

схватывания цементного теста, что объясняется увеличением скорости коагуляции при введении комплексных добавок в портландцемент.

В результате проведённой работы, исследовано влияние комплексных добавок на свойства

цемента. Полученные результаты будут положены в основу дальнейшей работы по производству композиционного вяжущего содержащего трепел.

### Список литературы

1. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
2. Ерофеев В. Т., Родин А. И., Бикбаев Р. Р., Пиксайкина А. А. Исследование свойств портландцементов с активной минеральной добавкой на основе трепела // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии, 2019. – № 3. – С. 7–17.
3. Фереферов М. Ю., Татарникова Е. В. Влияние минеральных добавок на водоотделение цемента // Современные технологии и научно-технический прогресс, 2020. – Т. 1. – № 7. – С. 79–80.

## ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ФОРМОВАНИЯ НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА

О. О. Николаева, Н. М. Балтабаева

Научный руководитель – д.т.н., профессор НОЦ Н. М. Кижнера Т. А. Хабас

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

В настоящее время фосфаты кальция широко применяются в ортопедии и челюстно-лицевой хирургии, а также в стоматологии [1]. В этой области широко используется гидроксипатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , поскольку его химический состав близок к минеральной фазе костей, которую можно определить как кальций-дефицитный гидроксипатит с частичным замещением ОН-групп группой  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Биорезорбируемость материала на основе кальцийфосфатных соединений зависит от состава и дисперсности. Большое внимание, в связи с этим, уделяется получению наноразмерных материалов, как наиболее активных при растворении в жидкой среде организма. В то же время скорость резорбируемости может быть отрегулирована получением спеченных материалов из нанодисперсного исходного вещества.

Гидроксипатит, из-за его сложного состава, очень чувствителен к нестехиометрии и различным примесям, плохо спекается и имеет низкие прочностные свойства.

Целью данной работы является изучение влияния методов формования на свойства керамического материала на основе гидроксипатита.

Материалы на основе стехиометрического синтетического гидроксипатита формовали различными методами с дальнейшим обжигом при различных температурах. Насыпная плотность применяемого в работе порошка гидроксипатита очень мала ( $0,825 \text{ г/см}^3$ ), это затрудняет процесс прессования. Поэтому для формования первой и второй групп образцов была подобрана специальная пластичная связка. Третья группа образцов получена с предварительным формованием пористых гранул в жидкой среде (средний диаметр 2,5 мм) (рис. 1) с последующим формованием из них цилиндрических образцов.

Анализ обжиговых свойств показывает, что изменение давления прессования в интервале 95–250 МПа мало сказывается на плотности материала, в то время как повышение температуры спекания и выдержки при конечной температуре приводит к уплотнению и повышению прочности керамики. Наиболее пористые образцы получены с применением операции гранулирования и прессования пористых гранул. Средний размер зерен в полученных образцах керамики на основе нанодисперсного гидроксипатита после спекания при  $1300 \text{ }^\circ\text{C}$  – 2,15 мкм.

Таблица 1. Свойства образцов керамики на основе гидроксиапатита

Вид подготовки образцов к спеканию	W, %	ΔL, %	По, %	$P_{\text{каж.}}$ г/см <sup>3</sup>	$\sigma_{\text{сж.}}$ МПа	Тспекания, °С выдержка
Одноосное прессование порошка, $P_{\text{уд.}} = 95$ МПа	2,29	15,00	6,56	2,86		1300 2ч
	5,66	16,42	9,39	2,73		1200 3часа
	3,83	13,92	10,50	2,63		1200 2часа
Одноосное прессование порошка, $P_{\text{уд.}} = 250$ МПа	4,05	14,44	11,10	2,74	46,5	1300 4часа
	5,07	13,73	13,58	2,68	26,2	1250 3часа
	4,88	13,79	13,29	2,72	–	1200 3часа
Гранулирование и прессование гранул, $P_{\text{уд.}} = 95$ МПа	5,6	4,44	28,70	1,96		1300 4часа
	6,10	7,23	30,54	2,24		1250 3часа

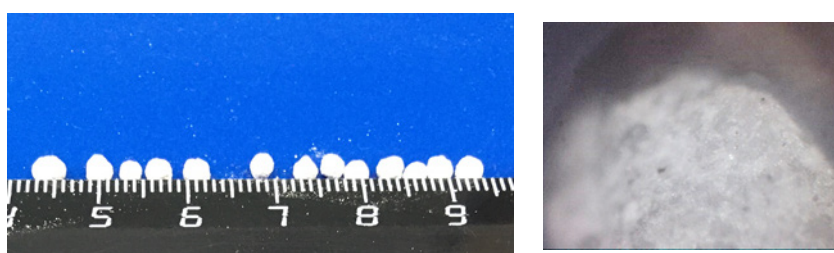


Рис. 1. Внешний вид и срез пористой гранулы (×50)

### Список литературы

1. L. L. Hench, *Bioceramics*, *J. Am. Ceram. Soc.* 81 (7) (1998), Pages 1705–1727.
2. Edward S. Ahn, Nathaniel J. Gleason, Atsushi Nakahira, and Jackie Y. Ying. *Nanostructure Processing of Hydroxyapatite-based Bioceramics // J. Nano Letters*, 2001. – Vol. 1. – № 3. – P. 149–153.

## ДЕГИДРАТАЦИЯ ФТОРИДА КАЛИЯ

Д. А. Никонов

Научный руководитель – к.т.н., доцент отделения ЯТЦ Ф. А. Ворошилов

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, dan21@tpu.ru

Фторид калия является важным соединением для современной промышленности. В основном, он используется как источник фторид ионов. Схема производства KF довольно сложная и энергоёмкая. Поэтому стоимость фторида калия высока. Использование вместо KF его кристаллогидрата  $KF \cdot 2H_2O$  не всегда возможно, т.к. не позволяет взять точную навеску. Но если провести дегидратацию  $KF \cdot 2H_2O$ , то это позволит сократить расходы и увеличить доступность KF для лабораторных исследований. Поэтому целью данной работы является разработка метода дегидратации фторида калия.

При нагревании кристаллогидрата фторида калия, происходит его разложение. Процесс дегидратации можно разделить на три стадии:

- 1) Испарение несвязанной влаги;
- 2) Разрушение кристаллогидрата и отделение воды по первой ступени (Уравнение 1)



- 3) Отделение воды по второй ступени (Уравнение 2).



Для проведения экспериментов были взяты 5 образцов различных поставок  $KF \cdot 2H_2O$ . На-