

УДК 536.46. 539.219.3

DOI: 10.17223/00213411/63/5/50

*В.Е. ОВЧАРЕНКО¹, О.В. ЛАПШИН², К.О. АКИМОВ¹, А.А. КОЗУЛИН¹***ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕРЕННОЙ СТРУКТУРЫ ИНТЕРМЕТАЛЛИДА Ni_3Al ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ СИНТЕЗЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ***

Представлены результаты теоретического и экспериментального исследования закономерностей формирования зеренной структуры в интерметаллиде Ni_3Al , синтезированном под давлением в условиях объемной экзотермической реакции его образования в порошковой смеси стехиометрического состава. Показано, что размер зерна в синтезированном интерметаллическом компакте зависит как от величины предварительной нагрузки на исходную порошковую смесь, так и от степени деформации продукта высокотемпературного синтеза на стадии кристаллизации. Установлено, что в то время как увеличение нагрузки на исходную порошковую смесь инициирует общее уменьшение размера зерна в объеме синтезированного интерметаллического компакта, деформация продукта высокотемпературного синтеза позволяет кратно снизить размер зерна при одновременном усреднении его распределения по размерам в объеме синтезированного под давлением интерметаллического соединения.

Ключевые слова: Ni_3Al , высокотемпературный синтез, давление, продукт синтеза, размер зерна, численное моделирование.

Введение

Интерметаллическое соединение Ni_3Al в ряду широкого спектра алюминидов отличается высокими значениями жаростойкости и стойкости к ползучести, к коррозии и к окислению, что и определило широкое применение интерметаллида в металлургии современных жаропрочных сплавов для производства авиационной и ракетной техники. При этом интерметаллид имеет значительный коммерческий потенциал в качестве компоненты каталитических сплавов и матриц композиционных материалов, включая режущий инструмент и изделия высокотемпературного назначения в машиностроении и коррозионностойкие материалы в химической промышленности [1, 2]. Существенным ограничением более широкого применения интерметаллического соединения Ni_3Al в современной технике является его низкая пластичность в области повышенных температур в результате зернограницной хрупкости интерметаллида [3]. Проблема низкой пластичности является ключевой при разработке перспективных интерметаллических сплавов и композиционных материалов и решается применительно к конкретным условиям эксплуатации различными высокотехнологичными методами – легированием такими дорогостоящими металлами, как рений, рутений, бор и др., направленной кристаллизацией, выращиванием монокристаллических изделий [4–6]. В то же время известно, что повышение пластичности и соответственно прочности интерметаллида Ni_3Al возможно путем измельчения его зеренной структуры – при уменьшении размера зерна до величины менее 10 мкм наблюдается увеличение пластичности, предела текучести и предела прочности интерметаллида при растяжении, с уменьшением размера зерна до субмикронного уровня и ниже наблюдается кратное увеличение пластичности, предела текучести и предела прочности при растяжении [7]. Достижение мелкозернистой структуры в интерметаллическом соединении возможно путем спекания интерметаллического порошка ультрадисперсной размерности и синтезом интерметаллида методом механического легирования [8] и термомеханической обработкой интерметаллического соединения в условиях контролируемой деформации [9]. Реализация указанных способов формирования в интерметаллическом соединении Ni_3Al мелкозернистой структуры требует значительных производственных затрат при технологических проблемах с качеством конечной продукции [10].

В настоящее время одним из наиболее эффективных и универсальных методов получения интерметаллического соединения Ni_3Al является метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), основанного на инициировании экзотермических реакций образования химических соединений в порошковых смесях соответствующего состава. Метод СВС позволяет получать не только разнообразные химические соединения, включая многокомпонентные составы,

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект № 23.2.2.

Уважаемые читатели!

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

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