ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОНОКРИСТАЛЛА LAB_6 И КОМПОЗИТА LAB_6 - TIB_2

Соловьева Т.А., Лобода П.И., Богомол Ю.И.
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», пр. Победы, 37, Киев, 03056, e-mail: tsolov@mail.ua

Армирование хрупких керамических материалов хрупкими керамическими волокнами позволяет получить квазивязкое состояние и поднять значение прочности в боридных системах LaB_6 - $Me^{IV}B_2$ до 1500 МПа, твердости - 50-75 ГПа, вязкости разрушения - K_{1c}> 25 МПа·м$^{1/2}$ [1] . Поскольку в природе существует большое количество систем на основе тугоплавких соединений с невзаимодействующими компонентами, то особый интерес представляет выяснение механизма укрепления направлено армированных боридных материалов, получение, структура и свойства которых на сегодняшний день изучены наиболее полно [2-3].

Прочность композита определяется силой сцепления волокон с матрицей, которая зависит от величины внутренних напряжений, обязательно возникающих в фазовых составляющих композита при его изготовлении вследствие различия тепловых и механических свойств матрицы и волокна.

Так, на основании данных по анизотропии коэффициента термического расширения диборида [3] в системе LaB_6 – TiB_2 предполагается, что волокна TiB_2 растянуты матрицей в продольном направлении, а в радиальном - сжаты. Целью работы было выяснение вопроса, влияет ли и в какой степени влияет напряженно - деформированное состояние фазовых составляющих на тепловое расширение композита. Именно поэтому в работе измерялся коэффициент термического расширения монокристалла LaB_6и эвтектического сплава системы LaB_6 – TiB_2, полученных методом направленной кристаллизации из расплава.

Установлено, что коэффициент термического расширения композита несколько меньше коэффициента термического расширения матричной фазы из гексаборида лантана. По мере увеличения температуры увеличивается разница между значениями коэффициента термического расширения матрицы и композиты в целом. Причем при нагревании 1300°C наблюдается резкое уменьшение коэффициента термического расширения композита, одной из причин которого может быть изменение напряженно - деформированного состояния волокна.

Анализ структуры рентгеновскими исследованиями показал, что монокристалл LaB_6 ориентирован в направлении [211], тогда как композит имеет поликристаллическое строение. Для выяснения напряженно - деформированного состояния волокон измеряли при комнатных температурах рентгеновским методом на приборе Ultima 4 периоды решетки матрицы и волокон из диборида до и после удаления их из матричной фазы путем химического травления. Установлено, что после удаления из матрицы период решетки волокон уменьшается, а матричной фазы увеличивается. Рассчитанная величина напряжений сжатия, возникающих в матричной фазе, составляет 0,864 ГПа. При температурах около 1200 – 1300°C величина напряжений в фазовых составляющих приближается, согласно расчетным значениям, к нулю, что и может быть причиной аномального отклонения коэффициента термического расширения композита.

Таким образом, установлено, что направлено армированные композиты LaB_6 – TiB_2 с матричной фазойизгексаборида лантана и стержневыми регулярно расположенными дискретными волокнами издиборида титана имеют коэффициент термического расширения меньше, чем монокристалл изгексаборида лантана, что может быть вызвано напряженно - деформированным состоянием матричной фазы.

1. Лобода П.І. Фізико-хімічні основи створення нових боридних матеріалів для електронної техніки і розробка керамічних катодних вузлів з підвищеною ефективністю: Дис. д.т.н.: 05.16.06. – К., 2004. – 212 с.
2. LowI.M, SakkaY.,HuC.F.MAXphasesandultrahightemperatureceramicsforextremeenvironments. – IGI Global, 2013. – 299 c.
3. F. Cardarelli.MaterialsHandbook. – Springer, London, 2000. – 595 p.