

УДК 546.05: 678.5.06
AGRIS Q60

https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/06

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА, ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ, СВОЙСТВ И ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ

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

©*Джумаева Ж. Ш.*, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан

©*Бепиев Э. А.*, ORCID: 0009-0003-1266-8964, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, bepiev.83@gmail.com

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

©*Топчубаева Б. Т.*, ORCID: 0009-0003-6458-0315, Ошский государственный университет, г. Ош, Кыргызстан, btopchubaeva@oshsu.kg

SYNTHESIS OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES, STUDY OF STRUCTURE, PROPERTIES AND APPLICATIONS IN MEDICINE

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

©*Dzhumaeva Zh.*, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

©*Bepiev E.*, ORCID: 0009-0003-1266-8964, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan, bepiev.83@gmail.com

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

©*Topchubaeva B.*, ORCID: 0009-0003-6458-0315, Osh State University, Osh, Kyrgyzstan btopchubaeva@oshsu.kg

Аннотация. Наночастицы оксида цинка представляют огромный интерес в применении в различных областях включая биомедицину, пищевую промышленность, сельское хозяйство и т. д. *Цель исследования:* исследование синтеза наночастиц оксида цинка, изучение структуры, свойств и применение в медицине при заживлении ран. Впервые синтез наночастиц оксида цинка осуществлен методом химического осаждения из цитрата цинка, позволяющий экономить энергию, температуру и затраты на дорогостоящее оборудование. Синтезированные наночастицы оксида цинка имеют кубическую кристаллическую форму, размер наночастиц оксида цинка варьируется от 17 до 25,5 нм. Кожно-раздражающее действие лечебно-косметического геля на основе наночастиц оксида цинка и серебра полученных данным способом не было обнаружено.

Abstract. Zinc oxide nanoparticles are of great interest for use in various fields including biomedicine, food industry, agriculture, etc. *Research objectives:* study the synthesis of zinc oxide nanoparticles, structure, properties and application in medicine in wound healing. For the first time, synthesis of zinc oxide nanoparticles performed by chemical precipitation from zinc citrate, which saves energy, temperature and cost expensive equipment. The synthesized zinc oxide nanoparticles have a cubic crystalline shape, ZnO nanoparticles size varies from 17 to 25.5 nm. The skin-irritating effect of the medicinal cosmetic gel based on zinc oxide and silver nanoparticles obtained by our method was not detected.

Ключевые слова: наночастицы оксида цинка, синтез, химическое осаждение, размер наночастиц, кубическая кристаллическая форма, применение в медицине.

Keywords: zinc oxide nanoparticles, silver nanoparticles, synthesis, chemical deposition, nanoparticle size, cubic crystalline form, medical applications.

Наночастицы оксида цинка имеют широкий спектр применения в различных отраслях стоматологии, эндодонтии, регенеративной эндодонтии, пародонтологии, протезировании, ортодонтии, оральной медицине, диагностике рака, дентальной имплантологии, профилактической стоматологии [1]. Наночастицы оксида цинка применяются в исследованиях в области текстильной промышленности [2], в биомедицинских науках, где необходимо разработать биосовместимые/биоразлагаемые наноплатформы оксида цинка для потенциальных клинических результатов.

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 биологическим методами [3].

Наночастицы оксида цинка вызвали значительный интерес в сельскохозяйственной и пищевой промышленности как средство уничтожения или снижения активности микроорганизмов. Антибактериальные свойства наночастиц оксида цинка могут улучшить качество продуктов питания, что оказывает непосредственное влияние на здоровье человека [4].

Среди многообразия структур оксида ZnO, используемых для биоаналитических применений, необходимо отметить такую морфологию, как наностержни (массив наностержней на подложке), которые обладают рядом особенностей. На настоящий день разработано множество методов получения высокоупорядоченных массивов наностержней ZnO [5], которые обладают большой площадью поверхности, и, как следствие, высокой нагрузаемостью, и позволяют упорядочивать биоматрицу на поверхности ZnO. Другое преимущество наностержней ZnO (как и других полупроводниковых наностержней) заключается в том, что влияние поверхности нанокристаллов (где и происходит биохимическая реакция) на электрохимические свойства довольно велико [6].

Материалы и методы исследования

Наночастицы оксида цинка синтезированы химическим осаждением. При помощи рентгенофазового анализа РФА определены структурный и фазовый составы синтезированных наночастиц оксида цинка. ИК спектральным анализом определены пики поглощения характерные для ZnO.

Кожно-раздражающее действие лечебно косметического геля на основе наночастиц оксида цинка и серебра полученных нашим способом не было обнаружено (Протокол лабораторных испытаний №52 от 05.02.2024 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 (Рисунок 1) и инфракрасной спектроскопией (Рисунок 2).

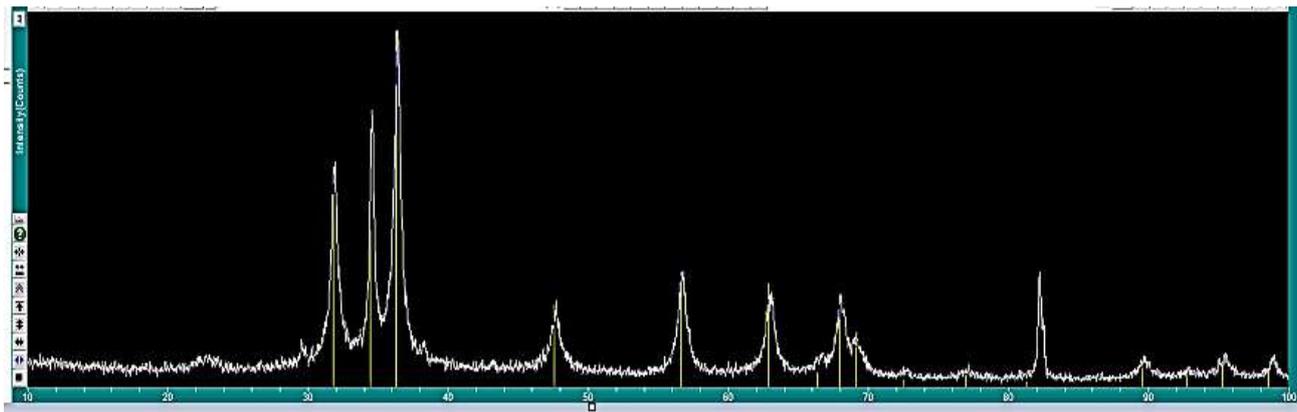


Рисунок 1. График РФА наночастиц оксида цинка синтезированным химическим осаждением

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-Theta.

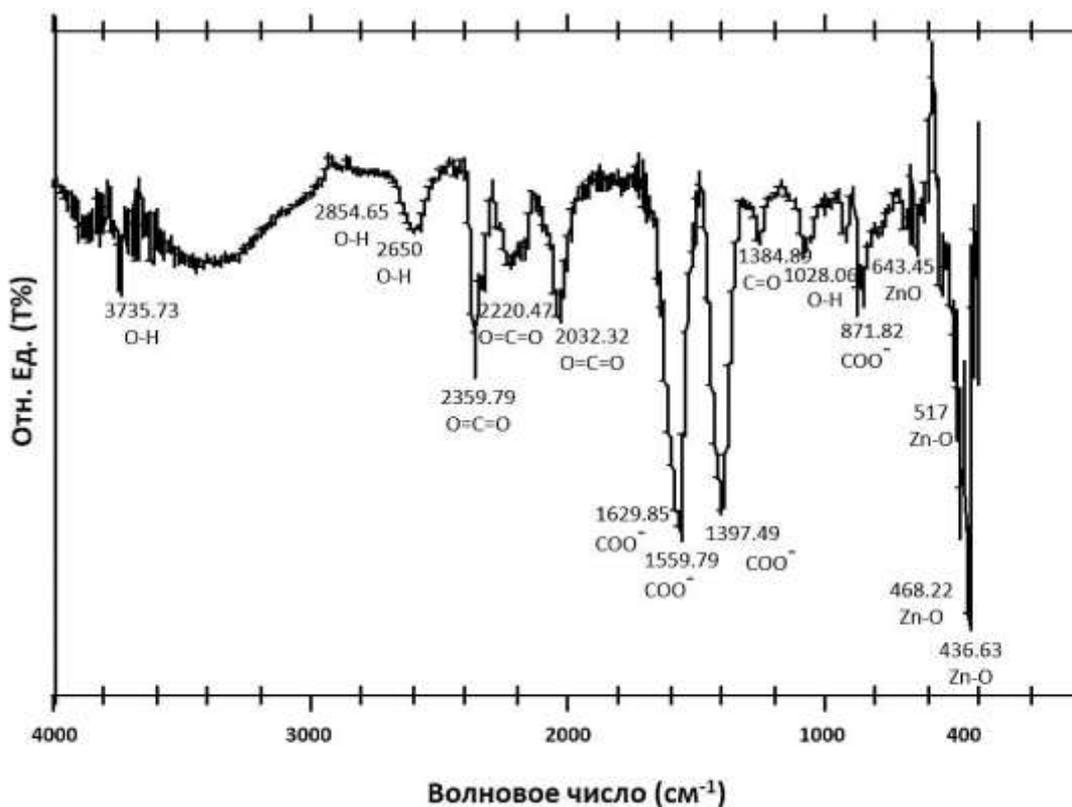


Рисунок 2. ИК-спектры пропускания наноструктурированного оксида цинка

При анализе ИК-спектроскопии наноструктурированного оксида цинка были выделены пики в полосе поглощения 436,63, 468,22, 517, 643,45 см⁻¹ характерные для валентного колебания Zn–O, пики в полосе поглощения 871,82, 1379,49, 1559,79, 1629,85 см⁻¹ для карбоксилат анионов COO⁻, пики в полосе поглощения 1028,06, 2650, 2854,65, 3735,73 см⁻¹ для O–H группы, пики 2032,32, 2222,47, 2359,79 см⁻¹ в полосе поглощения для функциональной группы O=C=O и 1384.89 см⁻¹ характерной для функциональной группы C=O [7].

Выводы

Наночастицы оксида цинка обладают антибактериальным, ранозаживляющим эффектом и выраженной антимикробной активностью.

Раздражающий кожу эффект косметического лечебного геля, содержащего синтезированные наночастицы оксида цинка не был обнаружен.

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

Синтезированные наночастицы оксида цинка имеют гексагональную P63mc (186) кристаллическую структуру.

Список литературы:

1. Pushpalatha C., Suresh J., Gayathri V. S., Sowmya S. V., Augustine D., Alamoudi A., Patil S. Zinc oxide nanoparticles: A review on its applications in dentistry // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2022. V. 10. P. 917990. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.917990>

2. Abdullaeva Z. Nanomaterials for clothing and textile products // *Nanomaterials in Daily Life: Compounds, Synthesis, Processing and Commercialization*. 2017. P. 111-132. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57216-1_6

3. 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. <https://doi.org/10.2147/IJN.S216204>

4. Zhou X. Q., Hayat Z., Zhang D. D., Li M. Y., Hu S., Wu Q., Yuan Y. Zinc Oxide nanoparticles: synthesis, characterization, modification, and applications in food and agriculture // *Processes*. 2023. V. 11. №4. P. 1193. <https://doi.org/10.3390/pr11041193>

5. Гаврилов А. И., Баранов А. Н., Чурагулов Б. Р., Третьяков Ю. Д. Получение ориентированных наностержней оксида цинка на подложках из металлического цинка гидротермальной обработкой // *Доклады Академии наук*. 2010. Т. 432. №4. С. 486-489. EDN: MSQXJV

6. Rohani R., Dzulkharnien N. S. F., Harun N. H., Ilias I. A. Green approaches, potentials, and applications of zinc oxide nanoparticles in surface coatings and films // *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2022. V. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3077747>

7. Тарасевич Б. Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М., 2012. 55 с.

References:

1. Pushpalatha, C., Suresh, J., Gayathri, V. S., Sowmya, S. V., Augustine, D., Alamoudi, A., ... & Patil, S. (2022). Zinc oxide nanoparticles: A review on its applications in dentistry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 917990. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.917990>

2. Abdullaeva, Z. (2017). Nanomaterials for clothing and textile products. *Nanomaterials in Daily Life: Compounds, Synthesis, Processing and Commercialization*, 111-132. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57216-1_6

3. 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. <https://doi.org/10.2147/IJN.S216204>

4. Zhou, X. Q., Hayat, Z., Zhang, D. D., Li, M. Y., Hu, S., Wu, Q., ... & Yuan, Y. (2023). Zinc Oxide nanoparticles: synthesis, characterization, modification, and applications in food and agriculture. *Processes*, 11(4), 1193. <https://doi.org/10.3390/pr11041193>

5. Gavrilov, A. I., Baranov, A. N., Churagulov, B. R., & Tret'yakov, Yu. D. (2010). Poluchenie orientirovannykh nanosterzhnei oksida tsinka na podlozhkakh iz metallichesкого tsinka gidrotermal'noi obrabotkoi. In *Doklady Akademii nauk* (Vol. 432, No. 4, pp. 486-489). (in Russian).

6. Rohani, R., Dzulkharnien, N. S. F., Harun, N. H., & Ilias, I. A. (2022). Green approaches, potentials, and applications of zinc oxide nanoparticles in surface coatings and films. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3077747>

7. Tarasevich, B. N. (2012). IK spektry osnovnykh klassov organicheskikh soedinenii. *Spravochnye materialy*. Moscow. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 11.02.2024 г.

Принята к публикации
19.02.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Абдуллаева Ж. Д., Джумаева Ж. Ш., Бепиев Э. А., Урмонов Д. Г., Топчубаева Б. Т. Синтез наночастиц оксида цинка, изучение структуры, свойств и применения в медицине // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №3. С. 60-64. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/06>

Cite as (APA):

Abdullaeva, Zh., Dzhumaeva, Zh., Bepiev, E., Urmonov, D., & Topchubaeva, B. (2024). Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles, Study of Structure, Properties and Applications in Medicine. *Bulletin of Science and Practice*, 10(3), 60-64. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/100/06>