

Влияние добавки *n*-нитробензойной кислоты на технологические характеристики дицианоаргентатнороданистого электролита и свойства покрытий

© Васин*⁺ Евгений Николаевич, Ивашкин Евгений Геннадьевич,
Плохов Сергей Владимирович, Купчишин Максим Витальевич,
Кузнецов Егор Максимович, Баженов Евгений Олегович

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

г. Нижний Новгород, 603155. Нижегородская область. Россия.

Тел.: +7 (831) 436-93-58. E-mail: eugeniy.vasin-evg2017@yandex.ru

*Ведущий направление; ⁺Поддерживающий переписку

Ключевые слова: гальваническое серебрение, дицианоаргентатнороданистый электролит, рассеивающая способность, *n*-нитробензойная кислота.

Аннотация

Вопросы совершенствования технологии гальванического серебрения в условиях высокой стоимости и дефицитности благородных металлов с одной стороны и широкого распространения процессов нанесения покрытий серебром и его сплавами с другой стороны на сегодняшний день являются весьма актуальными. Одним из путей развития гальванотехники благородных металлов является повышение равномерности распределения металла при нанесении покрытий на изделия сложного профиля, то есть увеличение рассеивающей способности электролита. Влияние на данный параметр позволяет как уменьшить расход дорогостоящих материалов (солей и анодов), так и улучшить качество выпускаемых изделий. В работе приведены результаты исследования влияния добавки *n*-нитробензойной кислоты (НБК) на технологические характеристики дицианоаргентатнороданистого электролита и свойства покрытий. В качестве базовой рецептуры выбран состав, рекомендованный ОСТ 107.460092.001-86, так как он получил весьма широкое распространение на отечественных производствах. Результаты исследования электролита с предложенной добавкой и свойств покрытий приведены в сравнении с базовым электролитом без добавки.

Катодный выход по току в базовом электролите в рекомендованном интервале плотностей тока (1-2 А/дм²) не зависит от плотности тока и составляет 100%. Введение добавки НБК позволяет создать зависимость катодного выхода по току серебра от плотности тока. Благодаря этому рассеивающая способность электролита по металлу повышается с 43.1% до 75.33% (при 1 А/дм²). Оптимизирован состав электролита и токовый режим. Показано, что покрытия из модифицированного электролита с НБК по качеству не уступают покрытиям из базового состава, а по величине микровыравнивающей способности даже превосходят их.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Плохов С.В., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О. Влияние добавки *n*-нитробензойной кислоты на технологические характеристики дицианоаргентатнороданистого электролита и свойства покрытий. *Бутлеровские сообщения*. 2026. Т.87. №7. С.21-28.

DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-21

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Плохов С.В., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О. Влияние добавки *n*-нитробензойной кислоты на технологические характеристики дицианоаргентатнороданистого электролита и свойства покрытий. *Бутлеровские сообщения А*. 2026. Т.14. №3. Id.3. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-21/ROI-jbc-A/26-14-3-3 (Russian)

The output for citing the English online version of the article:

Evgeny N. Vasin, Evgeny G. Ivashkin, Sergey V. Plokhov, Maxim V. Kupchishin, Egor M. Kuznetsov, Evgeny O. Bazhenov. The influence of *p*-nitrobenzoic acid additive on the technological characteristics of dicyanoargentate-thiocyanate electrolyte and the properties of coatings. *Butlerov Communications A*. 2026. Vol.14. No.3. Id.3. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-21/ROI-jbc-A/26-14-3-3

Литература

- [1] Напукх Э.З. Экономия металла при серебрении. *Гальванотехника и обработка поверхности*. Т.1. №3-4. **1992**. С.95-96. [E.Z. Napukh, Saving Metal in Silvering. *Electroplating and Surface Treatment*. Vol.1. No.3-4. **1992**. P.95-96. (Russian)]
- [2] АС СССР. №1214787. [USSR AS. No.1214787. (Russian)]
- [3] Напукх Э.З., Бочкарёв В.А., Нечаев Е.А. *Защита металлов*. **1984**. Т.20. №3. С.492-495. [E.Z. Napukh, V.A. Bochkarev, E.A. Nechaev. *Protection of Metals*. **1984**. Vol.20. No.3. P.492-495. (Russian)]
- [4] ГОСТ 9.305-84. ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий. Введ. 01.01.1986. *Москва: Изд-во стандартов*. **1984**. 104с. [GOST 9.305-84. Unified standards of chemical coatings. Metallic and non-metallic inorganic coatings. Operations of Technological Processes for Obtaining Coatings. Introduced on 01.01.1986. *Moscow: Publishing House of Standards*. **1984**. 104p. (Russian)]
- [5] ОСТ 107.460092.001-86. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Типовые технологические процессы. Книга 1. Введ. 01.04.1987. *Москва*. **1987**. 259с. [OST 107.460092.001-86. Metallic and non-metallic inorganic coatings. Standard technological processes. Book 1. Introduction. 01.04.1987. *Moscow*. **1987**. 259p. (Russian)]
- [6] Буркат Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов. СПб.: Политехника. **2009**. 188с. [G.K. Burkat. *Electrodeposition of precious metals*. St. Petersburg: Polytechnic. **2009**. 188p. (Russian)]
- [7] Мелашенко Н.Ф. Гальванические покрытия благородными металлами. Справочник. *Москва: «Машиностроение»*. **1993**. 240с. [N.F. Melashchenko. *Galvanic coatings with noble metals*. Handbook. *Moscow: "Mashinostroenie"*. **1993**. 240p. (Russian)]
- [8] ГОСТ 9.302-88 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля. Введ. 01.01.1990. *Москва: Изд-во стандартов*. **2021**. 40с. [GOST 9.302-88 ESZKS. Metallic and non-metallic inorganic coatings. Control methods. Introduction. 01.01.1990. *Moscow: Publishing House of Standards*. **2021**. 40p. (Russian)]
- [9] ИСО 2819-2017. Покрытия металлические на металлических поверхностях. Обзор имеющихся методов контроля адгезии. [ISO 2819-2017. Metallic coatings on metallic substrates – Review of methods available for testing adhesion. (Russian)]
- [10] Напукх Э.З., Москвина М.В. *Защита металлов*. **1986**. Т.22. №6. С.989-990. [E.Z. Napukh, M.V. Moskvina. *Protection of Metals*. **1986**. Vol.22. No.6. P.989-990. (Russian)]
- [11] ГОСТ 9.301-86 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования. Введ. 01.07.1987. *Москва: Изд-во стандартов*. **1986**. 15с.
- [12] Evgeny N. Vasin, Evgeny G. Ivashkin, Sergey V. Plokhov, Maxim V. Kupchishin, Egor M. Kuznetsov, Evgeny O. Bazhenov. The influence of *p*-nitrobenzoic acid additive on the technological characteristics of dicyanoargentate-thiocyanate electrolyte and the properties of coatings. *Butlerov Communications A*. **2026**. Vol.14. No.3. Id.3. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-21/ROI-jbc-A/26-14-3-3
- [13] Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Плохов С.В., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О. Влияние добавки *n*-нитробензойной кислоты на технологические характеристики дицианоаргентатно-роданистого электролита и свойства покрытий. *Бутлеровские сообщения А*. **2026**. Т.14. №3. Id.3. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-21/ROI-jbc-A/26-14-3-3 (Russian)

The English version of the article has been published in the international edition of the journal

Butlerov Communications A
Advances in Organic Chemistry & Technologies

The Reference Object Identifier – ROI-jbc-A/26-14-3-3

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-21/ROI-jbc-A/26-14-3-3

The influence of *p*-nitrobenzoic acid additive on the technological characteristics of dicyanoargentate-thiocyanate electrolyte and the properties of coatings

**Evgeny N. Vasin,*⁺ Evgeny G. Ivashkin, Sergey V. Plokhov,
Maxim V. Kupchishin, Egor M. Kuznetsov, Evgeny O. Bazhenov**

Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev. Nizhny Novgorod, 603155. Nizhny Novgorod Region, Russia. Phone: +7 (831) 436-93-58. E-mail: eugeny.vasin-evg2017@yandex.ru

*Supervising author; ⁺Corresponding author

Keywords: galvanic silver plating, dicyanoargentate-thiocyanate electrolyte, scattering capacity, *p*-nitrobenzoic acid.

Improving galvanic silver plating technology is currently a pressing issue, especially given the high cost and shortage of precious metals and the widespread use of silver and its alloys. One of the ways to advance precious metal galvanic technology is to improve the uniformity of metal distribution during coating of complex products, thereby increasing the electrolyte's scattering power. Influencing this parameter can both reduce the consumption of expensive materials (salts and anodes) and improve the quality of manufactured products. This paper presents the results of a study of the effect of *p*-nitrobenzoic acid (NBA) additive on the process characteristics of a dicyanoargentate-rhodium electrolyte and the properties of the coatings. The composition recommended by OST 107.460092.001-86 was chosen as the base formulation, as it is widely used in domestic production. The results of the study of the electrolyte with the proposed additive and the coating properties are presented in comparison with the base electrolyte without the additive.

The cathodic current efficiency in the base electrolyte in the recommended current density range (1-2 A/dm²) is independent of current density and is 100%. The addition of NBC allows the silver cathodic current efficiency to be dependent on current density. This increases the electrolyte's metal dissipation capacity from 43.1% to 75.33% (at 1 A/dm²). The electrolyte composition and current mode have been optimized. It has been shown that coatings made from the modified electrolyte with NBA are comparable in quality to coatings made from the base composition and even surpass them in microleveling ability.