

УДК 678.5.06
AGRIS P33

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/49>

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА И СЕРЕБРА ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ, ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ, СВОЙСТВ И ПРИМЕНЕНИЙ

©*Абдуллаева Ж. Д.*, ORCID: 0000-0001-5777-4478, SPIN-код: 1815-7416, канд. хим. наук, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, jypar.science@oshsu.kg

©*Атаназарова А.*, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, astraatanazarova@gmail.com

©*Урмонов Д. Г.*, ORCID: 0000-0001-9693-3646, Ферганский государственный университет, г. Фергана, Узбекистан, dadahonu252@gmail.com

©*Полотов И. Ж.*, SPIN-код: 2191-2253, канд. техн. наук, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, ipolotov@oshsu.kg

SYNTHESIS OF ZINC OXIDE AND SILVER NANOPARTICLES BY CHEMICAL METHOD, STUDY OF STRUCTURE, PROPERTIES AND APPLICATIONS

©*Abdullaeva Zh.*, ORCID: 0000-0001-5777-4478, SPIN-code: 1815-7416, Ph.D., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, jypar.science@oshsu.kg

©*Atanazarova A.*, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, astraatanazarova@gmail.com

©*Urmonov D.*, ORCID: 0000-0001-9693-3646, Fergana State University, Fergana, Uzbekistan, dadahonu252@gmail.com

©*Polotov I.*, SPIN-code: 2191-2253, Ph.D., Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, ipolotov@oshsu.kg

Аннотация. Наночастицы оксида цинка и серебра широко применяются в технике, науке, косметологии и медицине. Цели исследования: изучить синтез наночастиц оксида цинка и серебра химическим методом, изучить структуру, свойства и применение в медицине синтезированных наночастиц. Синтез наночастиц оксида цинка и серебра произведен химическим методом, позволяющим экономить энергию, температуру и затраты на дорогостоящее оборудование. Синтезированные наночастицы оксида цинка и серебра имеют размер от 17 до 26 нанометров. Кожно-раздражающее действие лечебно косметического геля на основе наночастиц оксида цинка и серебра полученных способом не было обнаружено.

Abstract. Zinc and silver oxide nanoparticles are widely used in technology, science, cosmetology and medicine. Research objectives: to study the synthesis of zinc and silver oxide nanoparticles by a chemical method, to study the structure, properties and medical applications of synthesized nanoparticles. Synthesis of zinc oxide and silver nanoparticles performed using chemical method, which saves energy, temperature and the cost of expensive equipment. The synthesized zinc and silver oxide nanoparticles range in size from 17 to 26 nanometers. The skin-irritating effect of the medicinal cosmetic gel based on nanoparticles of zinc oxide and silver obtained by our method was not revealed.

Ключевые слова: наночастицы оксида цинка и серебра, химический метод, размер наночастиц, применение в медицине.

Keywords: zinc oxide and silver nanoparticles, chemical synthesis, nanoparticle size, application in medicine.

Наночастицы серебра, нанесенные в виде наночастиц на глинистый носитель, обеспечили антибактериальные свойства материала, а фосфорномолибденовую кислоту авторы использовали, чтобы увеличить бактерицидную активность материала как за счет действия самой кислоты, так и за счет ускорения высвобождения ионов серебра. Такой эффект обеспечивается тем, что фосфорномолибденовая кислота изменяет кислотность среды и, предположительно, играет роль слабого окислителя [1].

Синтезированы наночастицы серебра с использованием для их восстановления и стабилизации арабиногалактана и диоктилсульфосукцината натрия. Средний гидродинамический размер наночастиц, определенный по данным фотонной корреляционной спектроскопии, составлял 30 нм, дзета-потенциал — 34.04 ± 1.54 мВ. По данным метода электронной дифракции серебро в образце золя находится в металлической форме. Препарат наночастиц серебра проявлял антибактериальную активность в отношении условно-патогенных грамотрицательных (*Escherichia coli*) и грамположительных (*Bacillus subtilis* и *B. coagulans*) бактерий [2].

Наночастицы оксида цинка ZnO представляют большой интерес для применения во многих областях науки, техники и медицины в качестве функционального материала. Нано- и микрочастицы ZnO используются в пьезоэлектрических устройствах, дисплеях, солнечных батареях, газовых сенсорах, катализаторах и др. Учитывая перспективность применения нано- и микрочастиц оксида цинка значительный интерес представляет разработка простых и эффективных методов их получения для создания материалов с заданными свойствами [3].

Наночастицы оксида цинка были синтезированы различными способами: химическими и физическими методами, золь-гель, гидротермальным, осаждением и соосаждением, химическим осаждением из паровой фазы, пиролизом, распылением, магнитным напылением и биологическими методами [4].

Основные преимущества наночастиц оксида цинка: 1. Защищает от негативного воздействия солнечных лучей, что особенно важно в весенне-летний период; 2. Помогает проблемной коже справиться с воспалениями; 3. Регулирует выработку себума (<https://kurl.ru/kGjKK>).

Материалы и методы исследования

Наночастицы оксида цинка и серебра синтезированы химическим методом. Структурный и фазовый составы синтезированных наночастиц оксида цинка и серебра были определены при помощи рентгенофазового анализа РФА и ИК спектроскопией.

Кожно-раздражающее действие лечебно косметического геля на основе наночастиц оксида цинка и серебра полученных нашим способом не было обнаружено (Протокол лабораторных испытаний № 59 от 13.02.2024 Лаборатории отдела испытаний Ошского городского центра профилактики заболеваний и Госсанэпиднадзора с функциями координации деятельности службы по Ошской области).

Результаты и обсуждение

Химический состав и строение синтезированных наночастиц оксида цинка и серебра были определены рентгенофазовым анализом РФА. Характерные пики оксида цинка были выделены в областях 31.76, 34.42, 36.25, 47.53, 56.60, 62.86, 66.37, 67.96, 69.09 2(θ).

Средний размер наночастиц оксида цинка составляет 20 нм и размер наночастиц серебра составляет 18 нм. Статистический анализ Колмогорова Смирнова показал нормальное распределение размеров синтезированных наночастиц, Таблица. В отличие от ИК спектроскопии, которая показывает изменения дипольных моментов, рамановская

спектроскопия показывает изменения поляризуемости молекулярных связей. В рамановской спектроскопии монохроматическое излучение проходит через образец таким образом, что оно может отражаться, поглощаться или рассеиваться.

Таблица

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЛМОГОРОВА СМИРНОВА
 НА НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ
 ОКСИДА ЦИНКА И СЕРЕБРА

	Статистика теста KS (D)	p-значение	Среднее значение	Медиана	σ
Наночастицы оксида цинка ZnO	0.19707	0.67064	20.37167	19.75	2.898253
Наночастицы серебра Ag	0.38057	0.0823	18.001	16.85	2.856289

На Рисунке 1 показан рамановский спектр синтезированных наночастиц оксида цинка. Получены спектры представленных полос, соответствующие колебательным модам, характерным для кристаллических ZnO которые располагаются соответственно на частотах 440 и 580 cm^{-1} , моды с максимумами интенсивности при 335 и 1040-1200 cm^{-1} , относящиеся к вибрациям второго порядка ZnO.

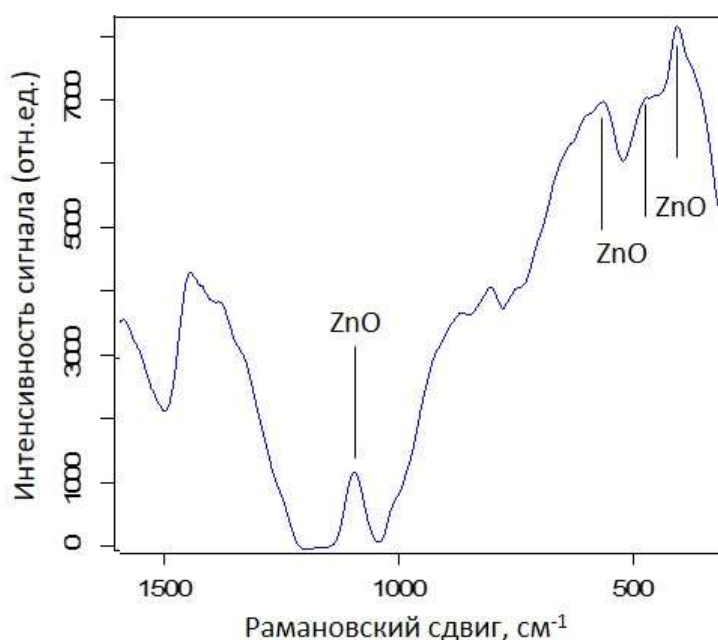


Рисунок 1. Рамановская спектроскопия наночастиц оксида цинка и серебра синтезированных химическим методом

Оксид цинка может образовывать гексагональную кристаллическую решётку типа вюрцита (Рисунок 2), структуру сфалерита, или цинковой обманки, с пространственной группой симметрии $F4 3m$ кубической сингонии, и структуру хлорида натрия с пространственной группой симметрии $Fm3 m$ с кубической сингонией (<https://kurl.ru/Lzmtz>).

При анализе ИК-спектроскопии наноструктурированного оксида цинка были выделены пики в полосе поглощения 436.63, 468.22, 517, 643.45 cm^{-1} характерные для валентного колебания Zn–O, пики в полосе поглощения 871.82, 1379.49, 1559.79, 1629.85 cm^{-1} для карбоксилат анионов COO^- , пики в полосе поглощения 1028.06, 2650, 2854.65, 3735.73 cm^{-1} для O–H группы, пики 2032.32, 2222.47, 2359.79 cm^{-1} в полосе поглощения для

функциональной группы $O=C=O$ и 1384.89 см^{-1} характерной для функциональной группы $C=O$.

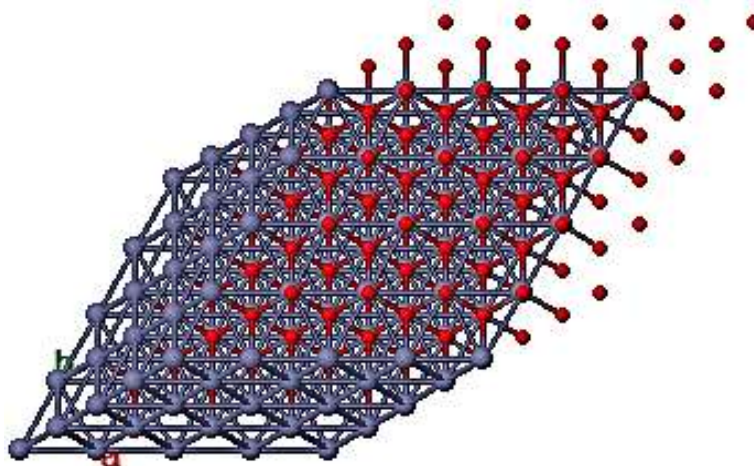


Рисунок 2. Кристаллическая структура оксида цинка с гексагональной сингонией, с пространственной группой симметрии $P6_3mc$, №186

Вывод

Наночастицы оксида цинка и серебра синтезированы химическим методом и обладают антибактериальными, ранозаживляющими свойствами.

Исследованы фазовый состав, строение и свойства синтезированных наночастиц оксида цинка и серебра. Кожно раздражающее действие косметического лечебного геля, содержащего синтезированные наночастицы оксида цинка и серебра, не было обнаружено.

Предложенный способ синтеза наночастиц позволяет получить чистые наночастицы оксида цинка и серебра без примесей.

Список литературы:

1. Захаров А. В., Хохлов А. Л., Эргешов А. Э. Наночастицы серебра в решении проблемы лекарственной устойчивости возбудителя туберкулёза // Архивь внутренней медицины. 2017. №3 (35). С. 188-199. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2017-7-3-188-199>
2. Ананян М. А. и др. Получение стабилизированных наночастиц серебра и изучение их антимикробной и цитотоксической активности в отношении клеток гепатомы человека линии HepG2 // Российские нанотехнологии. 2019. Т. 14. №5-6. С. 91-98. <https://doi.org/10.21517/1992-7223-2019-5-6-91-98>
3. Цзан Сяовэй. Разработка методов получения наночастиц оксида цинка различных размеров и форм для эпоксидных композиционных материалов: автореф. дис. ... канд. хим. наук. М., 2015. 16 с.
4. Lallo da Silva B., Abuçafy M. P., Berbel Manaia E., Oshiro Junior J. A., Chiari-Andréo B. G., Pietro R. C. R., Chiavacci L. A. Relationship between structure and antimicrobial activity of zinc oxide nanoparticles: An overview // International journal of nanomedicine. 2019. P. 9395-9410.

References:

1. Zakharov, A. V., Khokhlov, A. L., & Ergeshov, A. E. (2017). Nanochastitsy serebra v reshenii problemy lekarstvennoi ustoichivosti vozbuditelya tuberkuleza. *Arkhiv" vnutrennei meditsiny*, (3 (35)), 188-199. (in Russian). <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2017-7-3-188-199>

2. Ananyan, M. A., Demchenko, A. G., Sadykova, V. S., Lyundup, A. V., Gromovykh, T. I., Fel'dman, N. B., & Lutsenko, S. V. (2019). Poluchenie stabilizirovannykh nanochastits serebra i izuchenie ikh antimikrobnoi i tsitotoksicheskoi aktivnosti v otnoshenii kletok gepatomy cheloveka linii HepG2. *Rossiiskie nanotekhnologii*, 14(5-6), 91-98. (in Russian). <https://doi.org/10.21517/1992-7223-2019-5-6-91-98>

3. Tszan Syaovei (2015). Razrabotka metodov polucheniya nanochastits oksida tsinka razlichnykh razmerov i form dlya epoksidnykh kompozitsionnykh materialov: avtoref. dis. ... kand. khim. nauk. Moscow. (in Russian).

4. Lallo da Silva, B., Abuçafy, M. P., Berbel Manaia, E., Oshiro Junior, J. A., Chiari-Andréo, B. G., Pietro, R. C. R., & Chiavacci, L. A. (2019). Relationship between structure and antimicrobial activity of zinc oxide nanoparticles: An overview. *International journal of nanomedicine*, 9395-9410.

Работа поступила
в редакцию 18.04.2024 г.

Принята к публикации
26.04.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Абдуллаева Ж. Д., Атаназарова А., Урмонов Д. Г., Полотов И. Ж. Синтез наночастиц оксида цинка и серебра химическим методом, изучение структуры, свойств и применений // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №5. С. 397-401. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/49>

Cite as (APA):

Abdullaeva, Zh., Atanazarova, A., Urmonov, D., & Polotov, I. (2024). Synthesis of Zinc Oxide and Silver Nanoparticles by Chemical Method, Study of Structure, Properties and Applications. *Bulletin of Science and Practice*, 10(5), 397-401. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/49>