

СПЕЧЕННЫЕ ЭВТЕКТИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА

Богомол Ю.И., Лобода П.И., Бородянская А.Ю.⁽¹⁾, Сакка Й.⁽²⁾, Васылькив О.О.⁽²⁾

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,
пр. Победы, 37, Киев, 03056, e-mail: ubohomol@iff.kpi.ua

⁽¹⁾Институт проблем материаловедения НАН Украины, ул. Кржижановского, 3, Киев, 03142.

⁽²⁾National Institute for Materials Science, Tsukuba, Ibaraki 305-0047, Japan.

Упрочнение керамических материалов традиционно достигается применением разного рода связок и добавок, а также использованием высокоэнергетических методов консолидации. Также одним из наиболее эффективных путей упрочнения является армирование волокнами тугоплавких соединений, реализуемое направленной кристаллизацией эвтектических сплавов квазибинарных систем. Направленной кристаллизацией расплавов можно получать керамические материалы с прочностью свыше 4 ГПа за счет высокой чистоты и совершенства структуры, монокристалличности фазовых составляющих композита. Но основными недостатками этого метода являются ограниченные размеры и форма изделий, а также сильная анизотропия свойств связанная с анизотропией микроструктуры направлено армированных материалов. Решением этой проблемы может стать применение композиционных порошков, которые бы имели направленно армированную структуру, такую же как у направлено закристаллизованных эвтектических сплавов (НЗЭС). Самый простой способ получения таких порошков - это механическое измельчение выращенных НЗЭС. Применение метода направленной кристаллизации дает возможность управлять размерами эвтектических составляющих в порошках и, таким образом, влиять на механические свойства композитов на их основе. Уменьшение размеров фазовых составляющих в эвтектических порошках до наноразмеров открывает перспективы для значительного повышения механических свойств композитов.

Выбор метода консолидации керамических эвтектических порошков также является достаточно ответственным, поскольку он должен быть высокоэнергетическим для активации диффузионных процессов в тугоплавких соединениях и, в то же время, достаточно быстрым для предотвращения деградации эвтектической структуры. В последнее время одним из наиболее прогрессивных методов получения керамических материалов становится электроразряд-

ное спекание (ЭРС). Этот метод, благодаря комбинированному действию температуры, давления и прямого пропускания электрического тока, дает возможность значительно интенсифицировать массоперенос в твердых тугоплавких соединениях.

Таким образом, методом ЭРС были консолидированы эвтектические порошки системы V_4C-TiB_2 . Анализ микроструктуры показал, что спеченный композит представляет собой поликристаллический материал, состоящий из хаотически ориентированных по объему прессовки эвтектических зерен. Средний поперечный размер армирующих включений и среднее расстояние между ними отвечают значениям этих же параметров до спекания, а средний размер зерен соизмерим с размерами частиц порошка. Установлено, что совершенство микроструктуры материала зависит от температуры спекания и времени изотермической выдержки. Повышение температуры и времени ЭРС способствуют повышению совершенства структуры границ зерен и их прочности. Включения диборидной фазы прорастают в соседние зерна, упрочняя, таким образом, межзеренные контакты. Прочность на изгиб при комнатной температуре спеченного эвтектического сплава V_4C-TiB_2 составила 230 МПа, что незначительно превышает прочность НЗЭС такого же состава. Прочность при 1600 °С оказалась ниже, чем у НЗЭС, что указывает на достаточную слабость межзеренных контактов полученного материала. С целью повышения механических свойств спеченных эвтектических сплавов системы V_4C-TiB_2 была проведена модификация эвтектического порошка. Путем химико-термической обработки был получен порошок с оригинальной морфологией поверхности, представляющей собой оголенные на поверхности частиц армирующие включения TiB_2 . Применение такого подхода в композитах системы $(V_4C-TiB_2)-V_4C$, на основе эвтектического порошка V_4C-TiB_2 , позволило увеличить прочность на изгиб почти в 2 раза (до 400 МПа) как при комнатной, так и при 1600 °С.