

Изучение процесса кристаллизации гидроксилapatита с применением метода фрактального анализа

© Киселев¹⁺ Владимир Михайлович, Голованова^{1*} Ольга Александровна, Федосеев² Виктор Борисович и Полынцева¹ Мария Алексеевна

¹ Кафедра неорганической химии. Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского. Пр. Мира, 55а. г. Омск, 644077. Омская область. Россия.

Тел.: (3812) 26-81-99. E-mail: v.m.kiselev@chemotmsu.ru, golovanoa2000@mail.ru

² Институт металлорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН.

ул. Тropicина 49. г. Нижний Новгород, 603137. Нижегородская область. Россия.

Тел.: (831) 465-61-71. E-mail: vbfedoseev@phys.unn.ru

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: фрактальный анализ, гидроксилapatит, кристаллизация, осаждение, фосфат кальция, фрактальная размерность.

Аннотация

Перспективным направлением в области физической химии является развитие методов изучения синтетических образцов на основе гидроксилapatита, являющегося компонентом костной и зубной ткани человека. С целью оперативного получения данных, касающихся структуры и свойств изучаемых объектов, в последние годы стремительно развиваются методы с применением инструмента фрактального анализа. Основным его достоинством является возможность исследования образцов без их разрушения, а также высокая чувствительность даже к незначительному изменению свойств. Потенциально инструмент фрактального анализа может быть применен для изучения свойств материалов на основе фосфатов кальция, применяемых в биомедицинских целях. Однако исследования, подтверждающие эту теорию, на данный момент отсутствуют.

В работе рассмотрена возможность применения метода фрактального анализа для изучения кристаллических структур гидроксилapatита в высыхающей капле, полученных в результате спонтанного осаждения из водного раствора. Определены оптимальные условия осаждения и рабочие концентрации растворов для применения метода. В рамках исследования установлены зависимости между фрактальными характеристиками образцов и условиями их осаждения: концентрациями исходных растворов, временем осаждения и соотношением концентраций Са/Р. В работе показано, что для метода фрактального анализа применимы структуры гидроксилapatита, полученные осаждением из водных растворов СаСl₂ и Na₂НРО₄ с концентрациями солей 0.02-0.07 моль/л. Выяснено, что в начальный период кристаллизации (< 15 мин) фрактальная размерность структуры гидроксилapatита изменяется незначительно, затем снижается по линейной зависимости. При кристаллизации в течение нескольких (2-5) часов формируется стабильная структура осадка, при этом фрактальная размерность также принимает постоянное значение (D = 1.2-1.25). Получено, скорость снижения фрактальной размерности в процессе кристаллизации гидроксилapatита прямо пропорциональна соотношению концентраций Са_{общ}/Р_{общ} в растворе.

Полученные корреляции продемонстрировали высокий потенциал использования метода фрактального анализа для изучения материалов на основе фосфатов кальция, что в дальнейшем может применяться для экспрессной оценки свойств образцов или теоретического расчета условий синтеза образца с заданными свойствами.