

Изобретение относится к способу подготовки образцов для металлографических исследований и может быть использовано для проведения исследований характеристик индивидуальных дислокации и влияния последних на физические свойства щелочно-галоидных кристаллов.

Известен способ введения индивидуальных винтовых дислокационных петель в кристаллах NaCl путем нанесения тонкой царапины на поверхность образца [1].

Недостатком данного способа является неприменимость его для кристаллов с пределом текучести более 5,0 МПа, так как при приложении внешнего напряжения, необходимого для разрачивания винтовых дислокационных петель до требуемого диаметра, кристаллы раскалываются на кусочки.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является способ получения индивидуальных винтовых дислокационных петель [2], заключающийся в том, что на поверхность образца наносят царапину, химически полируют до получения единичных винтовых петель небольшого (~ до 50 мкм) диаметра, воздействуют постоянным электрическим полем под углом 45° к винтовым участкам дислокации и затем разрачивают винтовые дислокационные петли внешним механическим напряжением.

Недостатком данного способа является то, что при обработке кристалла электрическим полем в указанном направлении не достигается максимального эффекта увеличения диаметра петель при последующем приложении внешнего напряжения.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является получение в щелочно-галоидных кристаллах типа NaCl односторонних линейных дефектов - винтовых дислокационных петель.

При этом технический результат состоит в возможности создания индивидуальных винтовых дислокационных петель большого диаметра ($d \leq 140$ мкм) в кристаллах с пределом текучести более 5,0 МПа.

Технический результат достигается тем, что после нанесения на поверхность кристалла царапины и химической полировки ее до удаления краевых дислокации и получения единичных винтовых дислокационных петель небольшого диаметра (~ до 50 мкм) на кристалл воздействуют параллельно винтовым участкам петель постоянным электрическим полем величиной 1,5-2,0 МВ/м и длительностью 4-5 с. Затем прикладывают внешнее механическое напряжение для разрачивания винтовых петель до нужного диаметра и повторно химически полируют до удаления мелких дислокационных петель.

При использовании предложенного способа достигается максимальный эффект увеличения диаметра петель в 2 раза по сравнению с известным способом, что позволяет расширить область нагрузок (от $2,2 \tau_{\text{тек}}$ до нагрузки, при которой происходит разрушение кристалла).

На фиг.1 приведена схема воздействия электрическим полем на винтовую петлю.

В таблице 1 приведены данные по изменению диаметра винтовых петель от величины внешнего напряжения при различных направлениях постоянного электрического поля величиной 1,5 МВ/м и длительностью 4,5 с.

В таблице 2 приведены данные по изменению диаметра петель от величины постоянного электрического поля, воздействующего параллельно винтовым участкам петель, при внешнем напряжении $2,5 \tau_{\text{тек}}$.

В таблице 3 приведены данные по изменению диаметра петель от длительности импульса электрического поля величиной 1,5 МВ/м, воздействующего параллельно винтовым участкам петель, при внешнем напряжении $2,5 \tau_{\text{тек}}$.

В таблицах приведены данные для кристаллов NaCl с пределом текучести $6,0 \pm 0,2$ МПа.

Из таблицы 1 видно, что воздействие электрическим полем параллельно винтовым участкам дислокационных петель ($\alpha = 90^\circ$) способствует значительному увеличению диаметра петель по сравнению с диаметром петель при направлении поля, отличным от заявляемого ($\alpha = 0; 45; 135; 180^\circ$). Смена направления поля на противоположное не меняет величины эффекта.

При воздействии электрическим полем на винтовые участки петель, когда поле имеет составляющую вдоль вектора Бюргерса $\rightarrow b$, происходит аннигиляция заряженных центров, тормозящих движение винтовых дислокации при приложении нагрузки - противоположно заряженные центры под воздействием постоянного электрического поля движутся навстречу друг другу. В результате уменьшается количество точек закрепления на линии винтовой дислокации и подвижность дислокационных петель увеличивается. Такие петли после приложения внешнего напряжения имеют большие диаметры по сравнению с петлями на которые предварительно не воздействовали электрическим полем. Эффект аннигиляции заряженных центров будет максимальным в случае совпадения направления электрического поля с направлением вектора Бюргерса $pe- \rightarrow$ тель b , т.е. когда электрическое поле воздействует параллельно винтовым участкам петель. Центрами торможения могут быть ступеньки на линии винтовой дислокации, заряженные коагулянты примесей или выделения вторичных фаз и т.д. При изменении направления воздействия полем в любую сторону от заявляемого ($\alpha = 45; 135^\circ$) диаметр петель уменьшается. При воздействии электрическим полем перпендикулярно винтовым участкам петель ($\alpha = 0; 180^\circ$) диаметр петель также незначительно увеличивается, что, по-видимому, связано с зигзагообразной формой винтовой дислокации.

Выбор граничных условий обусловлен следующим.

Наибольшие значения диаметров-петель получаются при величине электрического поля 1,5 - 2,0 МВ/м (таблица 2). При меньших значениях величины электрического поля диаметр петель существенно меньше, чем в заявляемом интервале. Увеличение величины электрического поля более 2,0 МВ/м нецелесообразно, так как, как видно из таблицы 2, диаметр петель при этом изменяется незначительно, а реализация способа усложняется. Длительность импульса электрического поля должна быть 4-5 с (таблица 3), так как при заявляемых длительностях импульса поля винтовые дислокационные петли имеют наибольший диаметр.

Таким образом, преимуществом предлагаемого способа является возможность получения индивидуальных

винтовых дислокационных петель большого ($d \geq 140$ мкм) диаметра в кристаллах с пределом текучести более 5,0 МПа.

Пример реализации.

На кристаллы хлористого натрия размером $2,0 \times 3,5 \times 20,0$ мкм с пределом текучести 6,0-0,2 МПа с помощью прибора ПМТ-3 наносили тонкую царапину. После химической полировки до получения единичных винтовых дислокационных петель малого диаметра (до 50 мкм) на кристалл воздействовали параллельно винтовым участкам петель постоянным электрическим полем величиной 1,5 МВ/м и длительностью 4-5 с. После чего к образцу прикладывали внешнее механическое напряжение путем удара образца с стальную наковальню. Для предотвращения пластической деформации в месте соударения на торец образца приклеивали полусферу из пирекса. Напряжение сжатия при таком методе нагружения было направлено вдоль большой стороны образца. Его величина определялась высотой поднятия образца над наковальней. После приложения внешнего напряжения образец вновь полировали до удара следов царапины и мелких дислокационных петель.

Таблица 1

Отношение величины внешнего на- пряжения к пределу теку- чести кристал- ла	Диаметр петли в мкм				
	\rightarrow Угол α между вектором электрического поля E ($E = 1,5$ МВ/м) и винтовым \rightarrow участком петли с вектором Бюргерса b				
	0°	45° прототип	90°	135° прототип	180°
1,8	35	30	60	30	30
2,0	36	46	94	46	36
2,2	45	90	145	90	45
2,5	56	100	330	180	56
2,7	88	325	520	325	88
3,0	*	*	*	*	*

* – кристаллы раскалываются при приложении внешнего напряжения.

Таблица 2

Величина электри- ческого поля, МВ/м	0,4	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0	2,5
Средний диаметр петли, мкм	60	140	245	330	360	370	375

Таблица 3

Длительность им- пульса электриче- ского поля, с	1	3	4	4,5	5	6	9
Средний диаметр петли, мкм	40	200	325	330	330	250	116