

УДК 669.35:539.214

DOI: 10.17223/00213411/64/7/43

Н.А. КОНЕВА¹, Л.И. ТРИШКИНА¹, Т.В. ЧЕРКАСОВА^{1,2}, А.Н. СОЛОВЬЕВ¹, Н.В. ЧЕРКАСОВ¹

ЭВОЛЮЦИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ И ЕЕ ПАРАМЕТРОВ С ДЕФОРМАЦИЕЙ В ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВАХ МЕДЬ – АЛЮМИНИЙ С РАЗНОЙ ЭНЕРГИЕЙ ДЕФЕКТА УПАКОВКИ *

Методом просвечивающей дифракционной электронной микроскопии проведено исследование эволюции дислокационной структуры при активной пластической деформации в сплавах медь – алюминий в интервале концентраций 0.5–14 ат. % Al. По микроснимкам оцентовались типы дислокационных субструктур в зависимости от концентрации легирующего элемента и степени деформации. Измерялись параметры дефектной структуры, такие, как средняя скалярная плотность дислокаций, кривизна-кручение кристаллической решетки и плотность микродвойников. Выявлено влияние энергии дефекта упаковки на накопление дефектов.

Ключевые слова: металлы, сплавы, деформация, размер зерна, кривизна-кручение кристаллической решетки, энергия дефекта упаковки, дефекты кристаллической структуры.

Введение

При пластической деформации металлических материалов происходит возникновение и накопление дефектов. Такими дефектами могут быть дислокации, микродвойники, ячейки, микрополосы, субграницы, кривизна-кручение кристаллической решетки. Накопление дефектов зависит от ряда факторов: степени пластической деформации, скорости деформации, температуры деформации, размера зерна поликристалла и энергии дефекта упаковки ($\gamma_{д.у}$). Величина $\gamma_{д.у}$ оказывает влияние на накопление дислокаций в материалах, на формирование типа субструктуры, а также на их механические свойства. Субструктурное упрочнение является важным механизмом упрочнения металлов и сплавов [1–3]. Исследований влияния $\gamma_{д.у}$ на накопление дефектов в поликристаллах пока недостаточно, чтобы создать общую картину явления. Отметим в связи с этим некоторые работы.

В работе [4] для чистых металлов (Cu, Al и Ni) и TWIP-стали было установлено, что с уменьшением $\gamma_{д.у}$ плотность дислокаций ρ возрастает при фиксированной степени деформации. Однако приведенные данные по ρ получены, в основном, неструктурными методами. В [5] исследовались чистая Cu и сплавы с цинком: Cu + 10 вес. % Zn и Cu + 30 вес. % Zn, энергия дефекта упаковки в которых равна соответственно 41, 22 и 7 мДж/м². В них достигалось ультрамелкозернистое (УМЗ) состояние кручением под гидростатическим давлением (КГД). Затем образцы подвергались растяжению при комнатной температуре. Была измерена рентгеновским методом плотность дислокаций, и установлено, что плотность дислокаций как после КГД, так и после растяжения зависит от $\gamma_{д.у}$. С уменьшением $\gamma_{д.у}$ плотность дислокаций увеличивается. В работе [6] при фиксированном размере зерна 50 мкм при ударных нагружениях чистой меди и четырех сплавов системы Cu–Al с содержанием Al 0.2, 2, 4 и 6 (вес. %) было исследовано изменение плотности дислокаций в зависимости от $\gamma_{д.у}$. Из полученных в [6] результатов следует, что влияние $\gamma_{д.у}$ на накопление дислокаций зависит от величины нагрузки при ударном нагружении. Интересные результаты получены авторами [7]. Проводилось моделирование на УМЗ-меди. Изучалось влияние различных параметров (формы зерен, температуры) на характеристики упрочнения. Установлено, что $\gamma_{д.у}$ влияет на деформационное поведение меди. Деформационное упрочнение снижается с уменьшением $\gamma_{д.у}$. Интересно отметить, что эффект зависит от формы микрочерен. Имеющиеся в литературе данные пока не дают возможности сделать окончательное заключение о влиянии $\gamma_{д.у}$ на накопление дефектов при деформации металлов и сплавов.

Одной из основных проблем при практическом применении сплавов является моделирование в них оптимальных физико-механических свойств. Для решения этой проблемы необходимо исследовать особенности изменения дислокационной субструктуры в зависимости от концентрации

* Работа выполнена в рамках госзадания 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>