**Кукуева, Елена Вячеславовна.**

## Резорбируемые керамические композиты на основе продуктов термолиза слоистых фосфатов кальция : диссертация ... кандидата химических наук : 02.00.21 / Кукуева Елена Вячеславовна; [Место защиты: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова]. - Москва, 2019. - 161 с. : ил.

## Оглавление диссертациикандидат наук Кукуева Елена Вячеславовна

ВВЕДЕНИЕ

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Строение, состав и функции костной ткани человека

1.2 Материалы, предназначенные для замены костной ткани

1.2.1 Классификация биоматериалов

1.2.2 Требования к биоматериалам

1.3 Фосфаты кальция и материалы на их основе

1.3.1 Покрытия

1.3.2 Стеклокерамические материалы

1.3.3 Цементы

1.3.4 Композиционные биоматериалы

1.3.5 Гранулы

1.3.6 Керамические материалы

1.3.6.1 Гидроксиапатит

1.3.6.2 Биорезорбируемые кальций-фосфатные материалы

1.3.6.3 Композиционные кальцийфосфатные материалы (БФК)

1.4 Октакальциевый фосфат

1.4.1 Строение и кристаллохимия ОКФ

1.4.2 «Интеркалированный» ОКФ

1.4.3. Методы синтеза ОКФ

1.4.3.1 Синтез ОКФ осаждением из растворов

1.4.3.2 Гидролиз малорастворимых фосфатов кальция

1.4.4 Свойства ОКФ

1.4.5 Термические превращения ОКФ

1.4.6 Гидролиз ОКФ и его продукты

1.4.7 Материалы для тканевой инженерии на основе ОКФ

1.5 Керамические материалы

1.5.1 Подготовка порошков

1.5.2 Получение заготовки-полуфабриката

1.5.3 Спекание

1.5.3.1 Общие закономерности спекания керамических материалов

1.5.3.2 Элементарные акты спекания и припекание частиц

1.5.3.3 Уплотнение и рекристаллизация

1.5.3.4 Основные технологические факторы, влияющие на процесс спекания. Роль примесей

1.5.3.5 Особые случаи спекания

1.5.4 Микроструктура керамики

1.5.5 Плотная кальцийфосфатная керамика

1.5.5.1 Спекание ГА

1.5.5.2 Спекание ТКФ и ПФК

1.5.5.3 Спекание композитов ТКФ/ПФК и ГА/ПФК

1.5.5.4 Спекание композитов ТКФ/ГА

1.5.6 Пористая керамика

1.5.6.1 Получение пористой керамики методом реплик

1.5.6.2 Получение пористой керамики методом выгорающих добавок

1.5.6.3 Получение пористой керамики методом шликерного литья

1.6 Технологии 3Б-прототипирования

1.7 Оценка биоактивности материалов

1.8 Выводы из анализа литературы

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Подготовка образцов

2.1.1 Синтез незамещенного октакальциевого фосфата

2.1.1.1 Синтез брушита

2.1.1.2 Получение ОКФ

2.1.2 Синтез «замещенного» октакальциевого фосфата (з-ОКФ)

2.1.2.1 Синтез а-ТКФ

2.1.2.2 Получение з-ОКФ из а-ТКФ

2.1.2.3 Получение з-ОКФ из брушита

2.1.3 Синтез «гидролизованного» ОКФ

2.1.4 Термолиз порошков ОКФ и з-ОКФ

2.1.5 Получение порошков для приготовления керамики из смеси ТКФ и ПФК и ТКФ и ГА (контрольные образецы)

2.1.5.1 Получение пирофосфата кальция термическим разложением брушита

2.1.5.2 Получение трехкальциевого фосфата

2.1.5.3 Получение механической смеси ТКФ/ПФК

2.1.5.4 Получение механической смеси ТКФ/ПФК

2.1.6 Подготовка порошков

2.1.7 Получение керамики

2.1.7.1 Плотная керамика

2.1.7.2 Пористая керамика, полученная методом реплик

2.1.7.3 Пористая керамика, полученная методом выгорающих добавок

2.1.7.4 Пористая керамика, полученная методом шликерного литья

2.2 Методы исследования образцов

2.2.1 Исследование условий синтеза порошков ОКФ

2.2.2 Рентгенографические исследования

2.2.3 Растровая электронная микроскопия (РЭМ)

2.2.4 Инфракрасная спектроскопия (ИК)

2.2.5 Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)

2.2.6 Термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термический анализ (ДТА)

2.2.7 Измерения насыпной плотности порошков и определение оптимального давления прессования

2.2.8 Измерения плотности и усадки

2.2.9 Дилатометрические измерения

2.2.10 Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА)

2.2.11 Атомно-силовая микроскопия

2.2.12 Механические испытания

2.2.13 Биомиметическое тестирование in vitro

2.2.14 Исследование адгезии и роста клеток на поверхности остеопластических

материалов

2.2.15 Исследование резорбции керамики

2.2.16 Ионометрия растворов

3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Синтез ОКФ

3.1.1 Условия синтеза слоистых фосфатов кальция

3.1.2 Выбор метода синтеза незамещенного ОКФ

3.1.3 Синтез з-ОКФ

3.1.4 Определение степени замещения в з-ОКФ

3.1.5 Синтез «гидролизованного» ОКФ

3.1.6 Роль брушита в процессе синтеза ОКФ

3.2 Термолиз слоистых фосфатов кальция

3.2.1 Термические превращения брушита

3.2.2 Термические превращения незамещенного ОКФ

3.2.3. Термические превращения з-ОКФ

3.3 Подготовка порошков к спеканию (изучение реологических характеристик)

3.3.1 Подготовка порошков к формованию

3.3.2 Выбор давления прессования

3.4 Плотная керамика Р-ТКФ/Р-ПФК

3.5 Плотная керамика Р-ТКФ/ГА

3.6 Макропористая керамика

3.6.1 Метод реплик

3.6.2 Метод удаляемых добавок

3.6.3 Метод шликерного литья

3.7 Растворимость образцов керамики ТКФ/ПФК и ТКФ/ГА

3.8 Поведение образцов керамики в модельных средах (pH=7,4) in vitro

3.9 Характеристика цитотоксичности и адгезии клеток на поверхности материала

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВЫВОДЫ

ЛИТЕРАТУРА