

УДК 621.81.004.67

Механическое легирование порошковых композиций титан-алюминий

Студент гр. 104614 Волчкович Д.В.

Научные руководители – Беляев А.В., Хренов О.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск.

Целью настоящей работы является получение порошковой композиции Ti-Al методом механического легирования. Метод механического легирования имеет расширенные возможности по введению в сплавы легирующих элементов и фаз в количествах, недостижимых методами литейной металлургии, обеспечивает чрезвычайно высокую однородность их распределения, позволяет проводить операции компактирования и деформации в условиях сверхпластичности.

Исходными компонентами шихты для механического легирования служили порошки титана ПТК-5-2 дисперсностью - 180 мкм и алюминия АСД-1 дисперсностью - 20 мкм. Состав шихты соответствовал стехиометрическому соотношению элементов, мас. %: 65,8 % Ti + 34,2 % Al.

Для смешивания и усреднения шихты использовали 4-х баночный механический смеситель. Смешивание осуществляли в течение 4 ч в среде этилового спирта - расход спирта 0,8 л на 1 кг шихты.

Смешанную массу выгружали в поддон и сушили в вакуумном сушильном шкафу СПВС-4,5.3.4/3-И1 при температуре 80 °С в течение 2 ч.

Механическое легирование осуществляли в атриторе А-1 в атмосфере аргона, при следующем режим обработки: емкость атритора 10 дм³, мощность двигателя 4,5 кВт, скорость вращения импеллера 280 мин⁻¹, соотношение массы шаров и порошка 20:1. Перед проведением механического легирования проводили операцию "обкатки" или "холостой" режим, чтобы свести к минимуму потери порошкового материала, налипающего на рабочие органы атритора, и предотвратить загрязнение шихты посторонними примесями, главным образом железом.

Было установлено, что при обработке в атриторе последовательно происходит уплотнение частиц титана и алюминия, их взаимодействие между собой и поверхностью рабочих органов атритора. После 1 ч обработки в шихте образуется значительное количество крупных конгломератов размером от 200 до 630 мкм. Крупные фракции доминируют при продолжительности механического легирования до 8 ч. После этого происходит интенсивное разрушение конгломератов. После 32 ч обработки в порошке доминируют мелкие фракции дисперсностью - 50 мкм. На начальных стадиях обработки большая масса металла плакирует шары и стенки атритора, с увеличением продолжительности легирования с 1 до 32 ч выход порошкового композиционного материала увеличивается с 30 до 70-80 мас. %.

По полученным результатам термического анализа - дифференциальной сканирующей калориметрии при нагреве в вакууме смеси порошков титана и алюминия и композиционного материала титан-алюминий после 32 ч обработки в атриторе при одинаковом соотношении компонентов. В смеси исходных порошков взаимодействие начинается приблизительно при 600⁰С и наиболее интенсивно протекает при появлении жидкой фазы - расплавленного алюминия. Выше 800⁰С в результате реакционной диффузии происходит выравнивание фазового состава материала. Выше 1000⁰С процессы СВС затухают, в материале доминирует моно-алюминид титана. В механически легированном композиционном материале зафиксированы экзотермические превращения в температурном интервале от 100 до 600⁰С, максимум тепловыделений соответствует приблизительно 550⁰С. Удельное изменение энтальпии при этом составляет 990 Дж/г. Отсутствие эндотермических всплесков на кривой ДСК в интервале 600-700⁰С свидетельствует об отсутствии значительного количества жидкого алюминия в материале. При дальнейшем нагреве в результате реакционной диффузии происходит выравнивание химического и фазового состава композиции.

В результате рентгеноструктурных исследований было установлено, что фазовый состав порошковых композиций после механического легирования соответствует металлическим фазам - титану и алюминию. С увеличением времени обработки в атриторе происходит уширение рентгеновских линий, что свидетельствует о появлении в структуре материала микрокристаллических составляющих. Полученные материалы применяют для изготовления деталей двигателей внутреннего сгорания и ГТД (детали камеры сгорания, корпуса компрессора, уплотнения сопла форсажной камеры) и авиакосмической промышленности.

Вывод: методом механического легирования порошковых композиций титан-алюминий мы получили композиционный материал с нанодисперсной упрочняющей фазой (размер частиц 20-100нм).