

**ВЛИЯНИЕ НЕКОГЕРЕНТНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ
НА АННИГИЛЯЦИЮ ДИСЛОКАЦИЙ В ГЕТЕРОФАЗНЫХ
АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВАХ***О.И. Данейко^{1,2}, Т.А. Ковалевская^{1,2}, Т.А. Шалыгина¹, В.Г. Симоненко³¹ *Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия*² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*³ *Государственный университет «Дубна», г. Дубна, Московская обл., Россия*

С использованием математического моделирования выявлены закономерности изменения плотностей составляющих дислокационной подсистемы в дисперсно-упрочненных материалах в зависимости от объемной доли и масштабных характеристик упрочняющей фазы при разных температурах деформации. Показано, что аннигиляция дислокаций значительно уменьшается при уменьшении объемной доли наноразмерных некогерентных частиц во всех исследуемых материалах с упрочняющими частицами различных размеров. Выявлено, что плотность дислокаций в призматических петлях в значительной мере определяется размером частиц и объемной долей упрочняющей фазы.

Ключевые слова: математическое моделирование, пластическая деформация, дисперсно-упрочненные материалы, наноразмерные частицы, плотность дислокаций.

Введение

Упрочнение частицами металлических сплавов значительно повышает их механические характеристики, поэтому дисперсно-упрочненные материалы к настоящему времени нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Механические свойства таких материалов определяются сложными процессами, возникающими при взаимодействии металлической матрицы с упрочняющими частицами [1–6], в результате чего формируется дефектная структура матрицы и происходит ее эволюция в процессе пластической деформации [7–10]. Удобным и универсальным инструментом исследования этих микропроцессов является математическое моделирование, которое позволяет варьировать характеристики дисперсно-упрочненного материала и воздействия на него в широких пределах [11–15], что практически невозможно сделать экспериментально.

В настоящей работе использовалась математическая модель пластической деформации дисперсно-упрочненных материалов с алюминиевой матрицей и некогерентными недеформируемыми сферическими частицами [11, 12]. В рамках детально разработанной модели [16, 17] пластической деформации скольжением при постоянной скорости деформации проводится анализ влияния температуры на аннигиляционные процессы, происходящие в дисперсно-упрочненных сплавах с некогерентными наноразмерными частицами. Прослежено изменение плотностей различных видов дислокаций в зависимости от температуры деформации и размера частиц при трех объемных долях упрочняющей фазы ($f_1 = 10^{-4}\%$, $f_2 = 0.01\%$, $f_3 = 0.1\%$). При этом в рамках фиксированной объемной доли размеры частиц δ варьируются в наномасштабном диапазоне ($\delta_1 = 10$ нм, $\delta_2 = 20$ нм, $\delta_3 = 50$ нм).

Математическая модель пластической деформации

Пластическая деформация осуществляется движением сдвигообразующих дислокаций в зоне сдвига, которые взаимодействуют друг с другом, с точечными дефектами и некогерентными дисперсными частицами. Результатом таких взаимодействий является образование в зоне сдвига геометрически необходимых дислокаций, которые формируются вблизи некогерентных частиц: кольца Орована [1–3], призматические петли [4–7], дипольные дислокационные конфигурации [11]. Начало формирования в зоне сдвига дипольных дислокационных конфигураций определяется

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-13-01252).

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>