

ния к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания", утв. 28 января 2021 года №2

3. Bouzada, L. M. E. I. Glyphosate detection from commercial formulations: comparison of screening analytic methods based on enzymatic inhibition / L. M. E. I. Bouzada, S. R. Hernández, S. V. Kergaravat // International Journal of Environmental Analytical Chemistry. – 2019. – 1–15. doi:10.1080/03067319.2019.1691176

УДК 54.056

И.В. Смирнов, П.В. Смирнова, А.Ю. Тетерина,
С.М. Баринов, В.С. Комлев
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук, Москва, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИКАЛЬЦИЙ ФОСФАТ ДИГИДРАТА И ОКТАКАЛЬЦИЙФОСФАТА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОСТНОЙ ТКАНИ

Существует широкий спектр материалов, применяемых при замещении дефектов костной ткани, среди которых изделия на основе фосфатов кальция (ФК) являются ключевыми. Относительная простота их получения в совокупности с дешевизной, возможностью наработки большого количества материала, а так же хорошими биологическими свойствами, способствуют постепенному переходу от алло- и аутографтов к синтетическим материалам. В последнее время тенденции в исследовании таких материалов направлены на низкотемпературные вариации ФК, а именно дикальцийфосфат дигидрат (ДКФД) и октакальцийфосфат (ОКФ). Данные ФК считаются наиболее перспективными благодаря их способности к трансформации в биологический гидроксилапатит в условиях организма, а так же остеокондуктивными и остеоиндуктивными свойствами. Создание новых материалов для регенеративной медицины является актуальной задачей, так как напрямую влияет на качество жизни людей. Новые подходы в создании синтетических заменителей кости позволяют лечить более широкий спектр заболеваний, увеличивают скорость и качество выздоровления (1,2).

Работа с ДКФД и ОКФ ограничена их метастабильными свойствами, разложением или фазовыми трансформациями при темпера-

турах выше физиологических, данные особенности препятствуют формированию изделий на их основе стандартными подходами. В работе предложен способ получения объемных структур на основе ДКФД и ОКФ, основанный на процессе химической трансформации исходных порошков ФК, проведено исследование химических, физических и биологических свойств разных типов материалов (3,4).

В качестве исходного материала использовали порошок α -трикальцийфосфата (α -ТКФ). Засыпка порошка в форму с последующей пропиткой раствором на основе ацетата натрия и фосфорной кислоты (Аг4,5) приводит к прохождению химической реакции, в результате которой формируются кристаллы ДКФД, скрепляющие отдельные частицы (рис. 1).

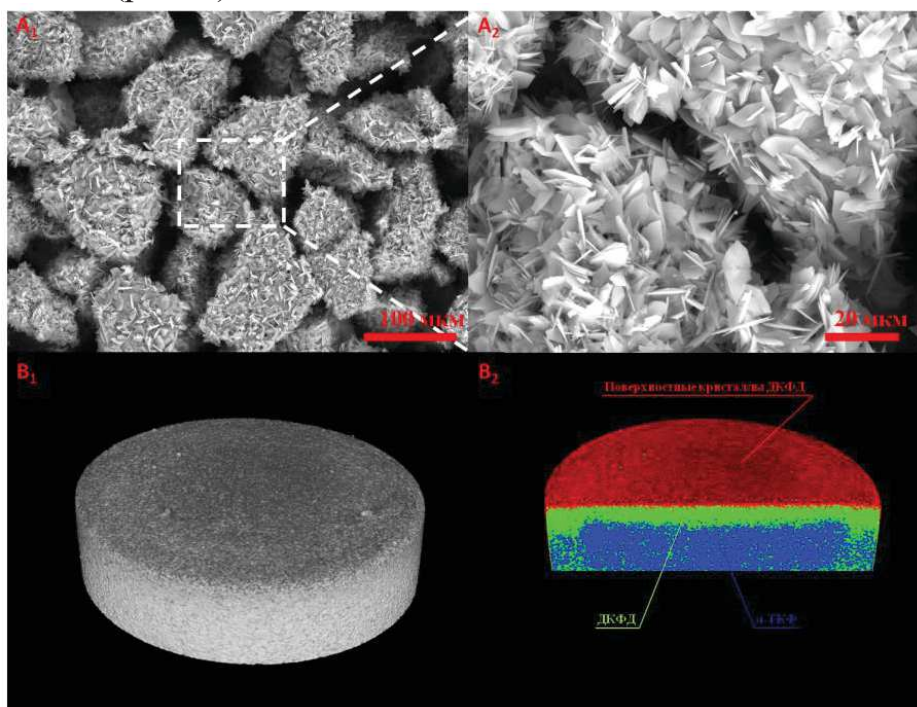


Рисунок 1 - Матрикс, полученный методом химической трансформации порошка α -ТКФ: микроструктура поверхности (А), кт-снимки объема (В)

Формирование материалов ДКФД реализуется в выдержке полученного образца в буферном растворе на основе ацетата натрия и фосфорной кислоты (Аг5,5), в течении 7 суток при $37\pm 2^\circ\text{C}$, при постоянном перемешивании (рис. 2).

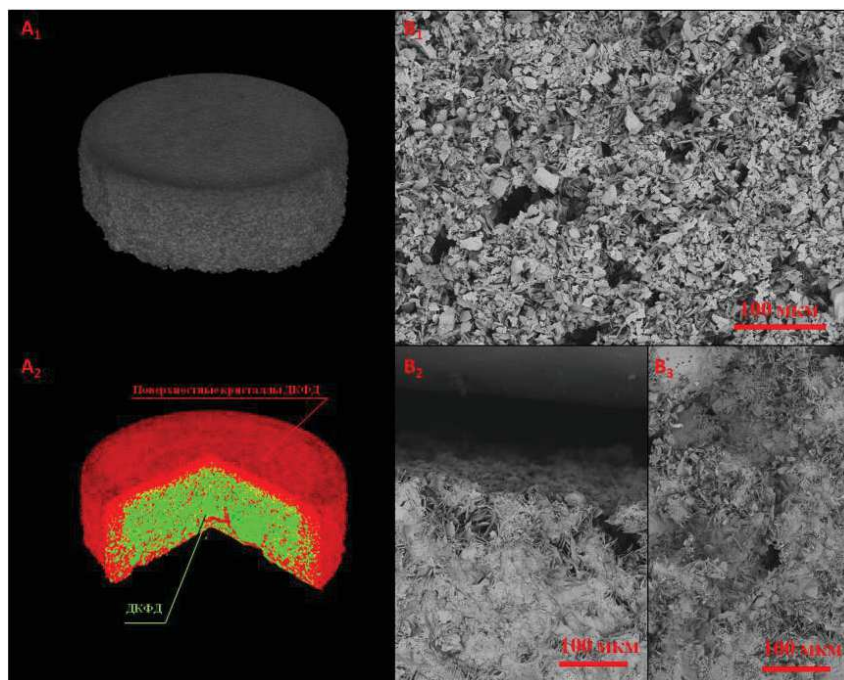


Рисунок 2 - Матрикс состава ДКФД: КТ-снимки объема (А), микроструктура поверхности (В₁), микроструктура среза (В₂,В₃).

Материалы на основе ДКФД играют роль промежуточной фазы для получения ОКФ (5). Последующая выдержка ДКФД образцов в буферном растворе на основе ацетата натрия (А) в течении 7 суток при $37\pm 2^\circ\text{C}$, приводит к химическому модифицированию в ОКФ (рис. 3)

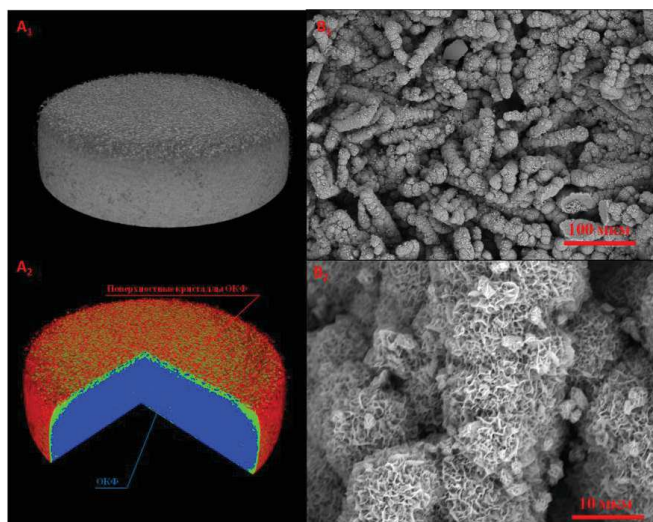


Рисунок 3 - Матрикс состава ОКФ: КТ-снимки объема (А), микроструктура поверхности (В)

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 21-73-20251 «Влияние структурных и фазовых трансформаций кальцийфосфатных соединений на механизмы биоинтеграции или отторжения материалов, предназначенных для регенерации костной ткани»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Teterina, A. Y., Smirnov, I. V., Fadeeva, I. S., Fadeev, R. S., Smirnova, P. V., Minaychev, V. V., ... & Komlev, V. S. (2021). Octacalcium Phosphate for Bone Tissue Engineering: Synthesis, Modification, and In Vitro Biocompatibility Assessment. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 12747.
2. Bozo I.Y., Deev R.V., Zhuravlyova M.N., Komlev V.S., Popov V.K., Smirnov I.V., Fedotov A.Y. Gene-Activated Bone Substitute Based on Octacalcium Phosphate and Doped with Magnesium Ions. // *Inorganic Materials: Applied Research*. –2018. – Т. 9. – № 1. С. 70–74. DOI: 10.1134/S2075113318010045
3. Komlev V., Popov V., Mironov A., Fedotov A., Teterina A., Smirnov I., Bozo I., Rybko V., Deev R. 3D printing of octacalcium phosphate bone substitutes. // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2016. – Т. 3. – С. 81. DOI: 10.3389/fbioe.2015.00081
4. I.V. Smirnov, R.V. Deev, I.I. Bozo, A.Yu. Fedotov, A.N. Gurin, V.E. Mamonov, A.D. Kravchuk, V.K. Popov, A.A. Egorov, V.S. Komlev. Octacalcium phosphate coating for 3D printed cranioplastic porous titanium implants // *Surface and Coatings Technology (IF 3.192)*. – 2020. – Т. 383. – С. 125192. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2019.125192
5. Nataliya V. Petrakova, Anastasia Yu. Teterina, Polina V. Mikhcheeva, Suraya A. Akhmedova, Ekaterina A. Kuvshinova, Irina K. Sviridova, Natalya S. Sergeeva, Igor V. Smirnov, Alexander Yu. Fedotov, Yuriy F. Kargin, Sergey M. Barinov and Vladimir S. Komlev In Vitro Study of Octacalcium Phosphate Behavior in Different Model Solutions March 2021 *ACS Omega* 6(11):7487–7498 DOI: 10.1021/acsomega.0c06016