

УДК 538.911; 548.4; 620.192.63

DOI: 10.17223/00213411/63/7/95

*И.И. СУХАНОВ, И.А. ДИТЕНБЕРГ, А.Н. ТЮМЕНЦЕВ***ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕНЗОРОВ ДИСТОРСИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НАНОПОЛОС $90^\circ \langle 110 \rangle$ ПЕРЕОРИЕНТАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НИКЕЛЯ НА НАКОВАЛЬНЯХ БРИДЖМЕНА ***

На основе результатов электронно-микроскопического исследования проведено теоретическое исследование тензоров дисторсии нанополос локализации деформации с $90^\circ \langle 110 \rangle$ переориентацией кристаллической решетки. Анализ проведен в рамках модели прямых плюс обратных ГЦК→ОЦК→ГЦК-мартенситных превращений в приближении линейной теории малых деформаций. С использованием атомной модели мартенситных превращений, основанной на системе кооперативных тепловых колебаний плоскостей в ОЦК-решетке, проведены оценки тензоров дисторсий контракционной и сдвиговой мод деформации, а также их вклад в общую дисторсию обратимого мартенситного превращения.

Ключевые слова: электронная микроскопия, наноструктурные состояния, пластическая деформация, внутренние напряжения, мартенситные превращения.

Введение

Известно, что одной из ключевых особенностей интенсивной пластической деформации металлических материалов является активизация кооперативных мод пластического течения. Среди наиболее важных из них можно выделить: механическое двойникование, деформационные мартенситные превращения и образование полос сброса и локализации деформации. Образование последних, как правило, традиционно описывается в рамках дислокационных структурных моделей [1]. Однако на наномасштабном структурном уровне учет особенностей локализации ротационной моды деформации требует привлечения недислокационных механизмов пластической деформации [2–5]. Среди наиболее важных условий реализации этих механизмов можно выделить высокий уровень локальных внутренних напряжений, приводящих к фазовой нестабильности кристалла и в большинстве случаев к переориентации кристаллической решетки.

В работах [3, 6–8] в качестве механизма образования полос локализации деформации путем неравновесных фазовых превращений в полях высоких локальных градиентов давления рассмотрен механизм обратимых структурных превращений мартенситного типа (ГЦК→ОЦК→ГЦК). В отличие от хорошо известной модели объемной деформации Бейна поля дисторсий в этом механизме определяются геометрической моделью подстройки кристаллической решетки, в которой атомные перемещения представляют собой кооперативные тепловые колебания атомов плотноупакованных плоскостей – контракции [9]. Другой альтернативный некристаллографический механизм формирования таких полос локализации связан с активизацией квазивязкой моды деформации потоками неравновесных точечных дефектов в полях высоких локальных напряжений [10]. В рамках этого механизма источниками напряжений, а также элементарных дефектов – носителей квазивязкой моды – выступают нанодиполи частичных дисклинаций. В работе [10] методом электронной микроскопии высокого разрешения кристаллической решетки было обнаружено, что образование и движение дисклинационных конфигураций проявляется на стадии зарождения пластических сдвигов и поворотов.

Наиболее важной особенностью указанных выше мартенситного и квазивязкого механизмов является возможность их одновременной реализации [10]. Детальное исследование этого вопроса требует учета взаимодействия между этими механизмами, что предполагает проведение теоретических оценок тензоров дисторсий различных мод деформации (однородной деформации превращения, сдвиговой и ротационной мод). Исходя из этого, в настоящей работе с использованием атомной (геометрической) модели мартенситных превращений [9] проведен анализ тензоров дисторсий прямого плюс обратного (ГЦК→ОЦК→ГЦК) мартенситного превращения, приводящего к образованию обнаруженных в работе [10] нанополос $90^\circ \langle 110 \rangle$ переориентации.

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.6

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>