

## Исследование структуры композитов на основе порошка $\text{Si}_3\text{N}_4$ с добавкой порошка оксидов редкоземельных элементов

Студент гр.10403117 Филистович И.С.  
 Научный руководитель – Григорьев С.В.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Одним из основных требований к композиционным материалам для высокопроизводительной размерной обработки является сохранение режущей способности при температурах выше 1000 °С.

Высокие эксплуатационные характеристики композитов при проведении высокопроизводительной размерной обработки изделий наряду с высокой плотностью обеспечиваются получением определённого соотношения кристаллических фаз композита с сохранением нанодисперсной структуры материала.

Для создания инструментальных материалов с высокой теплостойкостью на основе тугоплавких соединений все шире используются технологии с использованием высоких давлений и температур спекания для получения высокоплотных наноструктурных керамических композитов.

Исследование структуры, фазового состава композитов, полученных с использованием процессов горячего прессования осуществлялось на образцах диаметром 8 мм из подготовленной шихты. Шихта подготавливалась из взвешенных в заданном соотношении по массе компонентов. В качестве исходных компонентов использовались субмикронные порошки нитрида кремния с добавкой 5 % порошков оксидов европия.

Смешивание компонентов шихты осуществлялось в смесителе типа «пьяная бочка» в среде этилового спирта в течение 12 часов с использованием шаров из диоксида циркония. После смешивания шихту высушивали до постоянной массы и затем прессовали в таблетки при давлении 400 МПа. После сборки пресс-формы проводилось спекание образцов под давлением 4 ГПа в течение 30 с. Температура спекания варьировалась в заданном диапазоне. На рисунках 1,2 представлена морфология частиц оксида европия, распределение частиц оксида европия в шихте на основе  $\text{Si}_3\text{N}_4$  и спектр шихты, полученного с использованием энергодисперсионного спектрометра сканирующего электронного микроскопа VegaPMU.

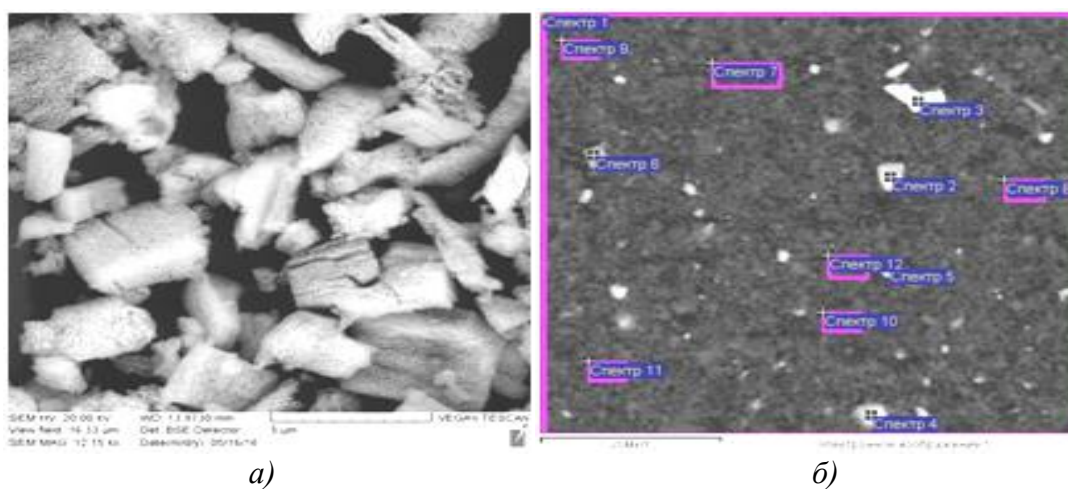


Рисунок 1 – Морфология частиц оксида европия и распределение частиц оксида европия в шихте на основе  $\text{Si}_3\text{N}_4$ :

*a* – морфология частиц оксида европия;

*б* – распределение частиц оксида европия в шихте на основе  $\text{Si}_3\text{N}_4$

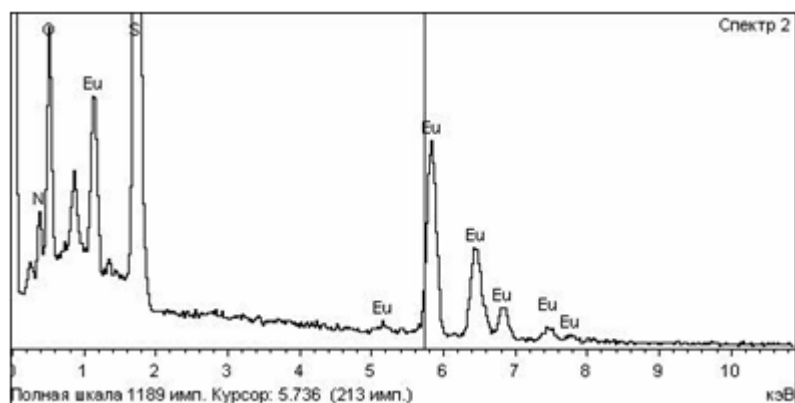


Рисунок 2 – Спектр шихты  $\text{Si}_3\text{N}_4 + 5\% \text{Eu}_2\text{O}_3$ , полученного с использованием энергодисперсионного спектрометра сканирующего электронного микроскопа VegaIII MU

На рисунке 3 показана рентгенограмма композита на основе нитрида кремния и 5% оксида европия, спеченного при температуре 1300 °С.

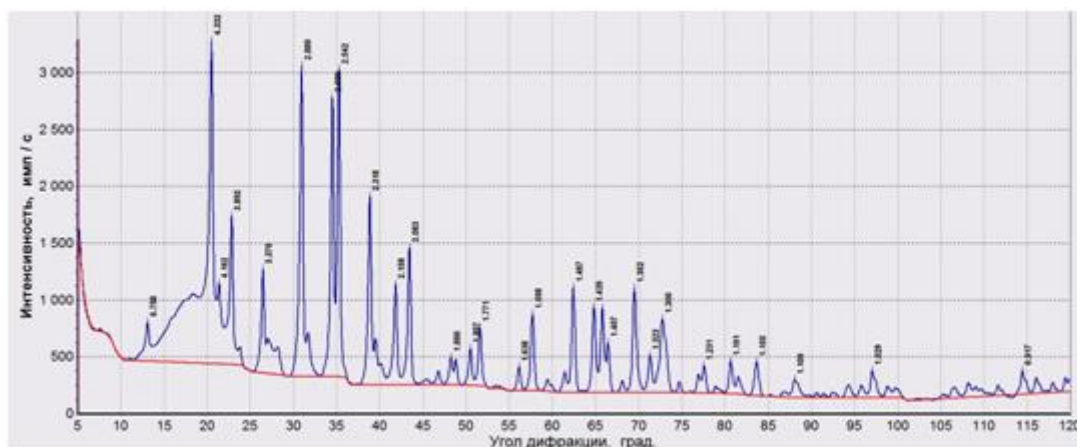


Рисунок 3 – Рентгенограмма композита  $\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{Eu}_2\text{O}_3$  с нанесёнными межплоскостными расстояниями, излучение Cu- $\alpha$

Порошок оксида европия представляет собой частицы осколочной формы с размером частиц от 20 мкм до 200 нм. Преобладающая фракция – частицы порошка от 3 до 5 мкм. Преобладающий размер частиц порошка  $\text{Si}_3\text{N}_4$  в шихте – домикронный, форма частиц – осколочная. Распределение частиц порошка оксида европия по шихте – равномерное.

Оксид европия состоит из смеси фаз  $\text{Eu}_{1-x}\text{O}$  и  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  со значительным преобладанием фазы  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ . Для фазы  $\text{Eu}_{1-x}\text{O}$  наблюдаются только отдельные линии на рентгенограмме.

Основная фаза порошка нитрида кремния –  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ . Её содержание доходит до 90%, содержание фазы  $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$  – порядка 10%.

В процессе спекания горячепрессованной шихты при температурах от 1100 °С до 1300 °С на рентгенограммах не наблюдается отдельно расположенных линий оксида европия. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что в процессе спекания между фазами  $\text{Si}_3\text{N}_4$  и  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  образуется с твердый раствор на основе  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , что сопровождается изменением межплоскостного расстояния фазы  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ .

Увеличение температуры спекания от 1100 °С до 1300 °С приводит к увеличению степени искажения кристаллической решетки  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$  при повышении температуры спекания в данном диапазоне.