

## ДОЛГОЖИВУЩИЕ СОСТОЯНИЯ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ NaCl, ИНДУЦИРОВАННЫЕ ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

© Ю.И.Головин, Р.Б.Моргунов, С.Е.Жуликов, Д.Ю.Головин

Тамбовский государственный университет, 392622 Тамбов, Россия  
(Поступила в Редакцию 24 апреля 1996 г.)

Изучались особенности перемещения краевых дислокаций в импульсном магнитном поле.

В работе [1] впервые обнаружено смещение краевых дислокаций в ионных кристаллах, стимулированное включением импульса магнитного поля (ИМП) с индукцией  $B = 15$  Т в отсутствие внешних механических напряжений. В [1] предполагалось, что движение дислокаций обусловлено силовым действием вихревого электрического поля (ЭП) на заряженные дислокационные сегменты. Однако простейшая оценка напряженности ЭП, возникающего при типичных значениях размеров дислокационной петли  $\sim 10^{-3}$  м и скорости изменения поля в импульсе  $dB/dt \sim 10^4$  Т/с, дает  $E \sim 1$  В/м, что на много порядков меньше ЭП, приводящих к изменению подвижности дислокаций в ионных кристаллах. В дальнейшем авторами [2] было обнаружено, что смещение дислокаций в ионных кристаллах происходит также и при помещении образца в постоянное магнитное поле с индукцией  $B = 1$  Т. Причина открепления дислокаций от стопоров и их движения в постоянном магнитном поле, как и в импульсном, до сих пор надежно не установлена. Цель настоящей работы заключалась в исследовании закономерностей перемещения краевых дислокаций в ИМП и изучении влияния поля на состояние дефектов решетки.

В экспериментах использовались образцы NaCl размером  $3 \times 3 \times 5$  мм. Плотность дислокаций леса составляла  $5 \cdot 10^4$  см<sup>-2</sup>. Свежие краевые дислокации вводились нанесением царапин на все поверхности образца в направлениях [100], [010], [001]. ИМП имел форму одного полупериода синусоиды длительностью  $10^{-2}$  с с регулируемой амплитудой до  $B = 7$  Т. Образцы помещались в центральную часть катушки, так что относительное изменение поля вдоль образца не превышало 3%. Смещения индивидуальных дислокаций определялись двойным избирательным травлением, а характеристикой их подвижности был выбран пробег  $L$ , усредненный по 50–100 измерениям.

В контрольных опытах (в которых импульсное магнитное поле отсутствовало) после двукратного травления наблюдалось равновероятное смещение краевых дислокаций в направлениях [110], [011] и [101],

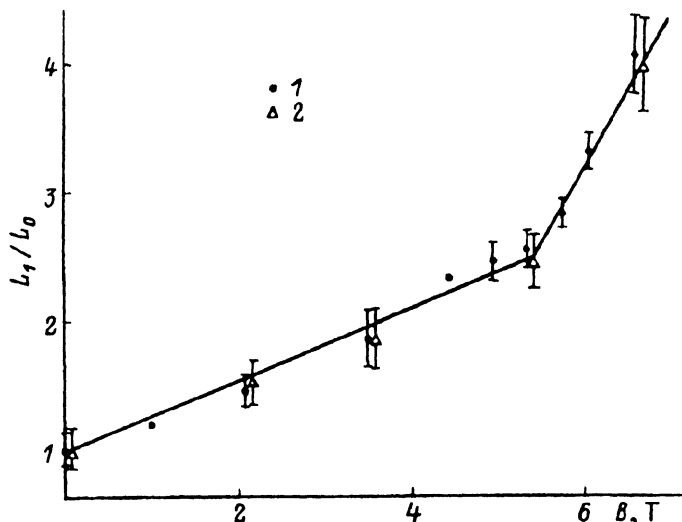


Рис. 1. Зависимость средних пробегов дислокаций  $L_1$ , нормированных на пробег, вызванный травлением  $L_0$ , от амплитуды импульса магнитного поля  $B$ . 1 —  $B \perp b$ , 2 —  $B \parallel b$ .

которое не зависело от паузы между травлениями, а средний пробег  $L_0$  составлял  $8 \pm 1 \mu\text{m}$ . Включение ИМП в паузе между травлениями приводило к увеличению  $L$  до 5 раз, т.е. максимальное значение среднего пробега в этих опытах достигало  $L_1 = 40 \mu\text{m}$ . Увеличение пробегов, вызванное действием ИМП ( $L_1/L_0$ ), не зависело от взаимной ориентации вектора магнитной индукции и вектора Бюргера дислокаций  $b$ , а также от направления движения дислокаций. Зависимость  $L_1/L_0(B)$  может быть аппроксимирована двумя линейными участками, имеющими разный наклон (рис. 1).

Многочисленное включение одинаковых ИМП с интервалом  $\sim 1$  s в паузе между двумя травлениями не приводило к заметному изменению  $L$  по сравнению с опытами, в которых включение ИМП производилось один раз. Однако при этом уменьшалась дисперсия в распределении дислокаций по длинам пробегов. Для независимого измерения пробегов дислокаций, вызванных действием первого и второго импульсов поля ( $L_1$  и  $L_2$  соответственно), травление образца осуществляли три раза, а время  $t$  между ИМП варьировали от 15 до  $1.8 \cdot 10^3$  s. Обнаружено, что  $L_2$  зависит от  $t$  (рис. 2). Сразу после первого импульса (через 30–60 s) второй вызывал заметно уменьшенные пробеги дислокаций по сравнению с  $L_1$ . В дальнейшем эффективность воздействия поля на пробеги дислокаций снова возрастала, достигая насыщения за время  $\sim 10^3$  s. Отметим, что при движении под действием второго ИМП 80% дислокаций продолжали двигаться в том же направлении, что и во время первого. Средний пробег дислокаций, стимулированный повторными травлениями кристалла, подвергнутого однократному действию ИМП,  $L'_0$  не отличался от  $L_0$  и не зависел от времени между вторым и третьим травлениями (рис. 2). Следовательно, наблюдался эффект «запоминания» кристаллом факта воздействия первого ИМП.

Полученные результаты позволяют предположить, что под действием ИМП в кристалле происходят по меньшей мере два процесса, один из которых можно охарактеризовать пороговым значением поля

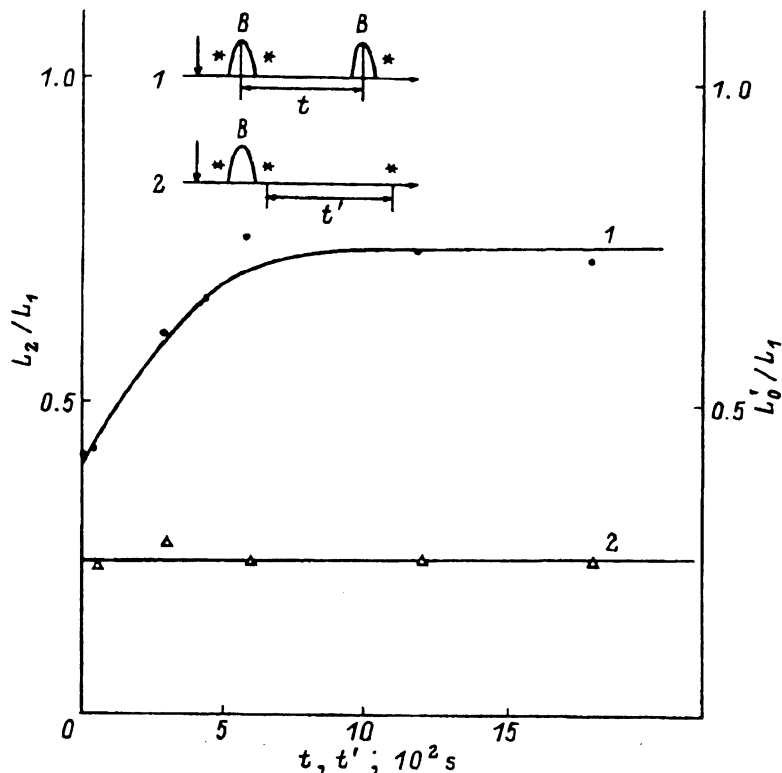


Рис. 2. Зависимости отношения среднего пробега дислокаций, вызванного действием второго импульса поля ( $L_2$ ), к среднему пробегу в первом импульсе ( $L_1$ ) от времени между импульсами  $t$  (1) и отношения среднего пробега дислокаций, вызванного травлениями, произведенными после приложения ИМП ( $L'_0$ ), к пробегу, вызванному действием ИМП ( $L_1$ ), от времени между вторым и третьим травлениями  $t'$  (2).

На врезке изображена последовательность процедур травления (звездочка), введения дислокаций (1) и включения ИМП (B) в первом и втором типах опытов.

$B \sim 5$  Т. Об этом свидетельствует излом на графике  $L_1/L_0(B)$  (рис. 1). Потеря чувствительности дислокаций к воздействию ИМП после его однократного приложения свидетельствует о переходе дефектов кристалла в новое состояние, а самопроизвольная сенсбилизация в течение  $\sim 10^3$  с — о метастабильном характере этого состояния (рис. 2). Похожие эффекты «памяти» дислокаций и точечных дефектов к экспозиции в постоянном магнитном поле  $B = 1$  Т были обнаружены в [3]. Таким образом, под действием импульсного магнитного поля в монокристаллах NaCl происходит несколько (не менее двух) процессов, результатом которых является переход дефектов структуры в метастабильное состояние, отличающееся пониженной чувствительностью дислокаций к действию ИМП.

#### Список литературы

- [1] Н.В. Загоруйко. Кристаллография 10, 1, 81 (1965).
- [2] В.И. Альшиц, Е.В. Даринская, Е.А. Петржик. ФТТ 33, 10, 3001 (1991).
- [3] Ю.И. Головин, Р.Б. Моргунов. Письма в ЖЭТФ 58, 3, 189 (1993).