

Кроме рассмотренного выше упругого взаимодействия в большинстве твердых тел имеется электрическое взаимодействие между дислокациями и точечными дефектами. Оно наиболее ярко проявляется в ионных кристаллах.

3.12. ИСТОЧНИКИ ДИСЛОКАЦИИ

Выше отмечалось, что дислокации возникают в кристаллах в процессе их выращивания. При определенных условиях могут быть получены твердые тела с весьма низкой ($\sim 10^2$ см⁻² и даже менее) плотностью дислокаций. В то же время хорошо известно, что при деформации плотность дислокаций возрастает и часто достигает значения 10^{10} см⁻². Для объяснения этого факта необходимо допустить, что внутри кристалла имеются *источники дислокаций*.

Один из возможных механизмов размножения дислокаций был предложен Ф. Франком и В. Ридом. Действие *источника Франка — Рида* схематически показано на рис. 3.28. Линия АВ представляет собой краевую дислокацию с закрепленными концами. Хотя дислокационная линия не может оборваться внутри кристалла, она может окончиться в некоторой плоскости, повернув в другом направлении или соединившись в узле с другими дислокациями, проходящими через данную плоскость. Такая ситуация изображена на рис. 3.29. Узлы А и В являются точками закрепления дислокации. Закрепление может также произойти на атомах примеси.

Франк и Рид обнаружили, что отрезок дислокации типа АВ, расположенный в плоскости скольжения, может действовать как источник неограниченного числа дислокаций. Под действием внешнего напряжения τ дислокация начинает выгибаться в плоскости скольжения и занимает положение 1 (см. рис. 3.28) (если бы концы отрезка были свободными, то дислокация ста-

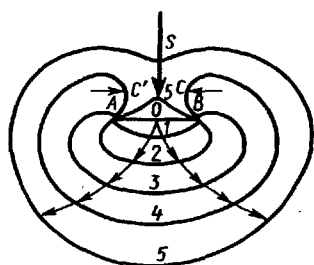


Рис. 3.28. Источник Франка-Рида

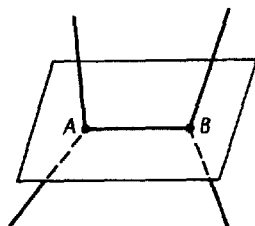


Рис. 3.29. Отрезок дислокации АВ с закрепленными концами

ла бы двигаться путем скольжения). Постепенное выгибание дислокации может происходить лишь при непрерывно возрастающем напряжении τ , которое достигает максимального значения в момент, когда дислокация принимает форму полукружности. При этом

$$\tau_{кр} = \frac{Gb}{l} \quad (3.52)$$

где l — длина отрезка AB . Это напряжение — критическое.

При τ , превышающих $\tau_{кр}$, конфигурация становится нестабильной и дислокация самопроизвольно расширяется, занимая положения 2, 3, 4. В положении 4 части дислокационной петли S и S' имеют винтовые компоненты противоположного знака, т. е. они движутся навстречу друг другу в одной и той же плоскости скольжения и взаимно уничтожаются. В результате этого происходит разделение дислокации на две: внешнюю и внутреннюю (положение 5). Внешняя дислокация разрастается до поверхности кристалла, а внутренняя занимает исходное состояние. После этого весь процесс начинается сначала и будет продолжаться до тех пор, пока приложены внешние напряжения. Число дислокаций, генерируемых источником Франка—Рида, неограниченно, но в общем случае не все внешние дислокационные петли покидают кристалл. Число дислокаций увеличивается до тех пор, пока в результате взаимодействия упругих полей дислокаций суммарное обратное напряжение не сбалансирует критическое напряжение сдвига $\tau_{кр}$, необходимое для действия источника. После этого источник становится неактивным.

Дж. Бардин и С. Херинг описали другой механизм генерации дислокаций. Отчасти он аналогичен механизму Франка—Рида. В данном случае также осуществляется выгибание закрепленного отрезка дислокации, но не скольжением, а переползанием. Действие источника Бардина — Херинга можно понять, если предположить, что плоскость скольжения краевой дислокации AB (см. рис. 3.29) лежит не в плоскости листа, как в предыдущем случае, а расположена в плоскости, перпендикулярной ему. Движение дислокации вверх и вниз может происходить за счет зарождения или поглощения вакансий. Когда расширяющаяся петля перекрывается (аналогично S и S' на рис. 3.28), дислокация разрывается, образуется внешняя петля и восстанавливается исходный отрезок AB . Ясно, что действие такого источника зависит от концентрации вакансий. Кроме рассмотренных существуют и другие источники дислокаций.

3.13. ДЕФЕКТЫ УПАКОВКИ И ЧАСТИЧНЫЕ ДИСЛОКАЦИИ

Выше отмечалось, что *дефекты упаковки*, границы зерен и двойников, границы доменов, поверхность кристалла относятся