

О возможности повышения рассеивающей способности бесцианистых электролитов гальванического серебрения

© Васин*⁺ Евгений Николаевич, Ивашкин Евгений Геннадьевич,
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: eugeny.vasin-evg2017@yandex.ru

*Ведущий направление; ⁺Поддерживающий переписку

Ключевые слова: гальваническое серебрение, дицианоаргентатнороданистый электролит, рассеивающая способность.

Аннотация

Дицианоаргентатнороданистый электролит получил широкое распространение в ряде отраслей промышленности для нанесения гальванических серебряных покрытий на различные основы. Электролит является аналогом классических цианистых составов, но выгодно отличается от них использованием для обеспечения стабильного растворения анодов роданида калия вместо высокотоксичных и неустойчивых цианидов калия и натрия. Получаемые покрытия близки по свойствам к покрытиям из цианистых электролитов, общепризнанно считающихся эталоном качества гальванического серебрения. При этом рассеивающая способность дицианоаргентатнороданистых электролитов по металлу находится в диапазоне 40-60%, что при покрытии сложнопрофилированных деталей создаёт опасность осаждения покрытий с недостаточной толщиной на углубленных участках поверхности. Это, в свою очередь, может привести к пониженным антикоррозионным характеристикам покрытых деталей. Целью данной работы является изучение возможности повышения рассеивающей способности электролита за счёт введения индифферентных солей, а также сравнение физических свойств получаемых покрытий из электролита с добавками и без них.

В качестве базового состава выбран электролит, рекомендованный ОСТ 107.460092.001-86, так как он используется на множестве предприятий радиоэлектронной промышленности. Проведено исследование зависимости ключевых величин, влияющих на рассеивающую способность – поляризуемости катодного процесса и удельной электропроводности – от концентрации основных компонентов – дицианоаргентата(I) калия и роданида калия. Показано, что повышение концентрации роданида калия оказывает большее влияние на удельную электропроводность, чем повышение концентрации соли серебра. В качестве электропроводящих добавок применены две индифферентные соли – гексацианоферрат(II) калия и хлорид калия. По зависимостям электропроводности электролита от концентрации данных солей выбран диапазон концентраций добавок. Рассеивающая способность электролита с добавками на 19% выше, чем у электролита без добавок. По внешнему виду и ряду характеристик покрытия из электролита с добавками не уступают покрытиям из электролита без добавок.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О. О возможности повышения рассеивающей способности бесцианистых электролитов гальванического серебрения. *Бутлеровские сообщения*. 2026. Т.87. №7. С.1-11. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-1

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О. О возможности повышения рассеивающей способности бесцианистых электролитов гальванического серебрения. *Бутлеровские сообщения* А. 2026. Т.14. №3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-1/ROI-jbc-A/26-14-3-1 (Russian)

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

Evgeny N. Vasin, Evgeny G. Ivashkin, Maxim V. Kupchishin, Egor M. Kuznetsov, Evgeny O. Bazhenov.
On the possibility of increasing the dissipation capacity of cyanide-free electrolytes for galvanic silver plating. *Butlerov Communications A*. 2026. Vol.14. No.3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-1/ROI-jbc-A/26-14-3-1

Литература

- [1] Тихонов А.А. Локальные электрохимические покрытия : монография. Москва: ИНФРА-М 2025. 381с. ISBN 978-5-16-113445-0 [A.A. Tikhonov. Local Electrochemical Coatings: Monograph. Moscow: INFRA-M. 2025. 381p. ISBN 978-5-16-113445-0 (Russian)]
- [2] Кайкарис В.А. Изучение процессов электроосаждения серебра. Автореферат дисс. на соискание ученой степени доктора химических наук. Вильнюсский гос. ун-т им. В. Капсукаса. – Вильнюс. 1969. 28с. [V.A. Kaikaris. Study of Silver Electrodeposition Processes. Abstract of PhD Thesis. Vilnius State University Named after V. Kapsukas. Vilnius. 1969. 28p. (Russian)]
- [3] Буркат Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов. СПб.: Политехника. 2009. 188с. [G.K. Burkat. Electrodeposition of precious metals. St. Petersburg: Politehnika. 2009. 188p. (Russian)]
- [4] Кайкарис В.А., Пиворюнайте И.Ю., Маркушас В.В. Тезисы докладов Межреспубликанской конференции "Теория и практика электроосаждения металлических покрытий". Гос. ком. Совета Министров Латв. ССР по координации науч.-исслед. работ. Латв. респ. правл. ВХО им. Д.И. Менделеева. Техн. упр. СНХ Латв. ССР. Ин-т химии АН Латв. ССР. Рига: [б.и.]. 1965. 160с. [V.A. Kaikaris, I.Yu. Pivoryunaite, V.V. Markushas. Abstracts of the reports of the interrepublican conference "Theory and practice of electrodeposition of metallic coatings". State committee of the council of ministers of the Latvian SSR for coordination of scientific research work. Latvian Rep. Board of the D.I. Mendeleyev All-Union Chemical Society. Tech. Dept. of the Council of National Economy of the Latvian SSR. Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of the Latvian SSR. Riga. 1965. 160p. (Russian)]
- [5] Васин Е.Н., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М. и др. Об особенностях эксплуатации дицианоаргентатнороданистых электролитов гальванического серебрения. Инновационные технологии в образовательной деятельности: Материалы XXVII Международной научно-методической конференции. Нижний Новгород, 6 февраля 2025 года. Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. 2025. С.38-41. ISBN 978-5-502-01860-9. EDN QNTTIG. [E.N. Vasin, M.V. Kupchishin, E.M. Kuznetsov, et al. On the features of operation of dicyanoargentate-rhodium electrolytes for galvanic silver plating. Innovative technologies in educational activities: Proceedings of the XXVII International Scientific and Methodological Conference, Nizhny Novgorod, February 6, 2025. Nizhny Novgorod: R.E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University. 2025. P.38-41. (Russian)]
- [6] 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 standardization and quantity collection (ESZKS). Metallic and non-metallic inorganic coatings. Operations of technological processes for obtaining coatings. Introduced. 01.01.1986. Moscow: Publishing House of Standards. 1984. 104p. (Russian)]
- [7] 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. Typical technological processes. Book 1. Introduction. 01.04.1987. Moscow. 1987. 259p. (Russian)]
- [8] Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Козина О.Л., Васин Е.Н. Оптимизация метода приготовления дицианоаргентатнороданистого электролита гальванического серебрения. Исследования молодежи – экономике, производству, образованию. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Сыктывкар, 15-19 апреля 2024 года. Сыктывкар: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова. 2024. С.111-117. EDN QIJONE. [M.V. Kupchishin, E.M. Kuznetsov, O.L. Kozina, E.N. Vasin. Optimization of the method for preparing a dicyanoargentate-rhodium electrolyte for galvanic silver plating. Research of youth – economics, production, education: Collection of materials of the XIV All-Russian youth scientific and practical conference. Syktyvkar, April 15-19, 2024. Syktyvkar: St. Petersburg State Forest Engineering University Named after S.M. Kirov. 2024. P.111-117. (Russian)]
- [9] Патент РФ 2848803 С1 (2025) [Patent RF 2848803 C1 (2025) (Russian)]
- [10] Васин Е.Н., Наумов В.И., Ивашкин Е.Г. и др. Причины снижения качества покрытий в гальванических ваннах с дицианоаргентатнороданистым электролитом серебрения. Технология металлов. 2026. №4. С.2-14. DOI 10.31044/1684-2499-2026-0-4-2-14. EDN SUXRPD. [E.N. Vasin, V.I. Naumov, E.G. Ivashkin, et al. Reasons for the decrease in the quality of coatings in galvanic baths with dicyanoargentate-thiocyanate silver plating electrolyte. Technology of Metals. 2026. No.4. P.2-14. DOI 10.31044/1684-2499-2026-0-4-2-14.
- [11] Бахчисарайцыян Н.Г., Борисоглебский Ю.В., Буркат Г.К. Практикум по прикладной электрохимии: учеб. пособие для вузов. Ленинград: Химия. 1990. 304с. [N.G. Bakhchisaraytsyan, Yu.V. Borisoglebsky, G.K. Burkat. Practical Training in Applied Electrochemistry: Textbook for Universities. Leningrad: Chemistry. 1990. 304p. (Russian)]

- [12] ГОСТ 9.301-86 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования. Введ. 01.07.1987. Москва: Изд-во стандартов. **1986**. 15с. [GOST 9.301-86 Unified Standard for Chemical Protection. Metallic and non-metallic inorganic coatings. General requirements. Introduced on 01.07.1987. Moscow: Publishing House of Standards. **1986**. 15p. (Russian)]
- [13] Официальный сайт компании «Русхим». Калий роданистый. *Электронный ресурс*. URL: https://rushim.ru/product_info.php?products_id=4568&ysclid=mqf9yjn5in401496565 (Дата обращения: 15.06.2026) [Official website of the Ruskhim company. Potassium thiocyanate. *Electronic Resource*. URL: https://rushim.ru/product_info.php?products_id=4568&ysclid=mqf9yjn5in401496565 (Accessed: 15.06.2026)]
- [14] Томилов А.П. Прикладная электрохимия: учебник для вузов. Москва: Химия. **1984**. 520с. [A.P. Tomilov. Applied electrochemistry: textbook for universities. Moscow: Chemistry. **1984**. 520p. (Russian)]
- [15] Кайкарис В.А. Изучение процессов электроосаждения серебра. *Диссертация ... доктора химических наук*: 02.00.00. Вильнюс. **1968**. 420с. [V.A. Kaikaris. Study of silver electrodeposition processes: *PhD Thesis in Chemical Sciences*: 02.00.00. Vilnius. **1968**. 420p. (Russian)]
- [16] Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. Москва: Химия. **1979**. 352с. [N.T. Kudryavtsev, Electrolytic coatings with metals. Moscow: Chemistry. **1979**. 352p. (Russian)]
- [17] Напук Э.З., Бочкарёв В.А., Ефимов Е.А. *Защита металлов*. **1982**. №2. С.288-290. [E.Z. Napukh, V.A. Bochkariev, E.A. Efimov. *Protection of Metals*. **1982**. No.2. P.288-290. (Russian)]
- [18] Берсирова О.Л., Бык С.В., Кублановский В.С. Электроосаждение серебра: Монография. Киев: МИЦ МЕДИНФОРМ. **2013**. 168с. [O.L. Bersirova, S.V. Byk, V.S. Kublanovsky. Silver electrodeposition: Monograph. Kyiv: MITs MEDINFORM. **2013**. 168p. (Russian)]
- [19] Пурин Б.А., Озола Э.А., Витиня И.А. Электроосаждение меди, олова и серебра на различные металлы и функциональные свойства покрытий. Рига: ЛатНИИТИ. **1987**. 68с. [B.A. Purin, E.A. Ozola, I.A. Vitinya. Electrodeposition of copper, tin, and silver on various metals and functional properties of coatings. Riga: LatNIINTI. **1987**. 68p. (Russian)]
- [20] Пиворюнайте И.Ю. Электроосаждение серебра из растворов дицианоаргентата калия. *Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата химических наук*. Вильнюсский гос. ун-т им. В. Капсукаса. Вильнюс. **1965**. 18с. [I.Yu. Pivoriunaite. Electrodeposition of silver from potassium dicyanoargentate solutions. *Abstract of PhD Thesis in Chemical Sciences*. Vilnius State University Named after V. Kapsukas. Vilnius. **1965**. 18p. (Russian)]
- [21] 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. Introduced 01.01.1990. Moscow: Publishing House of Standards. **2021**. 40p. (Russian)]
- [22] Evgeny N. Vasin, Evgeny G. Ivashkin, Maxim V. Kupchishin, Egor M. Kuznetsov, Evgeny O. Bazhenov. On the possibility of increasing the dissipation capacity of cyanide-free electrolytes for galvanic silver plating. *Butlerov Communications A*. **2026**. Vol.14. No.3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-1/ROI-jbc-A/26-14-3-1
- [23] Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О. О возможности повышения рассеивающей способности бесцианистых электролитов гальванического серебрения. *Бутлеровские сообщения А*. **2026**. Т.14. №3. Id.1. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-1/ROI-jbc-A/26-14-3-1 (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/26-14-3-1

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-7-1/ROI-jbc-A/26-14-3-1

**On the possibility of increasing the dissipation capacity
of cyanide-free electrolytes for galvanic silver plating**

**Evgeny N. Vasin,^{*,†} Evgeny G. Ivashkin, 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: eugen.vasin-evg2017@yandex.ru*

^{*}Supervising author; [†]Corresponding author

Keywords: galvanic silver plating, ferrocyanide – rhodanate electrolyte, dicyanoargentate thiocyanate electrolyte, transient resistance.

Abstract

Dicyanoargentate-thiocyanate electrolyte has found widespread use in a number of industries for applying galvanic silver coatings to various substrates. This electrolyte is similar to classic cyanide compounds, but differs from them by using potassium thiocyanate instead of highly toxic and unstable potassium and sodium cyanides to ensure stable anode dissolution. The resulting coatings are similar in properties to coatings made from cyanide electrolytes, which are generally considered the benchmark for galvanic silver plating quality. However, the scattering power of dicyanoargentate-thiocyanate electrolytes on metal ranges from 40-60%. This creates a risk of insufficient coating thickness deposited on recessed areas of the surface when coating complexly profiled parts. This, in turn, can lead to reduced anti-corrosion properties of the coated parts. The aim of this study is to investigate the possibility of increasing the scattering power of an electrolyte by introducing supporting salts, as well as to compare the physical properties of the resulting coatings from the electrolyte with and without additives.

The electrolyte recommended by OST 107.460092.001-86 was chosen as the base composition, as it is used in many electronics industries. A study was conducted to determine the dependence of key parameters affecting scattering power – cathodic process polarizability and specific electrical conductivity – on the concentration of the main components: potassium dicyanoargentate(I) and potassium thiocyanate. It was shown that increasing the potassium thiocyanate concentration has a greater effect on specific electrical conductivity than increasing the silver salt concentration. Two supporting salts – potassium hexacyanoferrate(II) and potassium chloride – were used as electrically conductive additives. A range of additive concentrations was selected based on the dependence of electrolyte electrical conductivity on the concentration of these salts. The dissipation power of electrolyte with additives is 19% higher than that of electrolyte without additives. In appearance and a number of characteristics, coatings made with electrolyte with additives are comparable to those made with electrolyte without additives.