

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що в процесі гарячого пресування відбувається взаємодія в системі  $ZrB_2-15\%MoSi_2$  з утворенням боридів молібдену  $MoB$  та твердих розчинів  $(Zr,Mo)B_2$ . Однак, в системі  $ZrB_2-15\%SiC$  взаємодії не виявлено.

2. При додаванні дибориду хрому до композитів  $ZrB_2-15\%MoSi_2$  та  $ZrB_2-15\%SiC$  в кількості 5 % інтенсифікується процес ущільнення матеріалу, практично до безпористого стану, за рахунок зміни структурного та фазового складу, а також спостерігається утворення боридів  $MoB$ ,  $Cr_3B_4$  і твердих розчинів на основі бориду цирконію.

3. Підвищення механічних властивостей (міцності при трьох точковому згині, тріщиностійкості) узгоджується із збільшенням зернограничної міцності, яке може бути пов'язане із утворення твердих розчинів на основі бориду цирконію. Отримані значення підвищеної міцності на згин склали 490 МПа в  $ZrB_2-15\%MoSi_2-5\%CrB_2$  та 650 МПа у  $ZrB_2-15\%SiC-5\%CrB_2$ .

4. Показано, що стійкість до окислення зростає у 1,85 рази при температурах 1300 – 1400 °С і зменшується приблизно на ~15 % при температурі 1500 °С, що пов'язано зі збільшенням значень дифузійних констант у шарах матеріалу, особливо у випадку  $ZrB_2-15\%SiC-5\%CrB_2$ . Проте, утворення нової фази ( $ZrSiO_4$ ) у процесі окислення може збільшити високотемпературну стійкість кераміки на основі дибориду цирконію шляхом зменшення хімічної та дифузійної активності матеріалу. Також варто зазначити, що циркон ( $ZrSiO_4$ ) має менший коефіцієнт дифузії кисню, ніж  $ZrO_2$ .

5. Встановлено, що початок процесу окислення кераміки  $ZrB_2$  до  $ZrO_2$  та  $B_2O_3$  має місце при температурах ~750 °С. Вище 1100 °С – відбувається утворення  $SiO_2$ , через реакцію кремнієвмісних елементів ( $MoSi_2$  та  $SiC$ ) з

киснем. Таким чином, відбувається утворення стійкого боросилікатного скла, що протидіє агресивному середовищу.

6. Рентгеноструктурний аналіз окисленої кераміки показав, що кінцевим продуктом є моноклинний  $ZrO_2$  та аморфні фази на основі  $SiO_2$ . Було визначено, що легування склофази «важкими» елементами Cr, Mo, Zr зменшує відстань в першій координаційній сфері, в порівнянні із аморфним склом  $ZrB_2-15\%SiC$ , що можливо пов'язано із різницею в атомних радіусах елементів (Cr – 130 пм, Mo – 139 пм). Більш того, кераміка складу  $ZrB_2-15\%MoSi_2$  має явно виражену фазу  $ZrSiO_4$ , яка захищає його від окислення при температурах до 1650 °C.

7. Моделювання процесу окислення підтверджує адекватність запропонованої моделі та пояснює поведінку матеріалу під час окислення. Так, збільшення дифузійної та хімічної константи, свідчить про підвищення стійкості до окислення кераміки на основі  $ZrB_2$ .