составили 81 и 85 % соответственно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сайфуллин, Р. С. Композиционные покрытия и материалы/ Р. С. Сайфуллин – Москва: Химия, 1977. – 270 с.
2. Гамбург Д. Ю. Ответы на вопросы читателей/ Гальванотехника и обработка поверхности. 2003. – №4. – с. 60-65.

УДК 544.653.23, 544.654.2

А.В. Пянко, магистрант;  
В.В. Жилинский, доц., канд. хим. наук;  
А. А. Черник, доц., канд. хим. наук;  
(БГТУ, г. Минск)

#### **ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ОКСИДОВ ДЛЯ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ**

Решение проблем безопасности и активного мониторинга состояния окружающей среды может быть обеспечено системами контроля на основе сенсорных устройств. Для этих целей использу-