

УДК 669.35:539.214

DOI: 10.17223/00213411/62/6/24

Н.А. КОНЕВА, Л.И. ТРИШКИНА, Т.В. ЧЕРКАСОВА

# ЭВОЛЮЦИЯ КОМПОНЕНТ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ГЦК-ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ\*

Выполнены исследования закономерностей деформационного упрочнения и эволюции параметров дислокационной структуры в поликристаллических твердых растворах Cu–Mn со средним размером зерен 20, 120 и 240 мкм. Дислокационная структура изучалась методом просвечивающей электронной микроскопии. Выполнено измерение скалярной плотности дислокаций, плотности геометрически необходимых дислокаций, плотности статистически запасенных дислокаций, плотности деформационных разориентированных границ. Установлены закономерности их изменения с деформацией. Выявлена роль размера зерен. Установлено, что наиболее высокая интенсивность накопления геометрически необходимых дислокаций наблюдается на стадии III, связанной с формированием деформационных границ.

**Ключевые слова:** твердые растворы, поликристаллы, размер зерна, деформация, дислокационная структура, геометрически необходимые дислокации, статистически запасенные дислокации, деформационные границы.

## Введение

Деформация поликристаллических материалов связана с возникновением градиентов деформации, обусловленных прежде всего наличием границ зерен. Эшби [1] ввел понятие о геометрически необходимых дислокациях (ГНД). Эти дислокации представляют собой запасенные дислокации в дислокационном ансамбле, которые создают аккомодацию кривизны кристаллической решетки, возникающей из-за неоднородности пластической деформации, т.е. из-за наличия градиентов деформации. Величина  $\rho_G$  определяет неоднородность пластической деформации и ее градиенты, обусловленные наличием прочных барьеров для движения дислокаций. В поликристаллах – это прежде всего границы зерен (ГЗ). В многофазных материалах такими барьерами являются частицы вторых фаз. Другой компонентой дислокационного ансамбля являются статистически запасенные дислокации (СЗД). Эти дислокации тормозятся относительно слабыми барьерами – другими дислокациями. Таким образом, общая средняя скалярная плотность дислокаций  $\langle \rho \rangle$  может быть представлена в виде суммы [1]:

$$\langle \rho \rangle = \rho_G + \rho_S, \quad (1)$$

где  $\rho_G$  – плотности геометрически необходимых дислокаций;  $\rho_S$  – плотности статистически запасенных дислокаций.

Для измерения плотности ГНД необходимо определять градиент непрерывной разориентации  $\frac{\partial \phi}{\partial l}$ , который в локальных областях кристалла вызывает кривизну кристаллической решетки  $\chi$  [2]:

$$\chi = \frac{\partial \phi}{\partial l} \approx \frac{\Delta \phi}{\Delta l}, \quad (2)$$

где  $\Delta l$  – расстояние в кристалле, на котором разориентация соответствует  $\Delta \phi$ ;  $\phi$  – угол наклона кристаллографических плоскостей с одинаковой ориентацией. Кривизна кристаллической решетки  $\chi$  в общем случае является тензорной величиной [2–4]. Кривизна кристаллической решетки  $\chi$  связана с  $\rho_G$  соотношением [2]

$$\rho_G = \frac{\chi}{b}, \quad (3)$$

где  $b$  – вектор Бюргерса.

Для измерения градиента разориентации в настоящее время применяется либо метод EBSD (метод дифракции обратно рассеянных электронов) [5–8], либо используются параметры изгибных деформационных экстинкционных контуров, наблюдаемых на электронно-микроскопических изображениях структуры деформированных материалов [2, 4, 9]. Используется также метод рентгеновской дифракции [10, 11], но значительно реже.

\* Исследования выполнены при поддержке госзадания на проведение научных исследований по проекту № 3.8320.2017/БЧ.

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>