

**СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
Ti–Al–Si ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СИНТЕЗА***

Е.Н. Коростелева, В.В. Коржова

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Исследованы структура и фазовый состав порошковых композитов Ti–Al–Si, полученных при разных условиях, включающих вакуумное спекание и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Для исследования были выбраны определенные соотношения реагирующих компонентов, предполагающие формирование двухфазных композитов в двух вариантах: $TiAl_3 + Ti_5Si_3$ и $Ti_3Al + Ti_5Si_3$. Вакуумное спекание порошковых смесей Ti–Al–Si в исследуемых соотношениях компонентов показало, что преимущественно формируется двухфазная структура, но количественное соотношение образовавшихся фаз может значительно отличаться от целевых составов. Отмечены заметные искажения параметров решеток наблюдаемых фаз. Анализ результатов синтеза в условиях волнового горения композитов Ti–Al–Si показал, что реакция синтеза завершилась полностью только в композиции с расчетным фазовым составом $TiAl_3 + Ti_5Si_3$. Это позволило в дальнейшем приготовить порошок из синтезированного продукта. В работе также было проанализировано поведение синтезированного порошкового продукта на основе фазового состава $TiAl_3 + Ti_5Si_3$ при последующем вакуумном спекании его компактов. Обнаружено, что в результате спекания прессовок из СВС-порошка на основе композита $TiAl_3 + Ti_5Si_3$ при температуре 1300 °С его качественный фазовый состав сохраняется на фоне небольшого изменения количественного соотношения фаз. При этом происходит заметное уплотнение прессовок и снижение остаточной пористости.

Ключевые слова: *алюминид титана, силицид титана, вакуумное спекание, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, микроструктура, фазовый состав.*

Введение

Композиты на основе титана и его соединений являются очень привлекательными материалами для различных областей применения благодаря своим свойствам, таким как низкая плотность, высокие механические свойства, коррозионная стойкость, а также термостабильность. Данные характеристики делают титановые композиционные материалы востребованными при разработке перспективной авиационной техники, в автомобильной промышленности и других производственных отраслях [1, 2]. Уникальное сочетание свойств (высокие удельные жесткость и прочность, вязкость разрушения, электро- и теплопроводность, износостойкость и пр.) характерно для композитов на основе титана, в состав которых входят его соединения с алюминием, кремнием, бором и т.д. Существенный интерес вызывают титан-содержащие композиты со стабильной структурой, сохраняющей свои морфологические и физико-химические свойства при последующих высокотемпературных процессах, в том числе при аддитивном производстве, объемном компактировании или других видах термомеханического воздействия. Повышенное внимание к разработке подобных композитов обусловлено их высокой востребованностью в автомобильной и авиационной промышленности, где широко применяют новые высокотемпературные конструкционные материалы с повышенными химическими и термомеханическими свойствами (стойкость к окислению, термическая стабильность и механические свойства) на фоне низкой плотности [2–6].

Интерметаллидные соединения на основе системы Ti–Al привлекают своим небольшим весом, где алюминиды $TiAl_3$ и Ti_3Al демонстрируют высокую стойкость к окислению, коррозионную стойкость, высокий модуль упругости и сопротивление ползучести. Повысить их механические свойства можно за счет дополнительного легирования такими элементами, как, например, кремний (увеличивает прочность), хром и молибден (увеличивает сопротивление окислению при высоких температурах) или ниобий (увеличивает пластичность и стойкость к окислению при высоких температурах) [7]. Кремний как наиболее распространенный и дешевый компонент с наименьшей плотностью является самым перспективным среди этих элементов. Тем более сопутствующее образование фазы Ti_5Si_3 дает дополнительный упрочняющий эффект и также улучшает стойкость к окислению и коррозии при высоких температурах [1, 3, 4, 7].

Из-за особенностей взаимодействия титана с алюминием и кремнием [8] применение классических металлургических технологий ограничено. Наиболее привлекательным способом получе-

* Исследования выполнены в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0005.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>