

ЭНЕРГЕТИКА ДВОЙНИКОВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ, ДЕФОРМИРУЕМЫХ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

О. М. Остриков

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Развитие теории двойникования кристаллов является актуальным научным направлением. В первую очередь это связано с фундаментальностью явления двойникования, проявляющегося в определенных условиях деформирования у большого класса применяемых в технике материалов. В настоящее время проведен большой объем экспериментальных исследований по изучению двойникования кристаллов и влиянию на характер его развития различных энергетических воздействий. Однако существующая теория тонкого двойника из-за принятых в ней ограничений не позволяет в полной мере описать явление двойникования для широкого класса двойников. Поэтому расчеты энергетики деформирования двойникующихся материалов представляют научный и практический интерес.

Целью данной работы стал анализ энергетики развития клиновидного двойника в кристалле, деформируемом сосредоточенной нагрузкой.

Рассчитывалась энергия клиновидного двойника, находящегося у поверхности кристалла. Полная энергия двойника рассматривалась как суперпозиция упругой энергии двойникующих дислокаций, энергии взаимодействия между двойникующими дислокациями и энергии дефектов упаковки, так как двойникующие дислокации являются частичными дислокациями Шокли. Было установлено, что упругая энергия и энергия дефектов упаковки играют важную роль лишь на начальных стадиях развития двойника. Дальнейший рост двойника в значительной степени определяется процессами взаимодействия двойникующих дислокаций друг с другом.

При учете энергетического вклада деформирования внешней сосредоточенной нагрузки была получена связь между величиной сосредоточенной нагрузки и геометрическими параметрами двойников, которые могут быть определены экспериментально. В случае нормальной нагрузки P эта связь имеет вид:

$$P = \sqrt{\frac{\pi^2 H}{4aJ_p} \left(-\frac{W}{\sum L_d}(L, H) \right)}, \quad (1)$$

где

$$J_p = \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{2E} \frac{x^2(x^4 + y^4)}{(x^2 + y^2)^4} + \left(\frac{1}{\mu} - \frac{\nu}{E} \right) \frac{x^4 y^2}{(x^2 + y^2)^4} \right] dx dy. \quad (2)$$

В данных соотношениях L – длина клиновидного двойника; H – ширина двойника у устья; a – межатомное расстояние в плоскости, перпендикулярной плоскости двойникования; E – модуль Юнга; μ – модуль сдвига; ν – коэффициент Пуассона; $\frac{W}{\sum L_d}(L, H)$ – полная энергия двойника.

Расчеты показали, что с ростом величины сосредоточенной нагрузки при фиксированной ширине двойника его длина растет. При значениях длин двойника, близких к 100 мкм, зависимость L от P можно считать линейной, что соответствует известным экспериментальным данным.

Работа поддержана БР ФФИ (грант Ф08-106).