

ЭВОЛЮЦИЯ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ В СЛАБОУСТОЙЧИВЫХ СОСТОЯНИЯХ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СПЛАВОВ*

А.И. Потекаев¹, А.А. Клопотов², Л.И. Тришкина²,
Т.В. Черкасова², В.В. Кулагина³, И.Д. Тазин³

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

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

³ *Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

Представлены результаты исследования эволюции дислокационной структуры поликристаллов однородных твердых растворов в слабоустойчивых состояниях в сплавах на основе Cu–Mn с ГЦК-кристаллической решеткой. Получено, что для каждой стадии характерен свой носитель деформации в виде определенной дислокационной субструктуры (ДСС), объемная доля которой имеет максимум на данной стадии. При этом на рассматриваемой стадии носитель деформации предыдущей стадии постепенно исчезает по мере роста степени деформации (ϵ), однако появляется носитель деформации последующей стадии. В некотором интервале значений ϵ одновременно сосуществуют носители деформации, характерные для предыдущей, рассматриваемой и последующей стадий. Показано, что переходы от одних типов ДСС к другим типам происходят в некоторых интервалах значений степени деформации ϵ . Выявлено, что каждой стадии деформации отвечают свои ДСС – носители деформации. Переход от стадии к стадии сопровождается образованием новых носителей деформации, что является характерной чертой слабоустойчивых состояний системы. Описанная картина наблюдается потому, что исследование проводится при таком размере зерна, который предполагает возможность реализации слабоустойчивого структурно-фазового состояния сплава, так как размер зерна выступает в этом случае в роли некоего управляющего параметра.

Ключевые слова: дислокационные структуры, слабоустойчивые состояния, носители деформации, дислокационные субструктуры, сплавы Cu–Mn.

Введение

Исследования эволюции полей деформации проводятся много лет, а после введения самого понятия дислокации и осознания связи деформации с дислокациями эволюции дислокационных образований уделяется особенно много внимания [1]. В настоящее время изучается не только средняя скалярная плотность дислокаций, но и детальные особенности дислокационной структуры [2]. Известно, что эти структуры могут быть классифицированы как высоко-, средне- и низкоэнергетические [3]. В чистых металлах закономерности накопления дислокаций были обобщены в ряде обзоров [4, 5]. По сравнению с чистыми металлами накопление дислокаций в твердых растворах имеет свои отличия. Такие особенности проявляются как в упорядочивающихся сплавах и интерметаллических соединениях, так и в неупорядоченных твердых растворах [6].

Исследование механических свойств и дислокационной структуры твердых растворов системы медь – марганец представляет интерес по ряду причин: во-первых, твердые растворы системы Cu–Mn достаточно однородны [7]; во-вторых, с ростом концентрации марганца наблюдается увеличение параметра кристаллической решетки (a) и величины твердорастворного упрочнения (σ_T); в-третьих, содержание марганца слабо влияет на энергию дефекта упаковки (ЭДУ) [8]. В большом интервале концентраций энергия дефекта упаковки составляет величину от 38 до 54 мДж/м². При исследовании концентрационной зависимости системы медь – марганец ЭДУ остается практически неизменной и изучается роль исключительно твердорастворного упрочнения.

При этом следует иметь в виду, что растворимость марганца в меди достигает 25–30 ат.% при низких температурах, а с ее ростом возрастает и растворимость. При 10 ат.% Mn образуется фаза Cu₅Mn, а при 22 ат.% Mn – фаза Cu₃Mn. Имеется информация, что упорядочение достигается при медленном охлаждении, и в обычных отожженных сплавах наблюдается значительный ближний атомный порядок, но нет дальнего [6]. Поэтому возможно изучить влияние состава твердого раствора медь – марганец на закономерности накопления дислокаций, по крайней мере, до состава Cu – 20 ат.% Mn. При этом особый интерес представляет эволюция дислокационной субструкту-

* Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерств науки и высшего образования РФ (номер проекта 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>