

составляет 10 г/л. При этом предельная плотность тока, которая определяет максимальную рабочую, снижается незначительно.

В данной работе предложено введение поверхностно – активной добавки (лимонная кислота) в электролит цинкования, предложено оптимальную концентрацию добавки и исследовано её влияние на скорость осаждения и качество осаждаемого покрытия для использования в методе электронатирания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленький М.А. Электроосаждение металлических покрытий. Справ. изд. Беленький М.А., Иванова А.Ф., М.: Металлургия, 1985, 288 с.
2. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. М.: Химия, 1979 г., – 352 с., ил.
3. Ившин Я.В., Кайдриков А.И. Особенности процесса нанесения покрытий методом селективного электронатирания // Вестник Казанского технологического университета, 2013.
4. Шлугер М.А. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник. В 2-х томах/Под ред. М.А. Шлугера. – М.: Машиностроение, 1985 – Т. 1. 1985, 240 с., ил.

УДК 666.3.015.4-661.635.41: 544.032.14.

В.М. Разгуляева, студент, И.М. Гиниятуллин, студент
Д.И. Переверзев, студент

(УрФУ, г. Екатеринбург)

Е.А. Богданова, с.н.с., к.х.н.
(ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург)

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА

В настоящее время активно применяемыми для заполнения дефектов и восстановления костной ткани являются материалы на основе гидроксиапатита (ГАП) в различных формах – порошки, микрокапсулы, покрытия, керамические материалы [1]. Большой интерес представляет ГАП-керамика, однако, вследствие низких показателей механических свойств ее применение ограничено и возможно только в ненагружаемых областях [2]. При разработке имплантатов, способных выдерживать регулярные значительные механические нагрузки, целесообразно использовать плотно спеченную тонкодисперсную керамику [3]. Нанокерамика имеет ряд преимуществ по сравнению с другими керамическими материалами

(высокая твердость и прочность, устойчивость к воздействию высоких температур и др.), но при ее создании возникает проблема наследования исходной наноструктуры от одной технологической стадии к другой, что требует исследований, направленных на отработку технологических условий ее получения, а также отбор исходных порошковых материалов и способов их синтеза.

Получать исходные порошки высокой степени дисперсности удастся при использовании «мокрых» способов синтеза ГАП. В данной работе для получения керамики подобного рода использовали ГАП, полученный осаждением из раствора [4], имеющий хорошо развитую поверхность, высокую степень дисперсности и узкое распределение агрегатов по размерам (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Характеристики ГАП, полученного методом осаждения из растворов

Образец	$S_{уд}$, м ² /г	$S_{пор}$, м ² /г	$V_{пор}$, см ³ /г	ρ , г/см ³	$D_{расч.}$, нм
$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$	98.8021	10.3677	0.005483	2.9293	20.73

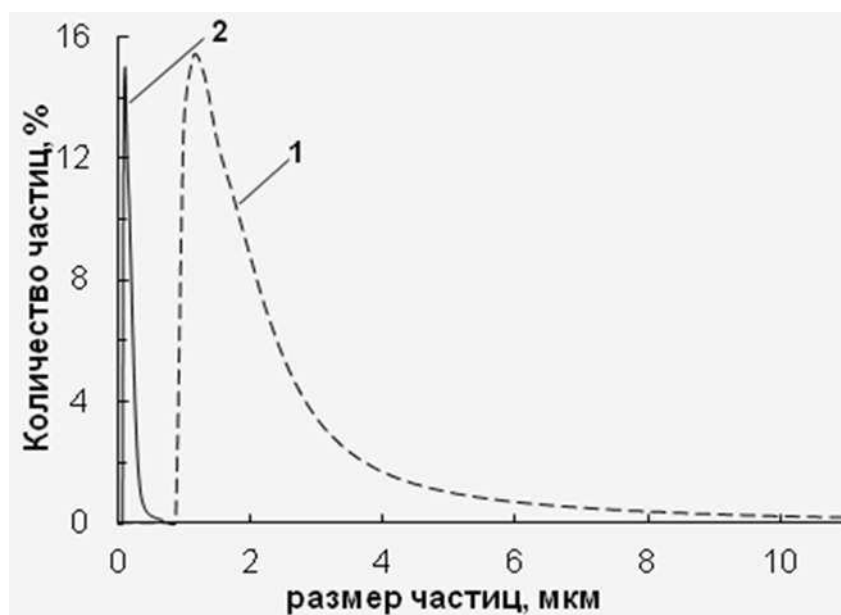


Рис. 1. Гистограмма распределения по размерам частиц кристаллического ГАП: 1 - $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$; 2 - $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, обработка УЗ 2 мин

Известно, что дополнительно повысить прочность керамики на основе осажденного ГАП можно за счет его армирования дисперсными частицами неорганических соединений [1, 5], поэтому

авторами был осуществлен синтез дисперсно-упрочненных композиционных материалов на основе осажденного ГАП путем механохимической активации исходных компонентов в вибрационной мельнице MLW 4000 KM 1. В качестве армирующих добавок были использованы: ZrO_2 – для улучшения механических свойств ГАП; химически инертный Al_2O_3 – для упрочнения ГАП; SiO_2 – для индуцирования твердотельных диффузионных реакций.

Из полученных порошковых материалов сухим прессованием были сформованы таблетки. Для прессования использовался ручной гидравлический пресс и стальная пресс-форма (прессование без выдержки с максимальным давлением в пресс-форме 20 МПа). Отжиг исследуемых образцов производили в муфельной печи Nabertherm L 9/11 в интервале температур 200–1000°C с шагом 200°C при скорости нагрева 10°C/мин, охлаждение до комнатной температуры проводилось с печью. Рентгенофазовым анализом (Shimadzu XRD 700) определен фазовый состав исходных веществ и композитов.

В настоящее время ведутся сравнительные испытания композитов $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2-ZrO_2$ (10-30 масс.% ZrO_2), $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2-Al_2O_3$ (10-30 масс.% Al_2O_3), $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2-SiO_2$ (10-30 масс.% SiO_2). Изучается влияние армирующей добавки и ее количества на процесс спекания и интенсификацию процессов уплотнения композиционного материала при обжиге, механические свойства и поверхностные характеристики материала.

В работе используются современные физико-химические методы анализа: сканирующая электронная микроскопия (микроскоп JEOL JSM 6390 LA); дифференциальный термический и термовесовой анализы (Thermoscan-2, ООО «Аналитприбор»); метод БЭТ (анализатор площади поверхности и пористости Gemini VII 2390 V1.03, V1.03 t); дисперсионный анализ (универсальный лазерный экспресс анализатор распределения размеров частиц Horiba LA-950); оценка прочностных характеристик – микротвердомер ПМТ-3.

Результаты, полученные при изучении взаимодействия в системах $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2-ZrO_2$ (10-30 масс.% ZrO_2), $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2-Al_2O_3$ (10-30 масс.% Al_2O_3), $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2-SiO_2$ (10-30 масс.% SiO_2), происходящего при высокотемпературной обработке, выявление взаимосвязи между составом, способом синтеза, микроструктурой и механическими свойствами позволят подобрать оптимальное соотношение исходных компонентов и технологические параметры процесса, способствующие получению композиционного

материала с улучшенными прочностными характеристиками, при сохранении биосовместимости, присущей ГАП.

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием и планами НИР ИХТТ УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1 Баринов, С.М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С.М. Баринов, В.С. Комлев. М.: Наука, 2006. 204 с.

2 Влияние термообработки на спекание и прочность керамики из нанопорошков гидроксиапатита / Н.В. Бакунова, С.М. Баринов, В.М. Иевлев, В.С. Комлев др. // Материаловедение. 2010. № 12. С. 11-15.

3 Уплотнение нанопорошков гидроксиапатита с применением гидростатического прессования / Н.В. Петракова, С.М. Баринов, Е.В. Евстратов, М.И. Алымов и др. // Материаловедение. 2016. № 11. С. 35-41.

4 Сабирзянов Н.А., Богданова Е.А., Хонина Т.Г. Способ получения суспензии гидроксиапатита: Патент РФ № 2406693. 2010.

5 The Effects of MgO, ZrO₂ and TiO₂ as Additives on Microstructure and Mechanical Properties of Al₂O₃-Fap Composite / A. Guidara, K. Chaari, S. Fakhfakh, J. Bouaziz // Materials Chemistry and Physics. 2017. V. 202. P. 358-368.

УДК 622.273.2

Ш.Т. Рахимов, соискатель

(ТАСИ, г.Ташкент)

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РАСТВОРНЫХ СМЕСЯХ И БЕТОНАХ

Наши исследования посвящены вопросу использования отходов горнодобывающей промышленности (песок пустой горной породы, отходы добычи и обработки мрамора), энергетической промышленности (зола-унос тепловых электростанций), медеплавильной промышленности (медеплавильные шлаки) при приготовлении закладочных смесей, применяемых для закладки выработанного пространства при подземных горных работах.

Так установлено, что зола-унос может быть использована без переработки в качестве добавки при помоле цементного клинкера (до 15% массы цемента) без изменения свойства цементного клинкера;