

ала и его электронные свойства могут оказывать более сильное влияние на чувствительность сенсора, нежели дефектность, пористость и другие свойства.

### Список литературы

1. Bannov A.G. et al. *High-Performance Ammonia Gas Sensors Based on Plasma Treated Carbon Nanostructures // IEEE Sensors Journal*, 2017. – Vol. 17. – № 7. – P. 1964–1970.
2. Lapekin N. I. et al. *Electrical properties of compacted carbon nanomaterials // MATEC Web Conf.*, 2021. – Vol. 340. – № 010447. – 5 p.
3. Bannov A. G. et al. *Recent Advances in Ammonia Gas Sensors Based on Carbon Nanomaterials // Micromachines*, 2021. – Vol. 12. – № 186. – 30 p.
4. Bannov A. G. et al. *Comparative analysis of methods of oxidative modification of carbon nanofibers // Prot Met Phys Chem Surf.*, 2012. – Vol. 48. – P. 199–206.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки (код FSUN-2020-0008).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА ГИДРОКСИАПАТИТА НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА

А. В. Липеев, А. В. Лысова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Т. А. Хабас

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, av159@tpu.ru

Гидроксиапатит ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , ГА) широко применяется во многих областях медицины и материаловедения. Причиной тому является его высокая биологическая и химическая совместимость, структура ГА очень близка к структуре костей, являющихся композитом ГА и коллагена.

Из существующих методов синтеза гидроксиапатита (осаждение из растворов; твердофазный синтез с механической и гидротермальной обработкой; золь-гель и др. [1–3]) в данных исследованиях применялся жидкофазный способ, так как таким образом можно сразу получить наноразмерный ГА, несмотря на длительность метода и относительную его трудоёмкость. Для получения воспроизводимых результатов при проведении процесса строго контролировалась скорость соединения растворов, время выдержки получаемого продукта в маточном растворе и температура раствора нитрата кальция перед и во время соединения реагентов.

Цель данной работы заключается в исследовании влияния времени выдержки гидроксиапатита в маточном растворе и влияния показателя рН во время синтеза на фазовый состав полученного вещества.

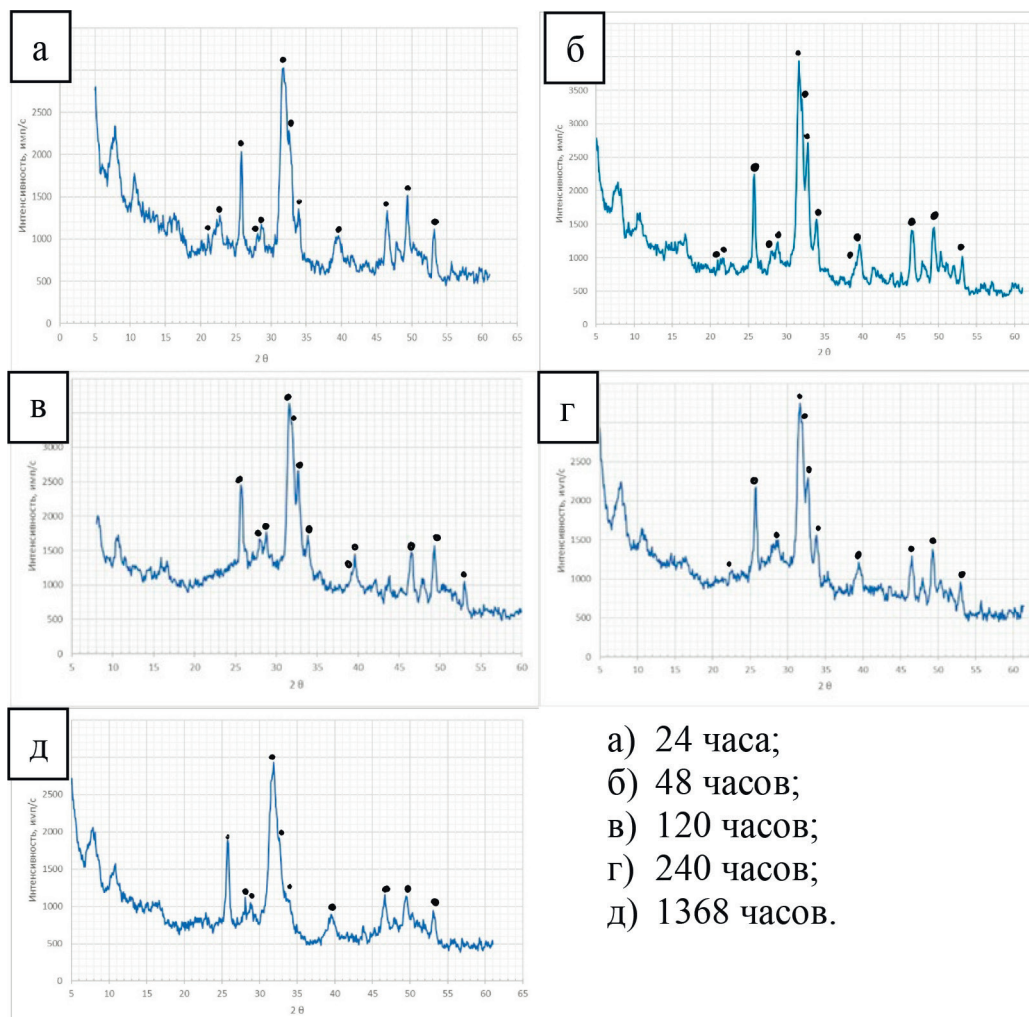
Для получения объекта исследования в качестве исходных материалов были использо-

ваны: 0,5 М четырёхводный нитрат кальция и 0,3 М дигидрофосфат аммония, при этом значение водородного показателя поддерживалось на уровне 10–12 пунктов.

Синтез шел при постоянной температуре 80 °С в колбе объемом 500 мл. Для равномерного перемешивания раствора была использована магнитная мешалка. В колбу с  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  вливался по каплям раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Средой для поддержания рН являлся раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$ , добавляемый порциями во время синтеза.

Выдержка в маточном растворе составила 24, 48, 120, 240 и 1368 часов. Визуально полученные образцы не отличались, но при центрифугировании и последующем декантировании маточных растворов, в образцах, выдержанных при 24, 48 и 120 часов, при пропускании света наблюдался конус Тиндаля, что косвенно свидетельствует о содержании наноразмерных частиц. При наблюдении за растворами выдержкой 240 и 1368 часов данного эффекта замечено не было. Это свидетельствует об агломерации частиц со временем.

В дальнейшем был проведен рентгенофазовый анализ полученных образцов. При сравнении рентгенограмм полученных образцов и возможных примесей, а именно  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,



- а) 24 часа;  
 б) 48 часов;  
 в) 120 часов;  
 г) 240 часов;  
 д) 1368 часов.

Рис. 1. Рентгенограммы образцов ГА

$\text{Ca}_3\text{H}_2(\text{P}_2\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , данных примесей не обнаружено. Следовательно, при анализе был получен чистый гидроксиапатит.

### Список литературы

1. Л. А. Леонова, Т. И. Гузеева, В. В. Гузеев. Изучение процесса синтеза гидроксиапатита // *Химия в интересах устойчивого развития*, 2010. – № 18. – С. 107–110.
2. Рассказова Л. А. Технология получения магний- и кремний-модифицированных гидроксиапатитов и биорезорбируемых компо-

Также было отмечено увеличение степени кристалличности гидроксиапатита от времени выдержки в маточном растворе.

- зиционных материалов с использованием полимеров молочной кислоты: дис...канд. тех. наук: 05.17.11. –Томск, 2015. – 137 с.
3. Синтетический гидроксиапатит – основа костнозамещающих биоматериалов / В. К. Крутько и др. // *София*, 2017. – № 1. – С. 50–57.