

И.В. Антихович асп., Н.М. Аблажей студ.,
А.А. Черник, доц., канд. хим. наук;
И.М. Жарский, проф., канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТАРТРАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Одним из эффективных методов модификации поверхности и придания им новых свойств является осаждение композиционных электролитических покрытий (КЭП) [1, 2]. Такой электролиз может привести к значительному изменению физико-механических свойств: механическому упрочнению покрытий, повышению антикоррозионных свойств, износостойкости, термостойкости. Важным параметром в данном случае является подбор количества и размера дисперсной фазы и условий электролиза.

В качестве материалов инертной фазы применяют ультрадисперсные алмазы (УДА) [3], фуллерен [4, 5], SiO_2 [6]. Большое количество исследований посвящено изучению влияния ультрадисперсных алмазов на свойства никелевых покрытий, при этом установлено [7], что можно создать сверхтвердые материалы (увеличить твердость в 1,5-2 раза), улучшить физико-механические свойства, измельчить структуру осаждаемого металла. Введение фуллерена сглаживает микрорельеф, улучшает коррозионные свойства [8], уменьшает коэффициент трения, однако широкое применение последних зачастую тормозится практически полной несовместимостью легких фуллеренов с водой и водными суспензиями [9,10]. Внедрение SiO_2 в структуру значительно изменяет рельеф поверхности, влияет на форму и размер кристаллов.

Электроосаждение никеля при формировании композиционного покрытия в основном осуществляют из сульфатно-хлоридного электролита с добавкой борной кислоты (электролит типа Уоттса). Однако интерес представляет поиск электролитов способных давать качественные компактные толстослойные осадки при пониженной температуре. Достойной заменой электролиту Уоттса могут быть тартратные [11] электролиты никелирования.

В настоящей работе представлены результаты исследований структуры и свойств композиционных никелевых покрытий, электроосажденных из тартратных электролитов при пониженной температуре.

Композиционные никелевые покрытия толщиной 20 мкм осаждали из сульфатно-хлоридно-тарtrateного (№1) с соотношением $\text{SO}_4^{2-} : \text{Cl}^- = 13 : 1$ и хлоридно-тарtrateного (№2) электролитов с содержанием, моль/дм³: Ni^{2+} 0,95, $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – 0,46, $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ – 0,007, pH=2,6 – 4 при температуре 20°C, а также стандартного (№3) сернокислого электролита никелирования, г/дм³: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 100, Na_2SO_4 – 50, H_3BO_3 – 15, NaCl – 15, pH=5,8 – 6,4 при температуре 20°C. В качестве инертной фазы использовали SiO_2 (0,2-10 г/дм³), фуллерен $\text{C}_{60}(\text{OH})_{24\pm 7}\text{O}_{1+3}$ (0,002-0,0002 г/дм³), марки Fullerenol-d., УДА(0,005-0,05 г/дм³). Для поддержания частиц во взвешенном состоянии при введении очередной порции частиц (УДА и SiO_2) в электролит перед каждым электролизом осуществляли ультразвуковую обработку раствора.

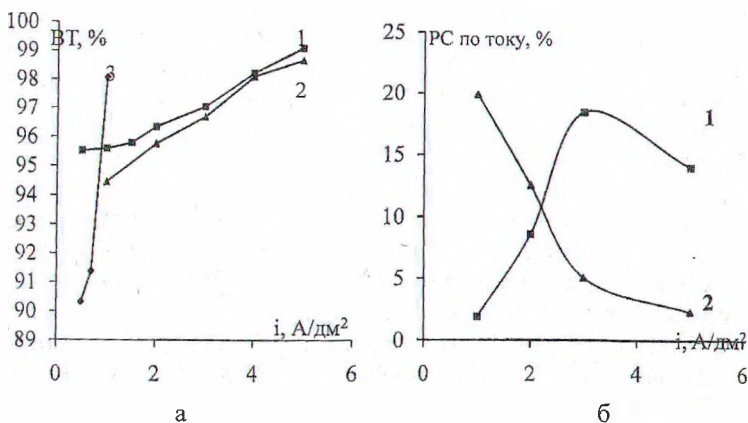


Рисунок 1 – а – Зависимость выхода по току от плотности тока; б – Зависимость рассеивающей способности по току от плотности тока в исследуемых электролитах: 1 – №1, 2 – №2, 3 – №3

Исследуемые низкотемпературные электролиты позволяют получать качественные компактные осадки при плотностях тока больших (до 10 А/дм²), чем можно реализовать в низкотемпературном электролите типа Уоттса (до 1 А/дм²). Широкий диапазон рабочих плотностей тока обусловлен высокой буферной емкостью приэлектродного слоя. При этом выход по току в диапазоне от 1 до 5 А/дм² в тарtrateных электролитах составляет 94-98 % (рис. 1,а), что обусловлено высокой скоростью осаждения никеля и низкой выделения водорода. При этом, следует отметить, что выход по току увеличивается

при увеличении плотности тока. Это можно связать с недостаточной рассеивающей способностью электролита. Рассеивающая способность по току в исследуемом диапазоне плотностей тока составляет 10-15 % и 5-20 % для электролитов №1 и №2. Большая рассеивающая способность приводит к более равномерному распределению металла на поверхности и более гладким покрытиям, что подтверждается данными сканирующей электронной микроскопии.

Важной характеристикой любых КЭП является его твердость. Твердость никелевого покрытия без внедрения инертной фазы невысокая (170-230 кгс/мм²), как для тартратных, так и для стандартного электролита. Так, установлено, что введение в электролиты любой из исследованных твердых фаз приводит к увеличению микротвердости. При этом в каждом случае есть инерционный период увеличения твердости при введении фуллерена, который наблюдается при увеличении концентрации фуллерена в электролите более $2 \cdot 10^{-4}$ г/дм³. Дальнейшее увеличение концентрации фуллерена приводит к увеличению твердости в любом из электролитов и выходе этой величины на плато при концентрации более $4 \cdot 10^{-4}$ г/дм³. При этом максимальная твердость достигается в электролите №2 и составила ≈ 420 кгс/мм², в электролите №1 эффект фуллерена не так очевиден и увеличение твердости составило ≈ 250 кгс/мм² вместо 180 кгс/мм². Введение SiO₂ в электролит приводит к увеличению твердости с 250 до 300 кгс/мм² при увеличении концентрации более 0,2 мг/л с последующим плавным увеличением до 330 кгс/мм² в электролите №1.

На основании полученных данных можно заключить, что низкотемпературные тартратные электролиты позволяют получить никелевые покрытия, плотно сцепленные с подложкой в широком диапазоне толщин при высоких плотностях тока. Введение в электролит инертной фазы позволяет получить композиционные покрытия с новыми отличными свойствами: уменьшается пористость, улучшается внешний вид покрытия. Внедрение УДА и фуллерена в никелевую матрицу позволяет упрочнить структуру в 2 раза и получить КЭП с твердостью >400 кгс/мм². Введение SiO₂ придает блеск поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Целуйкин В.Н. Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2009. – 45, №3. – С.287 – 301
2. Балакай В.И., Арзуманова А.В., Балакай И.В., Бырылов И.Ф. Прикладная электрохимия и защита металлов от коррозии. – 2010. – 83, №12. – С.2008 – 2012
3. Торопов А.Д., Детков П.Я., Чухаева С.И. Гальванотехника и обработка поверхности. – 1999. – 7, №3. – С.14 – 19

4. Целуйкин В.Н., Соловьева Н.Д., Гунькин И.Ф. Журнал прикладной химии. – 2008. – 81, №7. – С.1106 – 1108
5. Целуйкин В.Н., Толстова И.В., Соловьева Н.Д., Гунькин И.Ф. Гальванотехника и обработка поверхности
6. Socha R.P., Nowak P., Laajalehto K., Väyrynen Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. – 2004. – 235, №5. – P.45 – 55
7. Тимошков Ю.В., Губаревич Т.М., Ореховская И.С., Молчан И.С., Курмашев В.И. Гальванотехника и обработка поверхности. – 1999. – 6, №2. – С.20 – 25
8. Целуйкин В.Н., Соловьева Н.Д., Гунькин И.Ф. Защита металлов. – 2007. – 43, №4. – С.418 – 420
9. Летенко Д.Г., Никитин В.А., Семенов К.Н., Чарыков Н.А., Иванов А.С. Физическая химия растворов. – 2012. – 86, №12. – С.1944 – 1952
10. Семенов К.Н., Чарыков Н.А., Летенко Д.Г., Никитин В.А., Намазбаев В.И., Кескинов В.А., Пухаренко Ю.В. Наноразмерные и наноструктурированные материалы и покрытия. – 2012. – 48, №3. – С.1 – 7
11. Электролит для получения никелевых покрытий : а.с. 1320263 СССР, МПК С 25 D 3/12 / А.В. Бондаренко, Е.И. Бубликов, А.В. Уфимцева; Новочеркасский политехнический институт им. Серго Орджоникидзе ; заявл. 17.09.88 ; опубл. 30.06.87 // РЖ. Коррозия и защита от коррозии, 1972, №3, реф. ЗК329

УДК 621.793

М.А. Белоцерковский, доц., д-р техн. наук;
 М.А. Леванцевич, доц., канд. техн. наук;
 А.И. Сосновский, канд. техн. наук;
 А.Г. Сидоренко, канд. техн. наук

(Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск)

НЕЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ЦИНКА И ХРОМА ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ И КОНСТРУКЦИЙ МАШИН

Повышение коррозионной стойкости деталей и конструкций машин, станков и технологического оборудования является одной из актуальных проблем современного машиностроения. В этой связи задача изыскания сравнительно не дорогих, энергоэффективных и экологически чистых методов обработки поверхностей, обеспечивающих защиту от коррозии является весьма актуальной.

В настоящей работе приводятся результаты исследований коррозионной стойкости образцов с покрытиями, сформированными двумя альтернативными классической гальванике методами, - методом плакирования гибким инструментом и методом гиперзвуковой металлизации.

В первом случае в качестве инструмента используется вращающаяся металлическая щетка с проволочным ворсом, а покрытие фор-