

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА

Быков А.И., Иващенко В.И., Тимофеева И.И., Клочков Л.А., Коричев С.Ф.,
Васильковская М.А.

Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины
Киев-142, Кржижановского, 3,
abykov@ipms.kiev.ua

Тугоплавкие соединения относятся к важному классу неорганических материалов благодаря их уникальному сочетанию полезных свойств. Эти качества могут многократно усиливаться в композитах на основе тугоплавких соединений, в которых, благодаря их сочетанию, создаётся возможность избежать недостатков, присущих одним из них, сохраняя достоинства других. Среди тугоплавких соединений наибольшей твердостью обладает карбид бора. Именно он может служить основой при создании твердых гетерофазных керамических композитов как источник бора и углерода и в то же время как носитель максимальной твердости. С карбидом бора интенсивно взаимодействует титан. В результате взаимодействия титана с карбидом бора могут образоваться тугоплавкие соединения – TiC, TiB₂, TiB [1]. Их присутствие также позволяет улучшить и расширить комплекс свойств получаемых материалов. Эффективным методом получения материалов на основе тугоплавких соединений являются высокие давления, которые обеспечивают наилучшие условия консолидации частиц и влияют на изменение скорости и направления реакции, что позволяет получать желаемые составы композиционного материала.

В работе рассмотрено взаимодействие карбида бора и титана в следующих режимах: при двух температурах – 1000 и 1500°C и двух давлениях 2 и 5 ГПа.

В системе компонентов B₄C – Ti возможно протекание двух видов реакций:



и



Термобарическая обработка проводилась в аппарате

высокого давления типа «тороид», что обеспечивало квазигидростатический характер применявшихся давлений. Был использован порошок титана марки ПТЭС зернистостью 40-60 мкм и порошок карбида бора примерно той же зернистости. Показана возможность формирования при высоких давлениях композиционного материала на основе B₄C, содержащего тугоплавкие соединения B₄C, TiB₂, TiB, TiC и металлический титан, количественное соотношение компонентов в котором зависит от применявшихся давлений и температуры. Рассмотрены особенности взаимодействия титана с диборидом и карбидом титана при указанных выше режимах.

Полученные в работе экспериментальные данные были сопоставлены с результатом расчёта гетероструктур Ti/B₄C, который проводили в рамках молекулярной динамики. Анализ полученных расчетных данных показал, что титановый блок сильно искажен из-за взаимодействия атомов титана с керамическим блоком. Также видно, что Ti-B и Ti-C вяжи на интерфейсе формируются уже при низких температурах. С повышением давления видна тенденция к усилению конфигураций Ti-B, подобных таковым в орторомбической TiB структуре. Также видно, что Ti-C конфигурации изменяются с изменением температуры и давления. Повышение давления приводит к появлению новых Ti-C конфигураций, которые отсутствуют в кубическом TiC. При высоких температурах, близких к 2300 К, образуются графитоподобные связи C-C, которые отсутствуют в B₄C.

В работе экспериментально и теоретически показаны пути формирования композиционного керамического материала на основе карбида бора.