

вклад двойникования в общую относительную деформацию выше, чем в образцах с меньшим зерном при одинаковой относительной скорости деформирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фиксель В. М. Физика разрушения. М.: Металлургия, 1970. 376 с.
2. Моисеев В.Ф., Трефилов В.И. Пластичность при двойниковании // Физическая природа пластической деформации и разрушения металлов. Киев: Наук. думка, 1969. С. 7-15.

3. Priestner R., Leslie W.C. Nucleation of Deformation Twin at Slip Plane Intersections in b. c. c. Metals // Phil. Mag. 1965. V. 11. № 113. P. 895-916.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №05-01-00759, №06-01-96320р).

Поступила в редакцию 11 октября 2006 г.

ВЛИЯНИЕ УФ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДВИЖЕНИЕ ДИСЛОКАЦИЙ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ

© В.А. Федоров, Т.Н. Плужникова, Р.А. Кириллов, А.В. Чиванов, М.В. Чемеркина

Fedorov V.A., Plushnikova T.N., Kirillov R.A., Chivanov A.V., Chemerkina M.V. Influence of electromagnetic radiation on movement of dislocation in ionic crystals. Influence of electromagnetic radiation of a ultra-violet range on the movement of dislocations in ionic crystals is investigated. It is presupposed that the interaction of dislocations with low-energy exciton forms the basis of the effects observed.

Воздействие ультрафиолетового (УФ) излучения на вещество сопровождается различными эффектами: упрочнением металлов [1], характерной окраской ЦГК [2] после совместного воздействия УФ излучения и ударной волны [3], изменением химического состава пленок фоторезисторов под действием импульсного УФ излучения [4], гашением магнитопластического эффекта [5] и т. д. До настоящего времени исследования взаимодействия УФ излучения с веществом не потеряли своей актуальности как в научном плане, так и в прикладных направлениях.

Цель работы: экспериментально исследовать влияние УФ излучения на движение скользящих дислокаций в ионных кристаллах путем установления зависимости длины дислокационных лучей краевой и винтовой ориентации в дислокационных «розетках», образующихся при индентировании, от времени совместного воздействия нагрузки и УФ излучения.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследования влияния ультрафиолетового излучения на изменение дислокационной структуры проводили на оптически прозрачных монокристаллах LiF, NaCl с количественным содержанием примесей от 10^{-2} до 10^{-3} вес.%. Из крупных блоков выкалывались образцы размерами $10 \times 10 \times 2$ мм.

В экспериментах исследовали зависимости длины лучей дислокационных розеток винтовой и краевой ориентации, полученных воздействием индентора ПМТ-3 (пирамида Виккерса) при фиксированных нагрузках 10, 20, 40 г, от величины и времени воздействия нагрузки при одновременном ультрафиолетовом облучении образцов. Для облучения монокристаллов ультрафиолетовыми лучами применялась установка, в основе которой использовалась ртутно-кварцевая лампа ПРК-2. Время облучения: 1, 3, 5, 20, 40 и 60 мин.

Были построены характерные зависимости длины лучей дислокационных розеток от времени облучения (рис. 1, 2). Для этого на контрольных образцах строи-

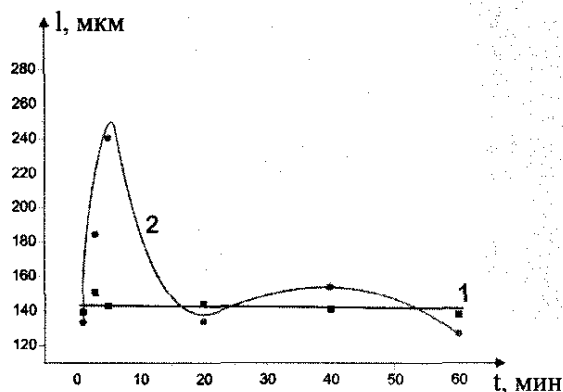


Рис. 1. Зависимость изменения длины лучей розеток, содержащих краевые дислокации в кристаллах LiF от времени воздействия УФ-излучения и нагрузки 10 г – 2; кристалл, нагружаемый без облучения – 1

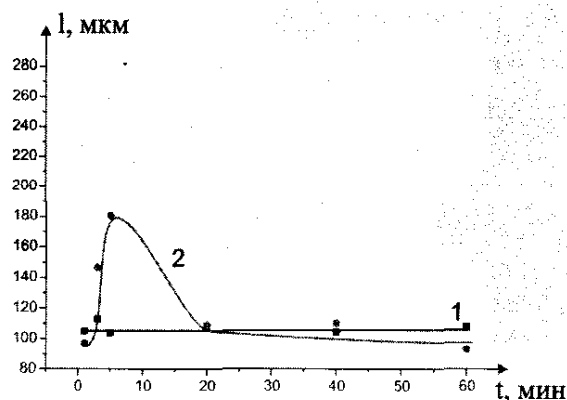


Рис. 2. Зависимость изменения длины лучей розеток, содержащих винтовые дислокации в кристаллах LiF от времени воздействия УФ-излучения и нагрузки 40 г – 2; кристалл, нагружаемый без облучения – 1.

лись зависимости величины пробега лидирующих дислокаций от времени выдержки кристалла под нагрузкой (см. рис. 1, 2; кривая 1). Затем строились аналогичные зависимости, но полученные при одновременном действии нагрузки и УФ излучения (на рис. 1, 2; кривая 2). Установлено, что индентирование и одновременное облучение образцов ультрафиолетом увеличивает величину пробега головных дислокаций в дислокационных розетках как краевой, так и винтовой ориентаций.

Отмечено, что влияние УФ облучения неравноценно для различных времен экспозиции. При малых временах (до 5 мин.) величина пробега возрастает. Длина лучей увеличивается на $\approx 50\%$. При дальнейшем увеличении времени воздействия ультрафиолета длина лучей сокращается до размеров, соответствующих нагрузке без облучения. Эффект наблюдается на дислокационных лучах краевых и винтовых ориентаций и наиболее выражен при небольших нагрузках.

Наблюдаемые эффекты объяснены с позиций дислокационно-экситонных взаимодействий. При УФ облучении экситон взаимодействует с заряженной ступенькой на дислокации, вызывая движение ступеньки вдоль дислокации, а сама дислокация при этом смещается на одно межатомное расстояние. За счет этого взаимодействия облегчается преодоление дислокацией сетки стопоров. Большие времена выдержки вызывают

релаксацию напряжений непосредственно в отпечаток, что обеспечивает обратимое движение дислокаций в область отпечатка и, как следствие, сокращение длины лучей дислокационных розеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров А.И. Упрочнение металлов под воздействием УФ-излучения // Письма в ЖТФ. 1998. Т. 24. № 23. С. 14-18.
2. Абрамшвили М.Г., Ахаладони З.Г. Образование стабилизированных F2-центров в окрашенных кристаллах LiF под действием внешних полей // ФТТ. 1998. Т. 40. № 11. С. 2044 - 2050.
3. Абрамшвили М.Г., Ахаладони З.Г., Кабабидзе Т.Н., Качавадзе В.Г., Сарашидзе З.К. Релаксационные процессы в окрашенных кристаллах LiF после совместного воздействия УФ излучения и ударной волны // ФТТ. 2000. Т. 42. № 10. С. 1794-1799.
4. Калитинская Н.А., Семенов Р.И. Моделирование фотохимических превращений и фотопотемнения пленок фоторезисторов под действием импульсного вакуумного ультрафиолетового излучения // Физика и техника полупроводников. 2000. Т. 34. Вып. 7. С. 857-860.
5. Головин Ю.В., Морзунов Р.Б., Баджелевич М.В., Шмурак С.З. Оптическое гашение магнитоластического эффекта в кристаллах NaCl // ФТТ. 1997. Т. 39. № 8. С. 1389-1391.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 05-01-00759, № 06-01-96320р).

Поступила в редакцию 11 октября 2006 г.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ

© В.А. Федоров, Т.Н. Плужникова, А.В. Чиванов, Р.А. Кириллов, А.М. Киреев

Feodorov V.A., Pluzhnikova T.N., Chivanov A.V., Kirillov R.A., Kireev A.M. Method research dynamics of fields stress. Dynamics of change of fields stress at tips of cracks in alkali-halide crystals at influence of electromagnetic radiation of infra-red, visible, ultra-violet and x-ray ranges is investigated. The method of mathematical modelling appreciates a relaxation of fields stress.

Решение вопросов прочности материалов и устранения причин поломок деталей машин и конструкций, в первую очередь, связано с нахождением законов распределения напряжений.

Исследование распределения напряжений возможно с помощью математической теории упругости, в которой отыскивается функция напряжений. Однако аналитическое решение уравнений при сложных граничных условиях является чрезвычайно громоздким для практического применения. В силу этого исследователь вынужден при решении задач прибегнуть к экспериментальным методам. Одним из этих методов является поляризационно-оптический метод исследования распределения напряжений в прозрачных моделях, известный под названием метода фотоупругости.

Цель работы: 1) исследовать динамику полей напряжений в области вершины трещины при воздействии излучения различных длин волн; 2) методом компьютерного моделирования обработать фотоупругие картины напряжений до и после воздействия.

Динамика полей напряжений у вершины трещины изучалась на кристаллах КС1 с количественным содержанием

примесей 10^{-3} вес.%. Из крупных блоков по плоскостям спайности выкалывали образцы. Размеры кристаллов составляли $15 \times 30 \times 2$ мм. Каждый образец ЦГК скалывали по плоскости спайности (100) на некотором расстоянии S1 от оси симметрии кристалла. Для этого вдоль оси симметрии кристалла вводилась трещина длиной 10 мм по плоскости (001). Возникшую при этом конфигурацию поля напряжений можно было увидеть в поляризованном свете. Кристалл при этом располагался так, чтобы плоскость трещины была параллельна плоскости поляризации поляризатора. Аналитатор располагали в скрещенном положении.

Для сопоставления полей напряжений до и после воздействия излучения различных длин волн были проведены следующие исследования.

В первой серии экспериментов кристаллы подвергали воздействию светового излучения в зависимости от светофильтра с длинами волн (350–760) нм от вольфрамовой лампы накаливания мощностью 20 Вт с максимальной энергией излучения в спектре 1,15 эВ, одновременно нагревающей образцы до температуры 325 К.