

Шабров Дмитрий Евгеньевич,

студент гр. ХТм-24-1, Ангарский государственный технический университет,

email: dima.shabrov02@mail.ru

Истомина Алена Андреевна,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

email: alenaist@ya.ru

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ, ИХ СВОЙСТВА И СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ

Shabrov D.E., Istomina A.A.

COMPOSITE ELECTROCHEMICAL COATINGS OF NICKEL, THEIR PROPERTIES AND METHODS OF OBTAINING

Аннотация. В работе рассмотрены виды, свойства и способы получения композиционных электрохимических покрытий на основе никеля

Ключевые слова: электрохимия, гальванические покрытия, композиционные электрохимические покрытия, никель.

Abstract. The work discusses the types, properties and methods of producing nickel-based caps

Keywords: electrochemistry, electroplating, composite electrochemical coatings, nickel.

Разработка композиционных электрохимических покрытий является перспективным направлением в современной гальванотехнике.

Для улучшения эксплуатационных характеристик осадков, полученных при электролизе, в электролиты можно вводить дисперсную фазу различной природы. Частицы дисперсной фазы, соосаждаясь с металлами, формируют композиционные электрохимические покрытия (КЭП). В зависимости от природы дисперсной фазы функциональные свойства покрытия могут быть разными. И это является главным преимуществом КЭП перед стандартными покрытиями.

Наиболее используемым в промышленности функциональным покрытием является никель [3]. Эксплуатационные свойства никелевых покрытий можно значительно улучшить, применяя легирующие добавки, такие как бор, фосфор, карбид кремния, модифицированный углерод и др. Легирование металлами или неметаллическими элементами ведет к получению новых сплавов или композиционных электрохимических покрытий (КЭП) с особыми эксплуатационными свойствами и различного функционального назначения, что одновременно способствует решению вопросов экологии, экономичности и технологичности процессов их получения.

Перспективными являются КЭП на основе никеля [4-5] которые по коррозионной стойкости сравнимы с хромом. КЭП, способные заменить хромовые покрытия, в различных условиях эксплуатации обязаны иметь высокую износостойкость, микротвердость, коррозионную стойкость и низкий коэффициент

трения. Разработка технологий получения КЭП на основе никеля за счет совместного осаждения с дисперсными частицами легирующих добавок (оксиды металлов, оксиды неметаллов и различные мелкодисперсные порошки углерода) с целью осаждения КЭП с требуемыми физико-механическими свойствами.

Существуют две основные модели, объясняющие механизм соосаждения дисперсных частиц и металла.

Первая из моделей имеет название «Модель Гуглиельми». В данной модели главным фактором, от которого зависит процесс, является абсорбционный заряд, выражаемый дзета-потенциалом. Комбинация абсорбции и электрофореза отвечает за внедрение частиц в металлическую матрицу. На первом этапе частицы, окруженные облаком абсорбированных ионов и молекул электролита, приближаются к катодной поверхности и слабо на ней адсорбируются (слабая адсорбция). В течение первого этапа прямой контакт между частицами и катодом отсутствует, и адсорбция в основном является физической. На втором этапе частицы под воздействием электрического поля теряют облако из абсорбированных частиц из-за процесса восстановления ионов и адсорбируются на катодную поверхность (сильная адсорбция). Наконец, сильно адсорбированные частицы включаются в растущий осадок. Этот шаг хорошо объясняет влияние плотности тока на объемный процент внедряемых частиц.

Вторая модель механизма соосаждения частиц и металла носит названия «Модель Селиса». В основе данной модели лежат следующие предположения:

1. Адсорбционный слой ионных части, главным образом частиц металла, создается сразу же после их дисперсии в электролите или в течение подготовки частиц в ионных растворах;

2. Частицы могут быть внедрены в металлическую матрицу только при условии, что достаточная часть ионов восстановлена на катоде.

На своем пути из объема электролита к месту включения на катодной поверхности, частица должна пройти через следующие шаги:

1. Адсорбцию ионов на ее поверхности;
2. Перенос частицы конвекцией навстречу гидродинамическому пограничному слою (δ_0);
3. Диффузию частицы через диффузионный слой;
4. Адсорбцию частицы, окруженной ионным облаком, на катодную поверхность;
5. Восстановление ионов, через которое частица необратимо встраивается в металлическую матрицу.

Несмотря на разнообразие различных моделей, объясняющих соосаждение частиц с ионами металла, принято считать, что перенос частиц к катодной

поверхности осуществляется механическим перемешиванием и электрофоретическими силами, их включение в металлическую матрицу происходит вследствие восстановления адсорбированных ионов.

Основной тенденцией исследований в области гальванотехники является осаждение композиционных покрытий, сплавов и КЭП на их основе с целью уплотнения покрытий, повышения их коррозионной стойкости и улучшения физико-механических свойств.

КЭП на основе никеля можно получать из сульфатных и сульфатно-хлоридных электролитов. Но, например, для получения более качественного композиционного покрытия никель-фторопласт (политетрафторэтилен) лучше использовать комплексные электролиты, такие как сульфаматные или ацетатные. В них адсорбционно-сольватный слой на частицах фторопласта блокирует процесс агрегации гидрофобных частиц фторопласта, что может происходить в объеме сульфатных растворов.

Преимуществом электрохимического способа получения КЭП на основе никеля является его простота, экономичность, надежность и доступность для широкого применения.

Недостаток же электрохимического получения КЭП заключается в низкой рассеивающей способности на деталях сложной конфигурации и невозможности соосаждения дисперсных добавок, нестойких к воздействию раствора электролита.

Особенность способа получения данных покрытий заключается в том, что диспергированная добавка за счет перемешивания (непрерывного или периодического) находится в постоянном контакте с поверхностью электрода. Тем самым достигается их возможность соосаждения с металлом матрицы покрытия.

Твердость КЭП - один из важных показателей и определяется условиями кристаллизации металла, содержанием и свойствами дисперсных наполнителей, технологическими параметрами электролиза и в большинстве случаев имеет более высокие значения, чем моно-покрытия металлом [6-7]. Понижение твердости КЭП наблюдается в случаях применения материалов с низкой плотностью такие как графит, графен и дисульфид молибдена. Это объясняется тем, что в момент контактирования с катодом эти частицы в большинстве своем не обладают достаточным импульсом силы для создания плотного контакта, наклепа, изменения условий кристаллизации и в некоторых случаях внедряются в покрытие в виде агломератных групп, дающие покрытию повышенную пористость.

Коэффициент трения и износостойкость КЭП определяются физико-механическими свойствами дисперсных добавок и свойствами матрицы, а так-

же соотношением в покрытии (граничном слое) и условиями работы пар трения. Граничные слои пары трения имеют определенную шероховатость поверхности со сферической волнистостью, по вершинам которой происходит контакт. Следовательно, применение дисперсных частиц будет эффективно лишь в случае, если они расположены по вершинам в сфере в количестве, необходимом для создания на поверхности трения такого числа пятен (точек) контакта, при котором трение будет происходить только по ним [8-9]. Таким образом, при увеличении числа пятен контакта и их площади лучше условия для трения. При этом роль дисперсных частиц сводится в основном к увеличению или уменьшению коэффициента трения основного материала при минимальном износе пар трения, а также к увеличению термостойкости, теплопроводности и стабильности коэффициентов трения в заданном диапазоне температур. В зависимости от состава композиции, соотношения дисперсных материалов и их свойств необходимо учитывать разные пары трения.

Равномерная общая коррозия металла покрытия и металла КЭП происходит с одинаковой скоростью по металлической поверхности покрытия. Она наименее опасна и наиболее медленно протекает [10]. В случае, если КЭП в своем составе имеет электронейтральные частицы с коррозионной стойкостью выше металла КЭП, то коррозионная стойкость КЭП будет зависеть от площади перекрытия (укрывистости) частицами общей поверхности КЭП. Покрытие будет более коррозионностойким, чем больше частиц в КЭП и меньше их размер, так как при этом обеспечивается более равномерное распределение коррозионного тока между центрами, препятствующими его распределению. Таким образом, увеличение коррозионной стойкости КЭП может быть определено по проценту укрывистости поверхности катода дисперсными частицами.

Из всего вышеперечисленного следует, что разработка технологий по получению КЭП на основе никеля имеет важнейшую роль в развитие современной гальванотехники и материаловедении. Так как с одной стороны накопление нового материала по применению различных электролитов с целью осаждения КЭП, а с другой – особые или улучшенные эксплуатационные свойства КЭП связаны с внесением легирующих добавок, которые изменяют механизм электроосаждения КЭП.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Солодкова, Л. Н.** Электролитическое хромирование / Л. Н. Солодкова, В. Н. Кудрявцев; под ред. В. Н. Кудрявцева. – Москва: Глобус, 2007 (Красноармейск). – 191 с. (Приложение к журналу "Гальванотехника и обработка поверхности"). – Библиогр.: с. 187-191. – ISBN 5-8155-0209-X.

2. **Ямпольский, А.М.** Гальванические покрытия / А.М. Ямпольский. – Ленинград: Машиностроение, 1978. – 168 с.
3. **Дасоян, М.А.** Технология электрохимических покрытий / М.А. Дасоян, И.Я. Пальмская, Е.В. Сахарова. – Ленинград: Машиностроение, 1989. – 391 с. – ISBN 5-217-00381-2.
4. **Целуйкин, В.Н.** Композиционные электрохимические покрытия: получение, структура, свойства / В. Н. Целуйкин. – Текст: непосредственный // Физикохимия поверхности и защита материалов (ФПЗМ) / Российская академия наук. – 2009. – Т.45, вып.3. – С. 287-301.
5. **Торопов, А.Д.** Получение и свойства композиционных никелевых покрытий с ультрадисперсными алмазами / А.Д. Торопов, П.Я. Детков, С.И. Чухаева. – Текст: непосредственный // Гальванотехника и обработка поверхности. – 1999. – Т. 7, вып. 3. – С. 14– 19.
6. **Кудрявцева И.Д.** Получение твердых и износоустойчивых покрытий серебром и его сплавами: дис. канд. техн. наук. – Новочеркасск, 1967. – 181 с.
7. **Балакай, В.И.** Свойства композиционного покрытия никель-кобальт-алмаз, осажденного из хлоридного электролита / В.И. Балакай, К.В. Мурзенко, и др. // Журнал прикладной химии. – 2010. – Т. 83, вып. 9. – С. 1481 – 1488.
8. **Сайфуллин Р.С.** Композиционные покрытия и материалы. – М.: Химия, 1977. – 272 с.
9. **Бородин И.Н.** Упрочнение деталей композиционными покрытиями. – М.: Машиностроение, 1982. – 146 с.
10. **Улиг, Г.Г.** Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику / Г.Г. Улиг, Р.У. Ревин. – Л.: Химия, 1989. – 456 с.