

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ РЕАКЦИОННО-СПЕЧЁННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ SiC И B₄C

Несмелов Д.Д., Перевислов С.Н.⁽¹⁾, Орданьян С.С.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Россия, Санкт-Петербург, 190013, Московский пр., д. 26,
dnesmelov@yandex.ru, ceramic-department@yandex.ru

(1) ОАО «Центральный научно исследовательский институт материалов», Россия, Санкт-Петербург, 191014, Парадная ул., д. 8, perevislov@mail.ru

Реакционное спекание материалов на основе SiC (RBSiC) и B₄C (RBBC) – один из перспективных путей создания ответственных изделий, работающих в условиях высоких статических и динамических нагрузений. RBBC, благодаря низкой плотности, является интересной альтернативой традиционным броневым материалам.

На стадии проектирования материала чрезвычайно важна адекватная оценка воспроизводимости его физико-механических свойств. В нашей работе для статистической оценки прочности реакционно-спекённой керамики мы использовали распределение Вейбулла. Данная теория позволяет количественно оценить структурную неоднородность материала: случайное распределение пор по объёму образца, наличие микротрещин и локальных флуктуаций состава.

Образцы RBSiC готовили по технологии ОАО «ЦНИИМ» пропиткой расплавом кремния пористой заготовки, содержащей твёрдые фазы SiC и C (сажа). Экспериментальные образцы RBBC готовили по аналогичной технологии но с введением в шихту 60 об. % карбида бора. Спечённые при 1650° и отшлифованные образцы испытывали на трёхточечный изгиб на электромеханической испытательной машине, обеспечивающей статический режим нагружения с погрешностью не более 1%. Средние значения предела прочности σ_n составили для RBSiC и RBBC соответственно 340 и 300 МПа.

Распределение вероятности значений критических напряжений достаточно корректно описывается двухпараметрическим уравнением:

$$P(\sigma_n) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_0} \right)^m \right], \quad (1)$$

где m – показатель однородности материала (модуль Вейбулла); σ_0 – нормирующий параметр.

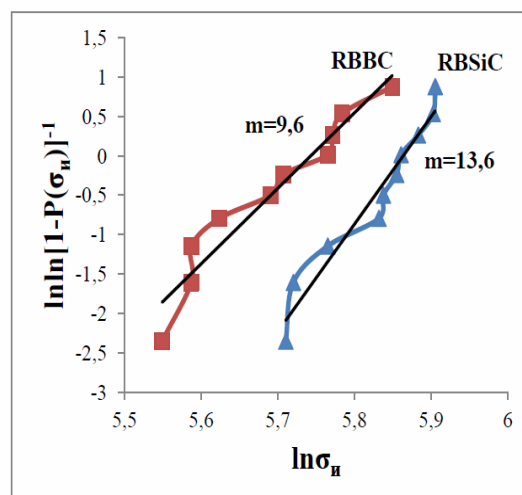
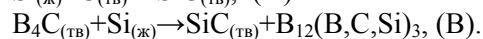
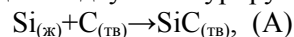


Рис. 1 Распределение σ_n RBBC и RBSiC

Найденные по методу наименьших квадратов значения m составили 13,6 для RBSiC и 9,6 для RBBC, что свидетельствует о большей неоднородности структуры последнего. Анализ структуры показал, что неоднородность связана с локальными отклонениями состава пористой заготовки (неравномерным распределением свободного углерода), в результате которого в различных областях преимущественно протекала одна из двух конкурирующих реакций:



Формирующиеся по реакциям (A) и (B) фазы вследствие различий их морфологии, дисперсности и физико-механических характеристик снижают однородность структуры.

Вероятно, использование в качестве источника углерода исключительно B₄C (реакция B) в пористых заготовках без свободного C позволит избежать отклонений гомогенизации и конкурентного синтеза фаз.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-03-00501А.