

Истомина Алена Андреевна,

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

email: alenaist@ya.ru

Шабров Дмитрий Евгеньевич,

магистрант гр. ХТм-24, Ангарский государственный технический университет,

email: dima.shabrov02@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ АММИАЧНО-ЦИТРАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ

Istomina A.A., Shabrov D.E.

RELEVANCE AND PROSPECTS OF AMMONIA-CITRATE ELECTROLYTES FOR NICKEL PLATING

Аннотация. В работе рассматриваются физико-химические особенности и технологические преимущества использования аммиачно-цитратных электролитов для электроосаждения никелевых покрытий и создания на их основе композиционных электрохимических покрытий (КЭП). Проведен сравнительный анализ аммиачно-цитратной системы с традиционными сульфатными электролитами. Обоснованы перспективы использования данной системы для получения легированных матриц нового поколения.

Ключевые слова: аммиачно-цитратный электролит, композиционные электрохимические покрытия, электроосаждение никеля.

Abstract. This paper examines the physicochemical properties and technological advantages of using ammonia-citrate electrolytes for the electrodeposition of nickel coatings and the creation of composite electrochemical coatings (CECs) based on them. A comparative analysis of the ammonia-citrate system with traditional sulfate electrolytes is conducted. The prospects for using this system to produce next-generation alloyed matrices are substantiated.

Keywords: ammonia-citrate electrolyte, composite electrochemical coatings, nickel.

Разработка функциональных гальванических покрытий с повышенными характеристиками – микротвердостью, износостойкостью и коррозионной устойчивостью – является приоритетной задачей современного материаловедения [1].

Традиционные кислые электролиты (типа Уоттса) зачастую не обеспечивают требуемой равномерности осаждения на сложнопрофильных деталях и склонны к высокому наводороживанию подложки. В этом контексте аммиачно-цитратные электролиты представляют собой высокотехнологичную альтернативу, позволяющую получать мелкокристаллические покрытия с уникальными физико-механическими свойствами [2].

Основным отличием аммиачно-цитратной системы является работа в слабощелочной области (рН 8.5-10.0) и использование лигандов, образующих прочные смешанные комплексы. Это обуславливает ряд преимуществ:

1. высокая рассеивающая способность – значительная катодная поляризация при разряде комплексов обеспечивает исключительную равномерность покрытия, в отличие от сульфатных электролитов в них практически отсутствует «краевой эффект» и дендритообразование на острых краях;

2. снижение водородной хрупкости – высокая буферная емкость аммонийно-цитратной системы стабилизирует pH в прикатодном пространстве, подавляя выделение водорода, что является важным фактором для защиты высокопрочных сталей, чувствительных к наводороживанию;

3. мелкозернистая структура – осадки характеризуются плотной беспористой структурой и повышенной микротвердостью (350–500 HV против 200–250 HV у сульфатного никеля) при сохранении низких внутренних напряжений.

Электрохимическое выделение никеля протекает через стадию диссоциации высших комплексов и адсорбции электроактивных форм на катоде. Наличие лимонной кислоты смещает потенциал выделения в сторону более отрицательных значений, что затрудняет рост кристаллов и способствует формированию мелких структур. Буферное действие системы предотвращает выпадение гидроксида никеля в прикатодном слое [2].

Аммиачно-цитратный электролит является оптимальной средой для внедрения дисперсных фаз (оксидов, карбидов, графита) и возможности получения композиционных электрохимических покрытий (КЭП). Слабощелочная среда способствует:

1. стабилизации суспензий – частицы легче приобретают стабильный поверхностный заряд, что препятствует их агломерации;

2. эффективному соосаждению – механизм «захвата» частиц металлической матрицей протекает интенсивнее благодаря специфической адсорбции цитратных комплексов на границе раздела «частица–раствор». Это открывает возможности получения КЭП — от сверхтвердых (с оксидом алюминия) до самосмазывающихся (с графитом).

Аммиачно-цитратный электролит никелирования может служить основой для создания многофункциональных никелевых покрытий. Огромный потенциал системы заключается в возможности перехода от чистой никелевой матрицы к легированным сплавам путем введения дополнительных компонентов (например молибдена, вольфрама). Соосаждение никеля с тугоплавкими металлами в сочетании с армированием дисперсными частицами открывает пути к созданию многокомпонентных КЭП с высокими функциональными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Шабров, Д.Е.** Композиционные электрохимические покрытия на основе никеля, их свойства и способы получения / Д.Е. Шабров, А.А. Истомина // Сборник научных трудов АнГТУ. – 2025. – № 22. – С. 100-104.

2. **Павлова, Н.В.** Электроосаждение сплавов Ni-Mo и Ni-W из аммиачно-цитратных электролитов, содержащих молибденовые и вольфрамовые сини / Павлова Н.В., Нанда Т. и др. // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2008. – Т.16. № 4. – С. 22-29.