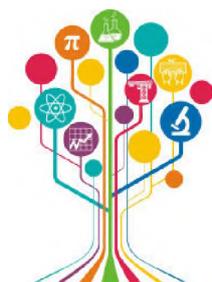


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 2. Химия

Сборник научных трудов
XIX Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых
26–29 апреля 2022 г.

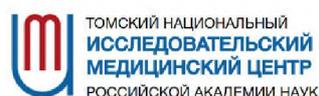
PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Volume 2. Chemistry

Abstracts
XIX International Conference of students, graduate students
and young scientists
April 26–29, 2022



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



Томск 2022

УДК 546.41 + 547-31/-39

**СИНТЕЗ И ИСЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ КРИОГЕЛЕЙ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И ФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ**

Р.Т. Садыков, А.А. Чернышев, Д.Н. Лыткина

Научный руководитель: к. т. н. Д.Н. Лыткина, профессор, д.ф.-м.н., И.А. Курзина

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: nate_river_2017@mail.ru

**SYNTHESIS AND STUDY OF THE PHASE COMPOSITION OF COMPOSITE MATERIALS BASED
ON POLYVINYL ALCOHOL CRYOGELS AND CALCIUM PHOSPHATES**

R.T. Sadykov, A.A. Chernyshev, D.N. Lytkina

Scientific Supervisor: Ph.D. D.N. Lytkina, Dr. Prof. I.A. Kurzina

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

E-mail: nate_river_2017@mail.ru

***Abstract.** In this work, composite materials based on cryogels of polyvinyl alcohol and calcium phosphates, without by-products, were obtained and the phase composition was studied.*

Введение. В настоящее время кальций фосфатные материалы находят широкое применение в биомедицине и используются для замещения костной ткани и дальнейшего ускоренного заживления поврежденных частей кости [1, 2]. Однако существуют ряд причин которые затрудняют использование данного материала, одним из которых является получение данного материала без побочных и токсичных продуктов [3, 4]. Чаще всего, для получения чистого гидроксиапатита используют жидкофазный синтез с использованием растворов солей нитрата кальция и гидрофосфата аммония [5], но использование данной методики синтеза не подходит для получения материалов *in situ*, с точки зрения биосовместимости, по причине образования побочных продуктов, которые в свою очередь негативно влияют на биосовместимость [6]. Создание и разработка подходящих методик синтеза, которые не будут обладать побочными негативными продуктами, являются одной из важнейших задач в современном материаловедении.

Целью данной работы является создание методики получения биосовместимого композита на основе гидроксиапатита и поливинилового спирта, без токсичных побочных продуктов, которые негативно сказываются на биосовместимости.

Экспериментальная часть. Первый и второй образец получен путём добавления раствора 2,98-молярного гидрофосфата аммония в суспензию поливинилового спирта (10 %) и гидроксида кальция (3,31-молярный). Полученную суспензию перемешивали 6 часов для первого образца и 4 часа для второго образца, при температуре 90 °С, до pH ~ 7, затем подвергали СВЧ обработке, выдерживали 2 суток и замораживали при -20 °С. Третий образец получен путем добавления фосфорной кислоты (98%) в суспензию поливинилового спирта (10 %) и гидроксида кальция (3,31-молярный). Данную суспензию перемешивали 4 часа при температуре 90 °С, до pH ~ 7, затем так же подвергали СВЧ

обработке и выдерживали 2 суток, после чего замораживали при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Схема получения материала представлена в таблице 1.

Фазовый состав и структурные параметры исследовали на дифрактометре XRD-6000 на $\text{CuK}\alpha$ -излучении.

Таблица 1

Условия получения композиционных материалов 1-3

Образец	Уравнение реакции	Время синтеза, ч
1	$10\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4 = \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 12\text{NH}_4\text{OH}$	4
2	$10\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 18\text{H}_2\text{O}$	4
3	$10\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4 = \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 12\text{NH}_4\text{OH}$	6

Результаты. Анализ полученных дифрактограм показал наличие фазы гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_{2\text{мон}}$ во всех образцах, однако в первом образце присутствует фаза гидроксида кальция, что свидетельствует о недостаточном времени синтеза. Для устранения этого недостатка, для образца 3 было увеличено время синтеза. в результате, в образце присутствует фаза гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_{2\text{мон}}$ и побочного продукта в виде однозамещенного метафосфата кальция $\text{CaPO}_3(\text{OH})$. В образце 2, синтезированным с добавлением фосфорной кислоты, наблюдается только фаза гидроксиапатита.

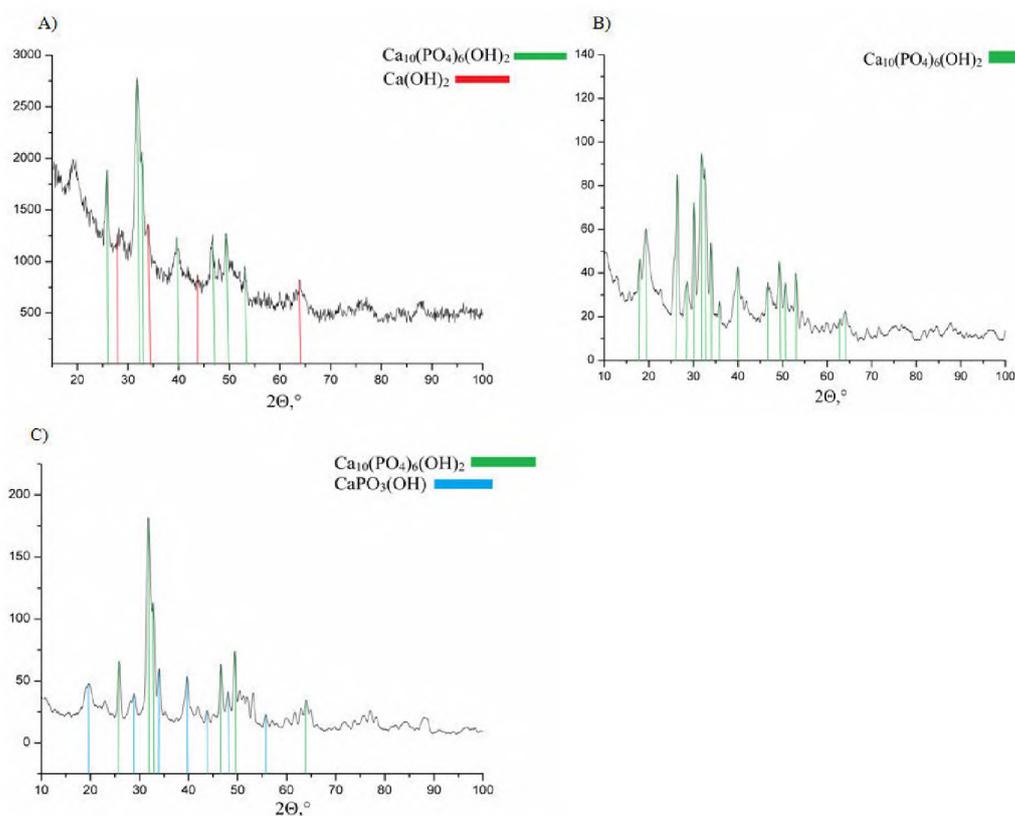


Рис. 1. Дифрактограммы композиционных материалов 1-3

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что основной фазой минерального наполнителя всех образцов является гидроксиапатит. Для материалов, полученных с использованием гидрофосфата аммония, увеличение времени проведения реакции способствует тому,

что исходные компоненты полностью реагируют, с образованием однозамещенного метафосфата кальция $\text{CaPO}_3(\text{OH})$. Использование фосфорной кислоты приводит к образованию монофазного продукта гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_{2\text{мон}}$ при более коротком времени синтеза.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования FSWM-2020-0037.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dorozhkin S.V. Calcium orthophosphate bioceramics // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2015. – № 12. – P. 247–258.
2. Scholz M., Bloom D.L., Coburn B.H. The use of composite materials in modern orthopaedic medicine and prosthetic devices: A review // Composites Science and Technology. – 2011. – № 71. – P. 1791–1803.
3. Mucalo M. Hydroxyapatite (HAp) for Biomedical Applications – Elsevier: Amsterdam, 2015. – 404 p.
4. Hussain, R., Tabassum, S., Gilani, M.A., Ahmed, E., Sharif, A., Manzoor, F. In situ synthesis of mesoporous polyvinyl alcohol/hydroxyapatite composites for better biomedical coating adhesion // Applied Surface Science. – 2016. – V. 364. – P. 117-123.
5. Рассказова Л.А., Коротченко Н.М., Зеер Г.М. СВЧ-синтез гидроксиапатита и физико-химическое исследование его свойств // Журнал прикладной химии. – 2013. – Т. 86, №5. – С. 744–748.
6. Antoniac I.V. Handbook of Bioceramics and Biocomposites – Springer: Berlin, 2016. – 1386 p.