

Стрельникова С.С., Андрианов Н.Т., Ермакова Е.А.  
(ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова  
РАН, Москва, Россия)

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МУЛЛИТОВОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ПОРОШКОВ С ДОБАВКОЙ ОКСИДА ИТТРИЯ

Высокодисперсные активные к спеканию порошки получают различными химическими методами, в том числе с помощью золь-гель синтеза. Разработанный вариант золь-гель технологии позволил совместить синтез порошков муллита на основе водных растворов неорганических солей алюминия и кремнеземсодержащего компонента («белой сажи» - БС) и введение добавки в виде кристаллогидрата хлорида иттрия  $YCl_3 \cdot 6H_2O$ . Золь водорастворимого полимера (в нашем случае это поливиниловый спирт) является средой, в которой распределяются водные растворы неорганических солей и коллоидный раствор кремнеземсодержащего компонента [1,2].

В настоящей работе муллит синтезировали из высушенных ксерогелей на основе кристаллогидрата сульфата алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  и БС, прокаленных при температуре  $900^{\circ}C$  и  $1200^{\circ}C$  с выдержкой 2 ч. Порошки синтезировали с учетом того, что нижняя граница температуры прокаливания соответствует активному образованию муллита, а верхняя началу активного роста кристаллов муллита и заметному снижению удельной поверхности порошков со 109 до  $3.5 \text{ м}^2/\text{г}$ . Соединение иттрия вводили в количестве 3% в пересчете на оксид. Спекали золь-гель порошки при температурах 1500 и  $1600^{\circ}C$  с выдержкой при конечной температуре 2 ч. Свойства полученной муллитовой керамики представлены в таблице.

Температура обжига керамики, $^{\circ}C$	Температура синтеза порошков, $^{\circ}C$	Огневая усадка, %	Средняя плотность $\text{г}/\text{см}^3$	Водопоглощение, %	Прочность на изгиб, МПа
1500	900	25,3	2,93	0,5	170
	1200	17,8	2,58	5,2	98
1600	900	27,5	3,06	0,1	222
	1200	19,0	2,92	0,8	133

В ходе работы установлено, что показатели основных свойств выше у керамики на основе порошков, синтезированных при  $900^{\circ}\text{C}$  независимо от температуры обжига керамики, что связано, главным образом, со снижением активности порошка муллита и крайней неоднородностью фазового состава керамики из порошков, полученных при  $1200^{\circ}\text{C}$ . В свою очередь повышение температуры обжига с  $1500$  до  $1600^{\circ}\text{C}$  приводит к повышению значений всех основных свойств, но наиболее существенно это изменение для керамики на основе порошков, синтезированных при  $900^{\circ}\text{C}$ . Вероятнее всего это можно объяснить изменением фазового состава керамики, поскольку размер кристаллов муллита практически не меняется:  $0\%$   $\text{Y}_2\text{O}_3$  -  $2\text{-}4\text{ мкм}$ ,  $3\%$   $\text{Y}_2\text{O}_3$  -  $2\text{-}6\text{ мкм}$  для керамики из порошков, полученных при  $900^{\circ}\text{C}$ , и  $0\%$   $\text{Y}_2\text{O}_3$  -  $4\text{-}10\text{ мкм}$ ,  $3\%$   $\text{Y}_2\text{O}_3$  -  $4\text{-}12\text{ мкм}$  для керамики из порошков полученных при  $1200^{\circ}\text{C}$ . Введение  $3\%$  добавки  $\text{Y}_2\text{O}_3$  способствует образованию алюмоиттриевого граната, уменьшению содержания фазы корунда и количества пор практически до  $0\%$ . При этом количество новой фазы алюмоиттриевого граната увеличивается до  $5\%$ .

Показано, что порошки муллита, синтезированные золь-гель методом при  $900^{\circ}\text{C}$ , являются более активными к спеканию, и на их основе при температуре обжига  $1600^{\circ}\text{C}$  может быть получена плотная ( $3.06\text{ г/см}^3$ ) и прочная ( $222\text{ МПа}$ ) муллитовая керамика с добавкой  $3\%$   $\text{Y}_2\text{O}_3$ .

Исследование выполнено в рамках государственного задания №075-00328-21-00 (ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова РАН)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С.С. Стрельникова. Перспективные материалы. Специальный выпуск, 2011, 11, 336-341.
2. Belyakov A.V., Andrianov N.T., Strelnikova S.S. Evaluation of the magnesium and silicon diffusion rates in forsterite synthesis using various magnesium compounds Inorganic // Materials. 2012. Т. 48. № 2. P. 176- 180.