

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.

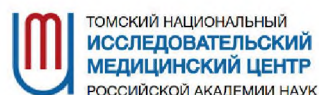
# PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

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](mailto: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](mailto: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.

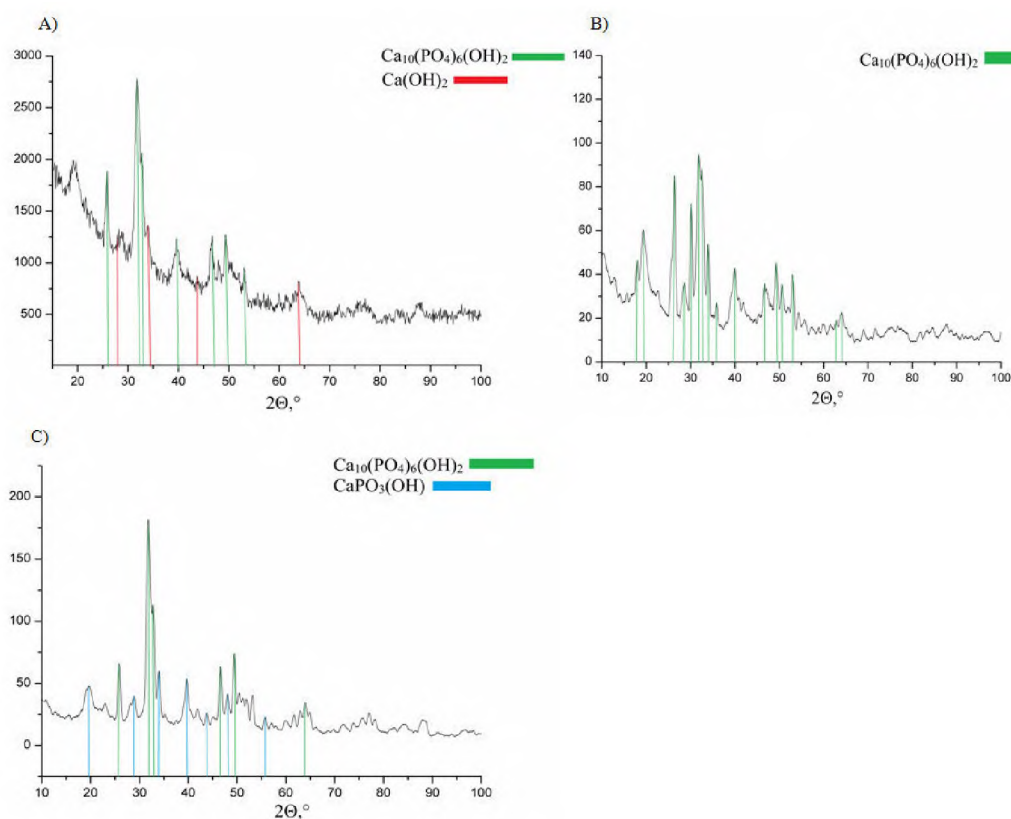


Рис. 1. Дифрактограммы композиционных материалов 1-3

**Заключение.** 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.