

**Заключение.** Актуальность цифрового искусства в современном мире постоянно возрастает, а развитие цифровых технологий делает специализированное техническое оборудование все более доступным и понятным пользователю. Художественное образование в области цифрового искусства имеет большие перспективы развития и, несомненно, станет еще более востребованным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. МГХПА им. С. Г. Строганова [Электронный ресурс] // Архивная версия сайта. – Режим доступа: <http://archive.stroganov.academy/about/novosti/990-tsifrovaya-revolyuutsiya-2017>. – Дата доступа: 20.03.2022.

2. Исаева, О. А. Цифровая живопись как актуальное направление отечественного искусства / О. А. Исаева // Вестн. С.-Петерб. гос. ун-та культуры и искусств. Искусствоведение. – 2017. – № 1. – С. 173–176.

УДК 646.31:666.3

### ПОЛУЧЕНИЕ КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНОЙ КЕРАМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

*А. Д. Подсосонная, аспирант кафедры ТСиК, БГТУ*

Научный руководитель – А. Н. Шиманская, канд. техн. наук, ст. преподаватель

*Резюме – получены новые научные данные об особенностях формирования структуры и фазового состава материалов в процессе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) в растворах в системе  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - \text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ . Установлено, что при соотношении восстановителя к окислителю, равном 1,0–2,0, в синтезированных материалах идентифицируются следующие кристаллические фазы: гидроксиапатит, пирофосфат кальция.*

*Resume – new scientific data on the structure and phase composition formation of materials synthesized by solution combustion method in the system  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - \text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$  have been obtained. With the fuel-to-oxidiser molar ratio 1,0–2,0 the following crystalline phases have been identified in the synthesized materials: hydroxyapatite and calcium pyrophosphate.*

**Введение.** Наноразмерные фосфаты кальция можно получать различными методами. Вместе с тем перспективным и малоизученным является СВС в растворе, который предлагает смешивание кальций- и фосфорсодержащих прекурсоров на молекулярном уровне. К преимуществам СВС в растворе можно отнести малую продолжительность реакции горения: за один прием можно получить материалы, которые обладают высокой чистотой, однородностью и площадью поверхности [1].

**Основная часть.** В настоящем исследовании для получения фосфатов кальция методом СВС в растворе исходными компонентами служили тетрагидрат нитрата кальция (хч, ГОСТ 4142); гидроортофосфат аммония (чда, ГОСТ 3772); 25 % водный раствор аммиака (осч, ГОСТ 24147); азотная кислота (ГОСТ 4461) и гексаметиленetetрамин марки С, высшего сорта (ГОСТ 1381). Растворы для проведения синтеза готовились следующим образом: в стеклянный стакан объемом 500 мл сливались водные растворы  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  и гексаметилентетрамина. Мольное соотношение восстановителя (гексаметилентетрамин) к окислителю (нитрат кальция) –  $\varphi = 1,00\text{--}2,00$ . Полученная смесь перемешивалась магнитной мешалкой в течение 10 мин при комнатной температуре. Далее с помощью  $\text{NH}_4\text{OH}$  pH раствора доводился до 9,5, после чего в него по каплям добавлялся раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Затем образовавшийся белый осадок растворялся концентрированной  $\text{HNO}_3$ , а pH раствора доводился до 1. Полученный раствор выдерживался в течение 2 ч при температуре 70 °С в сушильном шкафу SNOL 58/350 (Литва) и помещался в электрическую лабораторную печь SNOL 1,6,2,5.1/13,5-Y1 (Литва). При нагревании реакционного раствора до 185–425 °С происходило его воспламенение.

С помощью рентгенофазового анализа установлено, что в полученных материалах диагностируются следующие фазы: пирофосфат кальция  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  и гидроксиапатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Причем при  $\varphi = 1,00\text{--}1,50$  преобладающей фазой является гидроксиапатит, однако при увеличении соотношения восстановителя к окислителю до 1,75–2,00 основной фазой становится пирофосфат кальция. Как показали электронная микроскопия (JSM–5610LV) и анализатор размеров частиц (Analysette 22 MicroTec Fritsch GmbH), в материалах, синтезированных при  $\varphi = 1,0$ , преобладает фракция 5–50 мкм, а при  $\varphi = 2,0$  – 5–20 мкм. Следовательно, увеличение соотношения восстановителя к окислителю приводит к снижению дисперсности материала.

На втором этапе исследований с использованием синтезированных материалов осуществлялось получение кальций-фосфатной керамики. Синтезированные материалы подвергались дезагрегации в планетарной мельнице PM 100 RETCH (Германия). Затем с помощью механического пресса Matest C15N (Италия) получены образцы в виде цилиндров диаметром 12 мм. Давление прессования составляло 10–15 МПа. После формования образцы обжигались в электрической печи SNOL 1,6,2,5.1/13,5-Y1 (Литва) при 1100, 1150 и 1200 °С. Выдержка при максимальной температуре – 60 мин.

Полученные образцы отличались пористой текстурой и обладали следующими физико-химическими свойствами: водопоглощение (ГОСТ 2409) – 33,8–48,4 %; открытая пористость (ГОСТ 2409) – 45,2–56,29 %; кажущаяся плотность (ГОСТ 2409) – 1145–1402 кг/м<sup>3</sup>; механическая прочность при сжатии (Galdabini Quasar 100, ГОСТ Р 53065.1) – 0,8–2,0 МПа. Увеличение общей усадки, механической прочности и кажущейся плотности, а также снижение

значений водопоглощения и открытой пористости при повышении температуры обжига обусловлено интенсификацией процессов спекания, которое, как известно, осуществляется преимущественно по твердофазовому механизму. Фазовый состав керамики представлен гидроксиапатитом и ортофосфатом кальция. Установлено, что синтезированные материалы обладают биологической активностью (оценка проводилась с помощью SBF-раствора [2]).

**Заключение.** Кальций-фосфатную керамику, полученную на основе материалов, синтезированных с помощью самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в растворе, можно рекомендовать для проведения дальнейших исследований с целью применения в костной хирургии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Sasikumar, R. Solution combustion synthesis of bioceramic calcium phosphates by single and mixed fuels – A comparative study / S. Sasikumar, R. Vijayaraghavan // *Ceramics International*. – 2008. – Vol. 34(6). – P. 1373–1379.
2. Tadashi, K. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? / K. Tadashi // *Biomaterials*. – 2006. – Vol. 27. – P. 2907–2915.

УДК 615.322(043.3)+615.281.8(043.3)

### ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЖИВИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

*М. А. Понаськов, ассистент кафедры акушерства, гинекологии  
и биотехнологии размножения животных, ВГАВМ*

Научный руководитель – П. А. Красочко,  
доктор биол. наук, доктор вет. наук, профессор

*Резюме – отражены результаты исследований по изучению биоцидных и антибактериальных свойств живицы разных пород (еловой, сосновой и кедровой). Установлено, что водные суспензии живицы различных хвойных деревьев обладают выраженным биоцидными и антибактериальными свойствами. Результаты исследований можно использовать при конструировании экологически безопасных ветеринарных препаратов.*

*Summary – reflects the results on the study of biocidal and antibacterial properties of resin of different species (spruce, pine and cedar). It has been established those aqueous suspensions of resin from various coniferous trees have pronounced biocidal and antibacterial properties. The research results can be used in the design of environmentally friendly veterinary drugs.*

**Введение.** Инфекционные болезни животных по распространению и наносимому экономическому ущербу продолжают занимать одно из ведущих мест в структуре общей их патологии [1]. В настоящее время в ветеринарной практике используются антибактериальные препараты, которые, помимо лечебного действия, негативно влияют на организм (метаболизм, функцию отдельных органов), могут накапливаться в продукции и т. д. [2]. Одним из