

УДК 669.35:539.25

DOI: 10.17223/00213411/64/4/56

*С.В. СТАРЕНЧЕНКО¹, Ю.В. СОЛОВЬЕВА¹, В.А. СТАРЕНЧЕНКО¹, А.Н. СОЛОВЬЕВ^{1,2}***ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ И ДЕФОРМИРУЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ МОНОКРИСТАЛЛОВ Cu – 12 ат. % Al ***

Представлен детальный анализ дислокационной структуры монокристаллов сплава Cu – 12 ат. % Al с ориентировкой оси сжатия [001] при комнатной температуре. Показано, что многостадийность кривой упрочнения связана с различными типами дислокационных субструктур, формирующимися в процессе деформации. На всех стадиях деформации присутствует сетчатая дислокационная структура, имеющая характерные черты на каждой из них. Определены параметры сетчатой дислокационной субструктуры, исследована ее эволюция в процессе деформации. Получены зависимости плотности дислокаций от степени деформации и деформирующего сдвигового напряжения. Линейная зависимость $\tau(\rho^{1/2})$ выполняется до деформаций, соответствующих началу стадии III. Показано, что переход к стадии III упрочнения вызван вовлечением в процесс деформации двойникования, которое резко уменьшает интенсивность накопления плотности дислокаций.

Ключевые слова: монокристаллы, сплав Cu – 12 ат. % Al, стадии деформации, дислокационная субструктура, микродвойники, плотность дислокаций.

Введение

Двойникование и скольжение являются двумя основными механизмами пластического течения в металлах и сплавах. Хорошо известно, что энергия дефекта упаковки оказывает свое влияние на склонность к образованию двойников [1]. Так, двойникование реализуется в металлических системах, имеющих низкую энергию дефекта упаковки. Двойники обнаруживаются в структуре деформированных сложных промышленных сплавов [2], важную роль данный механизм играет и при деформации активно исследуемых в настоящее время высокоэнтропийных сплавов [3, 4]. В твердых растворах поликристаллических сплавов Cu–Al, обладающих гранецентрированной кубической кристаллической решеткой (ГЦК), наряду с традиционными для этой структуры механизмами дислокационного скольжения, когда на разных стадиях возникают разные типы дислокационных субструктур, также наблюдается механизм двойникования [5–9]. Однако, несмотря на имеющиеся работы, в которых исследовалась дефектная структура сплавов Cu–Al, количественные измерения параметров, возникающих при деформации структур, весьма редки. Основное внимание уделяется описанию качественных превращений, происходящих в дислокационной структуре. Исследования с измерением параметров дислокационных субструктур сплавов Cu–Al проведены на поликристаллах [10, 11]. В отношении монокристаллов такие сведения в научной литературе отсутствуют. Экспериментальные исследования дислокационной структуры дают возможность получить количественные значения параметров, характеризующих дислокационную подсистему и позволяют оценить вклады различных механизмов междислокационного взаимодействия в сопротивление движению сдвигобразующих дислокаций. Количественные измерения величин долей субструктур деформации, в свою очередь, дадут возможность оценить вклады в деформацию, связанные с развитием скольжения и двойникования.

В связи с этим ниже приведены исследования эволюции дислокационной субструктуры в монокристаллах Cu – 12 ат. % Al, деформируемых сжатием вдоль оси [001]. Эволюция дислокационной структуры описывается как качественно, так и количественно с сопоставлением параметров структуры с деформирующим напряжением и деформацией.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены на монокристаллах Cu – 12 ат. % Al, выращенных методом Бриджмена на установке ОКБ-8093. Гомогенизация сплава проводилась отжигом при 1973 К в течение 50 ч. Исследуемый сплав Cu – 12 ат. % Al является твердым раствором на основе меди. Он обладает гранецентрированной кубической кристаллической решеткой. Для механических испытаний из

* 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>