

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Аль-Зубайди Асаад Абдулхуссейн Мозан «Исследование физико-химических свойств металл-замещенного нанокристаллического кальций-дефицитного гидроксиапатита», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Интерес современных исследователей к гидроксиапатиту (ГАП) кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ обусловлен тем фактом, что минеральная составляющая костной ткани человека включает нанокристаллы ГАП, которые содержат в структуре ГАП большое количество примесных элементов Na, Mg, K, Fe, Zn, Cu, Ba, F, Cl, C, S. Концентрация примесей не превышает 3-5%, но определяет биологические, механические, а в случае эмали зубов, и оптические свойства биогенного ГАП. В связи с этим, получение материалов, моделирующих структуру и состав биоапатитов, равно как и создание синтетических материалов с подобными свойствами для восстановления костной ткани и эмали зуба, представляют собой актуальные задачи, включающие многие аспекты физики конденсированного состояния. В связи с этим актуальность темы диссертации Аль-Зубайди Асаад Абдулхуссейн Мозан, посвященной как разработке методики получения нанокристаллического металл-замещенного нанокристаллического кальций-дефицитного гидроксиапатита, равно как и исследованию их физико-химических свойств, не вызывает сомнений.

В числе наиболее интересных научных результатов можно отметить следующее.

1. Важным аспектом работы является обнаруженная в полученных образцах допированного кальций-дифицитного гидроксиапатита с замещениями атомов кальция атомами Zn, Cu, Mg фотолюминесценция. Показано, что она обусловлена комплексом дефектов, таких как вакансии и примеси, в кристаллической решетке Ме-ГАП. Данный результат имеет практическую значимость для развития оптических методик анализа биологических тканей человека (костей и зубов) и своевременного обнаружения разнообразного рода дефектов в КГАП биогенного происхождения.

2. В работе установлены пределы термической стабильности фазы КДГАП $\text{Ca}_{10-x}((\text{HPO}_4)_y(\text{PO}_4)_{1-y})_6(\text{OH})_2$ и металл-замещенных твердых растворов гидроксиапатита с цинком и магнием $\text{Ca}_{10-x-z} \text{Me}_z((\text{HPO}_4)_y(\text{PO}_4)_{1-y})_6(\text{OH})_2$ до 400°C , получаемой по заявленной методике, что является немаловажным

фактом для возможного использования полученных материалов в области соматологии при создании нанокомпозитов с заданными свойствами.

3. Установлена зависимость микротвердости образцов Ме-ГАП от содержания металлов и термических режимов обработке. Полученные результаты могут способствовать установлению механизма деформации в керамических материалах.

Результаты, полученные автором, представляют практическую ценность, поскольку могут быть использованы для создания технологии получения биоактивных материалов с введением ионов металлов в качестве добавок, изменяющих структурные, механические и оптические свойства ГАП.

Работа выполнена на высоком техническом уровне с применением таких современных высокоразрешающих методов как рентгеновская дифрактометрия, растровая электронная микроскопия, ИК- и фотолюминесцентная спектроскопия. Поэтому достоверность полученных результатов и выводов сделанных на основе их не вызывает сомнения.

Несмотря на общий высокий научный уровень работы, имеется ряд замечаний.

1. В работе проведена оценка размеров кристаллитов синтезированных беспримесных и металл-замещенных кальций дифицитных образцов гидроксиапатита по полуширине дифракционного пика (002). Уширение дифракционного пика может происходить за счет уменьшения размеров кристаллитов, возникновения деформации кристаллитов, присутствия аморфной фазы. Как известно, частицы гидроксиапатита состоят из кристаллитов и аморфной фазы. Поэтому более корректно было бы определить размеры частиц и кристаллитов с помощью высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии.

2. Не понятно, с какой целью автор исследовал морфологию и размеры агломератов образцов. Морфология агломератов представленных на рис.3.20, 3.21 (стр.78, 79) состоят из большого количества частиц. Размеры агломератов зависят от способа диспергирования и поэтому никакой информации о морфологии синтезированных частиц беспримесных и металл-замещенных кальций дифицитных образцов гидроксиапатита не несет. Ин-

формацию о морфологии и структуре частиц можно было получить метод просвечивающей электронной микроскопии.

3. В работе есть некоторое противоречие между сделанным заключением на стр.93, что интенсивность фотолюминесценции снижается при увеличении концентрации металла, замещающего атомы кальция в структуре ГА с результатами, приведенными на рис.4.4 (стр.84) и рис.4.6 (стр.86). Интенсивность спектров ФЛ для образцов Си-ГАП1% и Mg –ГАП 3% больше, чем у образцов недопированного кальций-дефицитного гидроксиапатита.

4. При определении микротвердости образцов важную роль играет пористость материала. Поскольку в работе исследовались спрессованные образцы, то для корректного сравнения микротвердости образцов с различной концентрацией примесей металлов и их сорта в допированных Ме-ГАП необходимо было провести исследование пористости сравниваемых образцов.

5. В оформлении диссертации имеются незначительные ошибки. Так, например, в литературном обзоре после ссылки на источник литературы [35] следует ссылка на источник [42-44], в подписи рисунков в конце то ставится точка, то она отсутствует; описание схемы экспериментальной установки приведенной в тексте (стр. 41, 42) не соответствует схеме представленной на рис. 2.7; на рис.3.20 (стр.78) присутствуют только микрофотографии ^а и ^г, на рис 3.21 (стр.79) – ^б и ^д, а на втором рис.3.21 - ^в и ^е. В тексте ссылки на рис.3.21 нет, а присутствует ссылка на рис. 6, ^в, ^е; отсутствует заголовок «Список используемых источников» (стр.97).

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки работы и не затрагивают основных положений выносимых на защиту.

Автореферат, верно, отражает содержание диссертации, основные результаты достаточно полно отражены в публикациях.

Диссертация Аль-Зубайди Асаад Абдулхуссейн Мозан «Исследование физико-химических свойств металл-замещенного нанокристаллического кальций-дефицитного гидроксиапатита» удовлетворяет требованиям п.7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Аль-Зубайди Асаад Абдулхуссейн

Мозан заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Зав. научно-исследовательской лабораторией
электронной микроскопии и электронографии
Воронежского государственного технического университета,
д.ф.-м.н., профессор
394026, г. Воронеж, Московский пр. 14, ВГТУ.
Тел 4732467633; kushev_sb@mail.ru

С.Б. Кущев

Кущев С.Б.

