

**РОЛЬ ЭНЕРГИИ ДЕФЕКТА УПАКОВКИ В ХОДЕ ДЕФОРМАЦИИ
В СЛАБОУСТОЙЧИВОМ СОСТОЯНИИ СПЛАВОВ Cu–Al и Cu–Mn***

А.И. Потекаев¹, Л.И. Тришкина², А.А. Клопотов², Т.В. Черкасова²,
Ю.А. Абзаев², В.Д. Клопотов³, В.И. Бородин⁴, А.В. Лун-Фу⁴

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

² *Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия*

³ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

⁴ *ООО «Газпром трансгаз Томск», г. Томск, Россия*

Методом просвечивающей дифракционной электронной микроскопии выяснена роль энергии дефекта упаковки при активной пластической деформации в слабоустойчивом состоянии сплавов Cu–Al и Cu–Mn. Для этого изучены дислокационные и дислокационно-дисциплиационные субструктуры в деформированных растяжением поликристаллах ГЦК-сплавов твердых растворов Cu–Al и Cu–Mn с размерами зерен 20–240 мкм. Исследуемый интервал концентраций составлял 0.5–14 ат.% Al и 0.4–25 ат.% Mn. Установлены взаимозависимости характеризующих дефектную субструктуру параметров и энергии дефекта упаковки. Проведено сопоставление зависимостей со структурно-фазовым состоянием сплавов. Установлено, что типы дислокационной субструктуры сплавов обеих систем во многом схожи. Отличия заключаются лишь в том, что в сплавах Cu–Mn отсутствует микродвойникование, которое наблюдается в сплавах системы Cu–Al. Прослежено влияние энергии дефекта упаковки на формирование ДСС и ее параметров.

Ключевые слова: деформации сплавов, слабоустойчивые состояния, дефекты упаковки, дислокационные субструктуры.

Введение

Большинство металлических материалов используются в виде поликристаллов, поэтому важно знать влияние энергии дефекта упаковки (ЭДУ) при активной пластической деформации на структурно-фазовые состояния системы и прогнозировать механические свойства. Это касается поликристаллов как микро-, так и мезоуровня. Мезоуровень охватывает интервал размеров рассматриваемых объектов (в данном случае зерен) от 10 мкм до 1 мкм, а микроуровень – от 3 нм до 1 мкм [1]. Исследования зеренной структуры и механических свойств поликристаллов микроуровня позволили выделить два критических размера зерен [1]. Это такие средние размеры зерен, в окрестности которых происходят значительные изменения свойств поликристаллического агрегата. Так как «под слабоустойчивым состоянием системы понимается такое ее состояние вблизи структурного или фазового превращения, в котором наблюдаются аномалии структуры или свойств» [2, 3], то это ярко выраженное слабоустойчивое структурно-фазовое состояние системы. При этом наблюдается хорошо просматриваемая взаимосвязь слабоустойчивого структурно-фазового состояния системы с количественными особенностями поведения характеристики структуры (в данном случае – средние размеры зерна).

Первый критический размер зерна на микроуровне d_1^{kp} связан с соотношением Холла – Петча: $\sigma = \sigma_0 + kd^{-1/2}$, где σ_0 – сопротивление деформированию; k – коэффициент; d – размер зерна.

Коэффициент k является важной характеристикой зернограничного упрочнения. С уменьшением размера зерна коэффициент k уменьшается [4], причем $k > 0$ при $d > d_1^{kp}$ и $k < 0$ при $d < d_1^{kp}$. Смена знака коэффициента k означает смену зернограничного упрочнения на зернограничное разупрочнение. При этом резко возрастает роль зернограничных процессов в деформации, к которым относятся диффузионные процессы на границах зерен, скольжение решеточных и зернограничных дислокаций по ним, миграция границ зерен и т.д.

Второй критический размер зерна на микроуровне $d_2^{kp} \approx 100$ нм связан с тем, что зерна или субзерна становятся бездислокационными. Внутриверхнее упрочнение исчезает. Из-за малого размера бездислокационные зерна упрочняют микрополикристалл и вносят изменения в механизмы его деформации.

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FEMN-2020-0004).

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>