

**Абдуллаєва Е.Р., Богомол Ю.І.**  
**(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)**  
**СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ СПРЯМОВАНО**  
**ЗАКРИСТАЛІЗОВАНИХ ЕВТЕКТИЧНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ**  
**КАРБІДУ БОРУ**

E-mail: elmiabdulla@gmail.com

Розвиток спрямовано закристалізованих евтектичних (СЗЕ) боридних та карбідних сплавів почався ще 40 років назад, починаючи з оригінальної роботи Стубікана та його співробітників [1]. Обробка цих сплавів змінювалась від традиційних методів Бріджмена в 1970-х роках до методів лазерної зонної плавки та лазерної поверхневої обробки у 2000-х роках.

Матеріали на основі карбіду бору знайшли широке застосування в матеріалознавстві через їх унікальні фізико-хімічні властивості. Більшість боридних та карбідних СЗЕ композиційних сплавів демонструють високі значення твердості, модулів пружності на відміну від монолітних матеріалів. Дані сплави мають відмінну зносостійкість та термічну стабільність, що може зробити їх потенційними матеріалами для високотемпературних захисних покриттів [2]. Керамічні сплави на основі карбіду бору використовують в екстремальних умовах, аерокосмічних технологіях, енергетиці, суднобудуванні. З них виготовляють високотемпературні деталі різних конструкцій, ріжучий інструмент, бурові деталі, газотурбінні двигуни та навіть броню. Однак висока крихкість цих матеріалів дещо обмежує їх використання. Тому дуже важливо зробити таку кераміку, яка б мала високі механічні характеристики в екстремальних умовах.

Дана робота присвячена дослідженню подвійних і потрійних евтектичних систем на основі безкисневих тугоплавких сполук ( $V_4C$ ,  $TiB_2$ ,  $ZrB_2$ ,  $HfB_2$ ,  $TaB_2$ ,  $SiC$ ,  $NbB_2$ ,  $TiSi_2$  тощо) та одержання на їх основі спрямовано армованих композиційних матеріалів з підвищеними температурами експлуатації.

Як показано в попередніх роботах [1, 2] для одержання евтектичних та евтектоїдних керамічних композитів використовуються різні способи. Найбільш поширеними методами кристалізації є метод Чохральського, метод Бріджмена та метод зонної плавки. У КПІ ім. Ігоря Сікорського розроблено оригінальний метод безтигельної зонної плавки і виготовлені спрямовано закристалізовані евтектичні сплави систем  $LaB_6$ - $MeB_2$  і  $V_4C$ - $MeB_2$  та ін. [2].

Типова евтектична мікроструктура буває пластинчаста, у вигляді ламелей (пластин неправильної форми), або у вигляді стрижнів. Однією з переваг спрямовано закристалізованих евтектичних сплавів є те, що структурно-геометричні характеристики можна регулювати швидкістю кристалізації.

У композиційних матеріалах зазвичай існують термічні залишкові напруження через різницю коефіцієнтів термічного розширення між двома фазами, що мають великий вплив на механічну поведінку матеріалів [2].

Дані випробувань показують, що твердість за Вікерсом спрямовано закристалізованого евтектичного сплаву  $V_4C$ - $TiB_2$  досягає  $31,4 \pm 2,1$  ГПа (навантаження 10 Н). Загалом, твердість на вдавлювання боридних та карбідних СЗЕ сплавів зазвичай збільшується зі збільшенням швидкості кристалізації або зменшенням відстані між пластинами та волокнами.

Вимірювання міцності на згин спрямовано закристалізованих сплавів систем  $LaB_6$ - $MeB_2$  і  $V_4C$ - $MeB_2$  показали, що міцність в інтервалі температур 25...1600 °Сяк правило збільшується або зберігається на рівні міцності при кімнатній температурі [2].

Огляд літературних даних свідчить про перспективність використання СЗЕ сплавів на основі карбіду бору в різних галузях промисловості. Вони є перспективними для використання в екстремальних умовах експлуатації.

Література:

1. Stubican V. S. Directional Solidification of Nonoxide Eutectics / V. S. Stubican, R. C. Bradt. – U.S.: Army Research Office Report, 1980. – pp. 1-60.
2. Directionally Solidified Boride and Carbide Eutectic Ceramics / Wei-Ting Chen, Ryan M. White, Takashi Goto, Elizabeth C. Dickey // J. Am. Ceram. Soc. – 2016. – Vol. 99, Issue 6. – P. 1837-1851.