ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 539.2

DOI: 10.17223/00213411/62/3/117

А.И. ПОТЕКАЕВ^{1,2}, А.А. ЧАПЛЫГИНА³, П.А. ЧАПЛЫГИН³, М.Д. СТАРОСТЕНКОВ³,
В.В. КУЛАГИНА^{2,4}, А.А. КЛОПOTOВ^{2,5}, Л.С. ГРИНКЕВИЧ¹

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРНА НА СЛАБОУСТОЙЧИВЫЕ ПРЕДПЕРЕХОДНЫЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДА NiAl

С помощью метода Монте-Карло исследовано влияние размера зерна (размера ячейки модели) на особенности предпереходных слабоустойчивых структурно-фазовых состояний интерметаллида NiAl в области структурно-фазовых превращений в процессе термоциклирования (нагрева и охлаждения). Анализ температурных зависимостей параметров дальнего порядка показал, что при нагреве наибольший дальний порядок наблюдается в сплаве с наибольшим размером зерна, а наименьший – с наименьшим размером зерна. Для разупорядочения сплава с увеличением размера зерна необходим возрастающий перегрев сплава. При охлаждении дальний порядок появляется, прежде всего, в сплаве с мелким зерном. По мере увеличения размеров зерна происходит понижение температуры появления дальнего порядка, т.е. с увеличением размера зерна требуется все большее переохлаждение для реализации атомно-упорядоченного состояния системы. Чем больше размер зерна, тем шире температурный интервал структурно-фазового превращения. Особенности формирования структурно-фазовых состояний в процессе охлаждения в зависимости от размеров зерна (размера ячейки модели) указывают, что первые упорядоченные области появляются в сплаве с мелким зерном. По мере увеличения размеров зерна происходит понижение температуры появления дальнего порядка, т.е. с ростом размера зерна требуется все большее переохлаждение для реализации атомно-упорядоченных состояний системы.

Ключевые слова: интерметаллид, слабоустойчивые предпереходные состояния, атомный порядок, структурные дефекты.

Введение

Металлические материалы с ОЦК-структурой в настоящее время широко используются из-за своих уникальных физико-механических свойств, особенно в высокотемпературной области слабоустойчивых предпереходных состояний, например интерметаллиды системы Ni–Al.

Алюминид никеля активно исследуется как перспективный материал для авиационной и космической промышленности. Полезными характеристиками NiAl являются высокая температура плавления, относительно низкая плотность, хорошая химическая стойкость, высокая теплопроводность, высокая прочность, металлоподобные свойства.

Характерным признаком сплавов системы Ni–Al является высокая энергия упорядочения. Интерметаллид NiAl и твердые растворы замещения на его основе обладают высокой степенью дальнего порядка, сохраняющейся во всей температурно-концентрационной области их существования вплоть до температуры плавления. Большая величина сил межатомного взаимодействия в решетке моноалюминид никеля обуславливает, главным образом, свойства β -сплавов [1]. Известно, что моноалюминид никеля характеризуется высокой температурой плавления (1638 °C) и большой теплотой образования. Кристаллы NiAl обладают сильной упругой анизотропией и связанной с ней анизотропией свойств по сравнению со структурами с неупорядоченной ОЦК-решеткой [1].

На β -сплавах системы Ni–Al выполнены классические исследования слабоустойчивых предпереходных состояний [1]. Важным является изучение конкуренции и взаимного влияния параллельно протекающих процессов (упорядочение и распад β -твердого раствора; упорядочение и микрорасслоение; упорядочение и мартенситное превращение) и управление атомно-упорядоченными состояниями с целью повышения структурной стабильности и механических свойств жаростойких интерметаллидов на основе β -фазы системы Ni–Al.

Естественно, что свойства сплавов связаны со структурно-фазовым состоянием материалов, свойствами и структурой фаз, которые имеют, как правило, структурные дефекты. Исследование свойств и структурно-фазового состояния материалов методами компьютерного моделирования позволяет детально изучить механизмы происходящих физико-химических процессов в предпереходной слабоустойчивой области [2–4]. Знание структурных особенностей материала позволяет,

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>