

УДК 538.911; 548.4; 669.17; 620.186.8

DOI: 10.17223/00213411/63/9/119

Д.А. ОСИПОВ¹, И.В. СМЕРНОВ^{1,2}, К.В. ГРИНЯЕВ^{1,2}, И.А. ДИТЕНБЕРГ^{1,2}, М.А. КОРЧАГИН³

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЦ ПОРОШКА TiC НА ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Ni₃Al, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ *

Из прекурсоров, полученных путем предварительной механической активации порошковой смеси 3Ni–Al в энергонапряженных шаровых мельницах с последующим добавлением порошка TiC и без, методом искрового плазменного спекания консолидированы образцы Ni₃Al и Ni₃Al+TiC. Методами структурной аттестации и измерения механических свойств проведено сравнительное исследование влияния TiC. После консолидации не выявлено влияния введенных частиц на параметры структуры интерметаллидной матрицы. В условиях синтеза и при последующих высокотемпературных отжигах TiC с интерметаллидной матрицей не взаимодействует. Наличие грубодисперсных частиц TiC способствует дополнительному охрупчиванию композита Ni₃Al+TiC при комнатной температуре, в то время как при повышенной температуре наблюдается существенное увеличение прочности и пластичности по сравнению с чистым Ni₃Al. Показано, что повышение температуры растяжения приводит к смене механизмов разрушения интерметаллидной матрицы и грубодисперсных частиц TiC.

Ключевые слова: система никель – алюминий, интерметаллид Ni₃Al, частицы TiC, механическая активация, искровое плазменное спекание, структура, механические свойства.

Введение

Как известно [1–4], интерметаллид Ni₃Al и сплавы на его основе обладают рядом уникальных физико-химических свойств, среди которых высокая прочность при малых температурах, устойчивость к окислительным эффектам, хорошая термическая стабильность и высокая температура плавления, что позволяет использовать данные материалы в агрессивных условиях эксплуатации. В то же время отсутствие пластичности при комнатной температуре и низкие характеристики прочности при высокой по-прежнему являются актуальными проблемами при создании интерметаллических соединений на основе Ni₃Al.

Традиционные способы получения этого интерметаллида, такие, как литье, вакуумная дуговая плавка, индукционное плавление и т.д., часто характеризуются формированием неоднородного состояния с крупнозернистой структурой и возможностью выделения грубых частиц вторых фаз, что отрицательным образом сказывается на механических свойствах [5, 6]. Одним из путей улучшения механических свойств таких материалов является использование методов порошковой металлургии с высокотемпературным синтезом объемных консолидированных образцов. Среди методов консолидации на сегодняшний день широкое распространение получили самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) и искровое плазменное спекание (ИПС) [7–9].

Одним из эффективных способов повышения прочности, в том числе высокотемпературной, и термической стабильности металлов и сплавов разного класса является введение или выделение частиц вторых фаз. При этом изучение взаимодействия таких частиц с матрицей, а также их влияния на структуру и свойства в условиях синтеза и последующего термо-силового воздействия является необходимым этапом при разработке материалов с требуемым комплексом свойств.

В настоящей работе проведено исследование влияния крупных частиц TiC на структуру и механические свойства консолидированных образцов Ni₃Al, полученных путем механической активации (МА) порошковой смеси с последующим искровым плазменным спеканием.

Материалы и методика исследования

Смесь порошков 3Ni (99.85 %, марки ПНК 1Л5) – Al (98 %, марки ПА-4) была подвергнута механической активации продолжительностью 3.5 мин в энергонапряженных планетарных шаровых мельницах АГО-2 с водяным охлаждением. Объем каждого из двух стальных барабанов мельницы – 160 см³, диаметр шаров – 8 мм, масса шаров в каждом барабане – 200 г, масса образца – 10 г. Центробежное ускорение шаров составляло 400 м/с² (40g). Для предотвращения окисления

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.6.

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>