

Тематический раздел: Электрохимические исследования. **Полная исследовательская публикация**
Утверждённая научная специальность ВАК: 1.4.4. Физическая химия; 2.6.7. Технология неорганических веществ;
2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
Дополнительная научная специальность ВАК: 1.4.6. Электрохимия

Идентификатор ссылки на объект – ROI: jbc-01/26-85-3-55
Цифровой идентификатор объекта – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-55
Поступила в редакцию 4 марта 2026 г. УДК 621.357; 669.21/23.

Особенности приготовления и исследование свойств синеродистороданистого электролита гальванического серебрения

**Васин*⁺ Евгений Николаевич, Ивашкин Евгений Геннадьевич,
Купчишин Максим Витальевич, Кузнецов Егор Максимович,
Баженов Евгений Олегович, Самарин Пётр Борисович**

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

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, синеродистороданистый электролит, дицианоаргентатнороданистый электролит, переходное сопротивление.

Аннотация

Синеродистороданистый и дицианоаргентатнороданистый электролиты получили широкое распространение в промышленности для нанесения серебряных покрытий гальваническим способом. Электролиты являются химическими аналогами и позволяют получать мелкокристаллические, плотноупакованные покрытия, практически эквивалентные по качеству. Выгодными преимуществами синеродистороданистого электролита является возможность работы на интенсивных режимах (по сравнению с классическими цианистыми электролитами) без дополнительной оснастки ванны, практически абсолютные выходы по току, стабильность состава в эксплуатации. Но недостатком данного электролита являются длительность и энергоёмкость процесса приготовления, а также потери серебра при этом. Целью данной работы является оптимизация методики приготовления электролита в целях уменьшения возвратных потерь драгоценного металла и ускорения процесса в целом. Неотъемлемой частью работы является изучение важных для радиоэлектронной и электротехнической отраслей промышленности физических свойств покрытий, полученных из электролитов, приготовленных по предложенной методике.

Для приготовления основы электролита – раствора дицианоаргентата(I) калия – использован способ кипячения соединений серебра с гексацианоферратом(II) калия в щелочной среде с последующим отстаиванием, фильтрацией и анализом. В качестве источника серебра взяты как классические соли – хлорид (AgCl) и нитрат (AgNO₃) серебра, так и ранее не применявшиеся оксид (Ag₂O) и роданид (AgSCN). Показано, что наиболее выгодным является использование AgNO₃ (выход дицианоаргентата 100.00%) и AgSCN (выход 97.98%), но AgSCN позволяет получить столь высокое значение в четыре раза быстрее, чем AgNO₃, что значительно уменьшает затраты энергии на приготовление электролита. При исследовании свойств покрытий, полученных из соответствующих электролитов – переходного электрического сопротивления, структуры, адгезии к основному металлу, микротвёрдости, а также изучении поляризационных зависимостей – за эталон приняты результаты электролита на основе AgNO₃. Покрытия из всех электролитов практически эквивалентны покрытиям из эталонного электролита.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О., Самарин П.Б. Особенности приготовления и исследование свойств синеродистороданистого электролита гальванического серебрения. *Бутлеровские сообщения*. 2026. Т.85. №3. С.55-64. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-55

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О., Самарин П.Б. Особенности приготовления и исследование свойств синеродистороданистого электролита гальванического серебрения. *Бутлеровские сообщения А*. 2026. Т.12. №1. Id.11. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-55/ROI-jbc-RA/26-12-1-11

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, Peter B. Samarin. Peculiarities of preparation and research of properties of ferrocyanide-rhodanate electrolyte of galvanic silvering. *Butlerov Communications A*. 2026. Vol.12. No.1. Id.11. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-55/ROI-jbc-A/26-12-1-11

Литература

- [1] 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. [Alexander A. Kaikaris. Study of silver electrodeposition processes. *Abstract of PhD Thesis in Chemical Sciences. Vilnius State University Named after V. Kapsukas. Vilnius. 1969.* 28p. (Russian)]
- [2] Буркат Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов. *СПб.: Политехника. 2009.* 188с. [G.K. Burkat. Electrodeposition of precious metals. *St. Petersburg: Polytechnic. 2009.* 188p. (Russian)]
- [3] Тихонов А.А. Локальные электрохимические покрытия: Монография. *Москва: ИНФРА-М. 2025.* 381с. ISBN 978-5-16-113445-0 [Alexander A. Tikhonov. Local electrochemical coatings: Monograph. *Moscow: INFRA-M. 2025.* 381p. ISBN 978-5-16-113445-0 (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. ESZKS. Metallic and non-metallic inorganic coatings. Operations of technological processes for obtaining coatings. Ent. 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. Typical processes. Book 1. Ent. 01.04.1987. *Moscow. 1987.* 259p. (Russian)]
- [6] ГОСТ 9.047-75. ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий. Введ. 01.07.1976. *Москва: Изд-во стандартов. 1979.* 72с. [GOST 9.047-75. ESZKS. Metallic and non-metallic inorganic coatings. Operations of technological processes for obtaining coatings. Ent. 01.07.1976. *Moscow: Publishing House of Standards. 1979.* 72p. (Russian)]
- [7] Напук Э.З., Москвина М.В. О механизме электроосаждения серебра из дицианаргентатного электролита. *Защита металлов. 1986.* Т.22. №6. С.989-990. [E.Z. Napokh, M.V. Moskvina. On the mechanism of silver electrodeposition from a dicyanargentate electrolyte. *Protection of Metals. 1986.* Vol.22. No.6. P.989-990. (Russian)]
- [8] Банк России: учётные цены на аффинированные драгоценные металлы. *Электронный ресурс.* URL: https://cbr.ru/hd_base/metall/metall_base_new/ (Дата обращения: 23.02.2026). [Bank of Russia: reference prices for refined precious metals. *Electronic Resource.* URL: https://cbr.ru/hd_base/metall/metall_base_new/ (Accessed: 23.02.2026). (Russian)]
- [9] 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 ESZKS. Metallic and non-metallic inorganic coatings. General requirements. Ent. 01.07.1987. *Moscow: Publishing House of Standards. 1986.* 15p. (Russian)]
- [10] 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. Ent. 01.01.1990. *Moscow: Publishing House of Standards. 2021.* 40p. (Russian)]
- [11] Напук Э.З., Нечаев Е.А. О механизме электроосаждения серебра из железистосинеродистого электролита с добавкой KCNS. *Электрохимия. 1973.* Т.9. №7. С.1020-1024. [E.Z. Napukh, E.A. Nechaev. On the mechanism of electrodeposition of silver from ferrocyanide-rhodanate electrolyte with the addition of KCNS. *Electrochemistry. 1973.* Vol.9. No.7. P.1020-1024. (Russian)]
- [12] Буркат Г.К., Сафронова И.В. Роль роданида калия в дицианоаргентатном электролите. *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2012.* Т.15. С.41-42. [G.K. Burkat, I.V. Safronova. The role of potassium rhodanide in dicyanoargentate electrolyte. *News of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University). 2012.* Vol.15. P.41-42. (Russian)]
- [13] Пиворюнайте И.Ю. Электроосаждения серебра из растворов дицианоаргентата калия. *Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата химических наук. Вильнюсский государственный университет им. В. Капсукаса. Вильнюс. 1965.* 18с. [Irena Ju. Pivoryunayte. Electrodeposition of silver from solutions of potassium dicyanoargentate. *Abstract of PhD Thesis in Chemical Sciences. Vilnius State University named after V. Kapsukas. Vilnius. 1965.* 18p. (Russian)]
- [14] Янкаускас Т. Исследование дицианоаргентатного-роданидного электролита. *Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата химических наук. Вильнюсский государственный университет им. В. Капсукаса. Вильнюс. 1968.* 24с. [T. Jankauskas. Study of dicyanoargentate-rhodanide electrolyte.

- ОСОБЕННОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИНЕРОДИСТОРОДАНИСТОГО... __ 55-64*
Abstract of PhD Thesis in Chemical Sciences. Vilnius State University named after V. Kapsukas. Vilnius.
1968. 24p. (Russian)]
- [15] Круглова Е.Г., Вячеславов П.М. Контроль гальванических ванн и покрытий. 2-е изд., доп. и перераб. (Библиотечка гальванотехника. Вып.12). Москва; Ленинград: Машигиз. (Ленинградское отделение). **1961.** 147с. [E.G. Kruglova, P.M. Vyacheslavov. Control of galvanic baths and coatings. 2nd Edition, Added and revised. (Library electroplating. No.12). Moscow; Leningrad: Mashgiz. (Leningrad. Department). **1961.** 147p. (Russian)]
- [16] Методы анализа электролитов и растворов гальванических и химических покрытий. Справочное пособие для работников заводских лабораторий. Совет народного хозяйства Куйбышевского экономического административного района. Куйбышев: ЦБТИ. **1960.** 216с. [Methods of analysis of electrolytes and solutions of galvanic and chemical coatings. Reference manual for workers of factory laboratories. Council of the Kuibyshev economy administrative of the district. Kuybyshev: CBTI. **1960.** 216p. (Russian)]
- [17] Вячеславов П.М. Новые электрохимические покрытия. Ленинград: Лениздат. **1972.** 264с. [Pyotr M. Vyacheslavov. New electrochemical coatings. Leningrad: Lenizdat. **1972.** 264p. (Russian)]
- [18] ОСТ 107.460092.001-86. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Типовые технологические процессы. Книга 2. Введ. 01.04.1987. Москва: Изд-во стандартов. **1986.** 241с. [OST 107.460092.001-86. Metallic and non-metallic inorganic coatings. Typical processes. Book 2. Ent. 01.04.1987. Moscow: Publishing House of Standards. **1986.** 241p. (Russian)]
- [19] Evgeny N. Vasin, Evgeny G. Ivashkin, Maxim V. Kupchishin, Egor M. Kuznetsov, Evgeny O. Bazhenov, Peter B. Samarin. Peculiarities of preparation and research of properties of ferrocyanide-rhodanate electrolyte of galvanic silvering. *Butlerov Communications A.* **2026.** Vol.12. No.1. Id.11. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-55/ROI-jbc-A/26-12-1-11
- [20] Васин Е.Н., Ивашкин Е.Г., Купчишин М.В., Кузнецов Е.М., Баженов Е.О., Самарин П.Б. Особенности приготовления и исследование свойств синеродистороданистого электролита гальванического серебрения. *Бутлеровские сообщения А.* **2026.** Т.12. №1. Id.11. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-55/ROI-jbc-RA/26-12-1-11

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/26-12-1-11

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-85-3-55/ROI-jbc-A/26-12-1-11

Peculiarities of preparation and research of properties of ferrocyanide-rhodanate electrolyte of galvanic silvering

**Evgeny N. Vasin,*⁺ Evgeny G. Ivashkin, Maxim V. Kupchishin,
Egor M. Kuznetsov, Evgeny O. Bazhenov, Peter B. Samarín**
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: eugeniy.vasin-evg2017@yandex.ru

*Supervising author; ⁺Corresponding author

Keywords: galvanic silver plating, ferrocyanide-rhodanate electrolyte, dicyanoargentate rhodanated electrolyte, transient resistance.

Abstract

Ferrocyanide-rhodanate and dicyanoargentate rhodanate electrolytes have become widespread in the industry for the application of silver coatings by the galvanic method. Electrolytes are chemical analogues and make it possible to obtain finely crystalline, tightly packed coatings, almost equivalent in quality. Advantageous benefits of the ferrocyanide-rhodanate electrolyte are the possibility of operating under intensive conditions (in comparison with classical cyanide electrolytes) without additional equipment of the bath, almost absolute current outputs, stability of the composition in operation. But the disadvantage of this electrolyte is the duration and energy consumption of the preparation process, as well as the loss of silver in this case. The purpose of this work is to optimize the method of preparing the electrolyte in order to reduce the return loss of the precious metal and speed up the process as a whole. An integral part of the work is the study of the physical properties of coatings obtained from electrolytes prepared according to the proposed method, which are important for the radioelectronic and electrical industries.

To prepare the base of the electrolyte – a solution of potassium dicyanoargentate(I) – a method of boiling silver compounds with potassium hexacyanoferrate(II) in an alkaline medium is used, followed by settling, filtration and analysis. As a source of silver, both classical salts are taken – chloride (AgCl) and silver nitrate (AgNO₃), and previously unused oxide (Ag₂O) and rhodanide (AgSCN). It has been shown that it is most advantageous to use AgNO₃ (yield of 100.00% dicyanoargentate) and AgSCN (yield of 97.98%), but AgSCN allows to obtain such a high value four times faster than AgNO₃, which significantly reduces the energy consumption for the preparation of the electrolyte. When studying the properties of coatings obtained from the corresponding electrolytes – transient electrical resistance, structure, adhesion to the base metal, microhardness, as well as the study of polarization dependencies – the results of an electrolyte based on AgNO₃ are taken as a standard. Coatings of all electrolytes are almost equivalent to those of the reference electrolyte.