

Студ. К.Д. Андриянова  
Науч. рук. ст. преп., канд. техн. наук А.Н. Шиманская  
(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

### **РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ БИОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$**

Целью настоящей работы является разработка составов масс и технологических параметров получения биокерамики в системе  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ .

В качестве сырьевых материалов для синтеза керамических материалов выбраны следующие, мас. %: диоксид циркония  $\text{ZrO}_2$  (ч, ТУ 6–09–2786–77) – 0–50; карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  (хч, ГОСТ 4530) – 28; гидроортофосфат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (чда, ГОСТ 3772) – 22; оксид алюминия (чда, ТУ 6–09–426–75) – 0–50.

Экспериментальные образцы изготавливались следующим образом. Сырьевые материалы подвергались сухому совместному помолу в планетарной шаровой мельнице РМ 100 Retsch в течение 20 мин до остатка на контрольном сите № 0063 в количестве не более 1–2 мас.%. Образцы формовались методом полусухого прессования в виде цилиндров диаметром 12,1 мм на лабораторном прессе при давлении 8–12 МПа. Сушка полуфабриката проводилась в сушильном шкафу SNOL 58/350 при температуре  $100 \pm 5$  °С, обжиг – в электрической лабораторной печи SNOL 1,6,2,5.1/13,5-Y1 при температурах  $((1300\text{--}1500) \pm 10)$  °С с выдержкой при максимальной температуре – 1 ч. Скорость подъема температуры составляла 250 °С/ч.

Визуальная оценка обожженных образцов показала, что они характеризуются равномерной окраской белого цвета. Текстура образцов на изломе пористая.

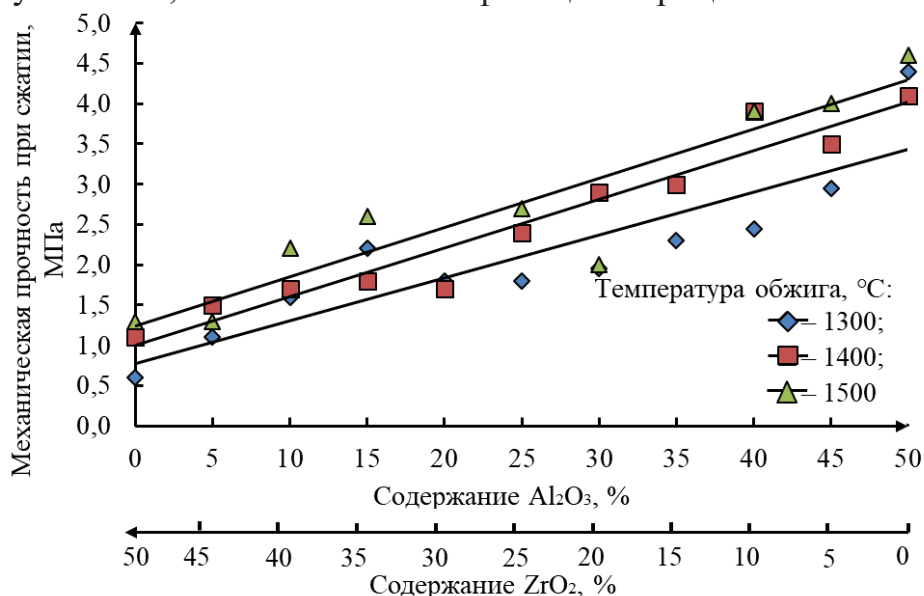
Общая усадка синтезированных материалов, равна нулю, что объясняется выделением газообразных  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$ , образующихся при разложении карбоната кальция и гидроортофосфата аммония, которые разобзают частицы керамической составляющей, затрудняя спекание. Как известно, спекание циркониевой и корундовой керамики осуществляется по твердофазному механизму, однако ввиду присутствия в керамической массе соединений кальция, являющихся плавнями второго рода, в спекании также участвует и жидкая фаза.

Значения водопоглощения образцов при температуре обжига 1300 °С составляют 28,8–35,8 %; при 1400 °С – 25,5–30,7 %; при 1500 °С – 21,3–30,0 %. Показатели открытой пористости и кажущейся

плотности варьируются в пределах: 1300 °С – 48,7–51,8 % и 1408–1752 кг/м<sup>3</sup>; 1400 °С – 44,0–47,3 % и 1148–1792 кг/м<sup>3</sup>; 1500 °С – 41,1–47,8 % и 1509–1977 кг/м<sup>3</sup> соответственно.

Показатели механической прочности при сжатии (Galdabini Quasar 100) образцов, синтезированных при температуре 1300 °С, лежат в интервале от 0,60 до 4,40 МПа; при 1400 °С – от 1,1 до 4,1 МПа; при 1500 °С – от 1,30 до 4,60 МПа.

Увеличение прочностных характеристик полученных материалов при повышении содержания оксида алюминия, введенного взамен диоксида циркония (рисунок 1), а также температуры обжига, что, по нашему мнению, связано с интенсификацией процессов спекания.



**Рисунок 1 – Зависимость механической прочности при сжатии образцов от содержания оксида алюминия, введенного взамен диоксида циркония**

С помощью рентгенофазового анализа (ДРОН-2) установлено, что в керамических материалах, полученных в системе CaO–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–ZrO<sub>2</sub>–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, могут присутствовать следующие кристаллические фазы: бадделейт ZrO<sub>2</sub> (моноклинная сингония), диоксид циркония ZrO<sub>2</sub> (тетрагональная сингония), корунд α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ортофосфат кальция Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, ортофосфат алюминия AlPO<sub>4</sub> и однокальциевый алюминат CaAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

На электронно-микроскопических снимках (электронный микроскоп JSM–5610 LV с системой химического анализа EDX JED–2201 JEOL) определяются кристаллы изометрической формы диаметром 1–10 мкм, принадлежащие, вероятно, бадделейту, а также зерна корунда короткопризматической формы размером от 2 до 20 мкм.

В изучаемых образцах присутствуют поры щелевидной и округлой формы, их величина составляет от 1 до 200 мкм. Распределение пор по поверхности изделий неравномерное.