

О ВЛИЯНИИ ОСВЕЩЕНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ LiF

А. А. ДУРГАРЯН, С. В. КАСПАРОВА

Исследовалось влияние освещения на внутреннее трение и электросопротивление необлученных и облученных рентгеновыми и γ -лучами кристаллов LiF . Исследования показали, что освещение вызывает повышение внутреннего трения и резкое падение электросопротивления. Облучение кристаллов рентгеновыми и γ -лучами не оказывает существенного влияния на оба эти фактора.

Обнаружено, что при наличии в кристалле даже небольшого количества „свежих“ дислокаций заметно изменяется характер влияния освещения и облучения на электрические и механические свойства кристаллов LiF .

Эффекты, вызываемые действием освещения, связаны с несовершенством кристаллической решетки. Такими несовершенствами являются дислокации, точечные дефекты, центры окраски и комплексы точечных дефектов, которые могут частично или полностью активироваться под действием светового освещения.

В ряде работ [1—5] изучено влияние облучения и освещения на поглощение ультразвука в ионных кристаллах $NaCl$, KCl , KBr , KJ . В этих работах рассмотрены возможные механизмы взаимодействия радиационных дефектов с дислокациями и изменение этих взаимодействий под влиянием освещения. Аналогичные исследования для кристаллов LiF не дали определенных результатов, что связано, по-видимому, с большим отношением радиуса иона к радиусу катиона по сравнению с другими щелочногалогенидными кристаллами [6].

Нами была предпринята попытка экспериментально обнаружить влияние рентгенового облучения и светового освещения на электрические и механические свойства кристаллов LiF .

Измерение внутреннего трения проводилось методом составного стержня [7] на частотах 60—100 кГц, электросопротивление кристаллов определялось при помощи электрометрического усилителя.

Кристаллы облучались рентгеновыми лучами с энергией 75 кэВ и освещались белым светом от лампы ДРШ-250. Измерения проводились через 15 минут после прекращения облучения рентгеновыми лучами.

Отжиг кристаллов происходил в течение 100 часов при температуре 720°C со скоростью охлаждения 20°C в час. Все измерения проводились при комнатной температуре.

Для исследования были отобраны образцы кристаллов LiF , которые представляли собой бруски длиной 30,50 мм и сечением 25,16 мм². Так как исследование внутреннего трения и электросопротивления проводилось параллельно, то для каждого опыта выбиралась пара

кристаллов от зеркального скола. Плотность дислокаций в них не превышала 10^4 см^{-2} .

Результаты измерения внутреннего трения (Δ) и электросопротивления (R_x) у необлученных и облученных рентгеновыми лучами кристаллов LiF (заводского отжига) под влиянием освещения приводятся на рис. 1 и 2. Как видно из этих рисунков, характер измене-

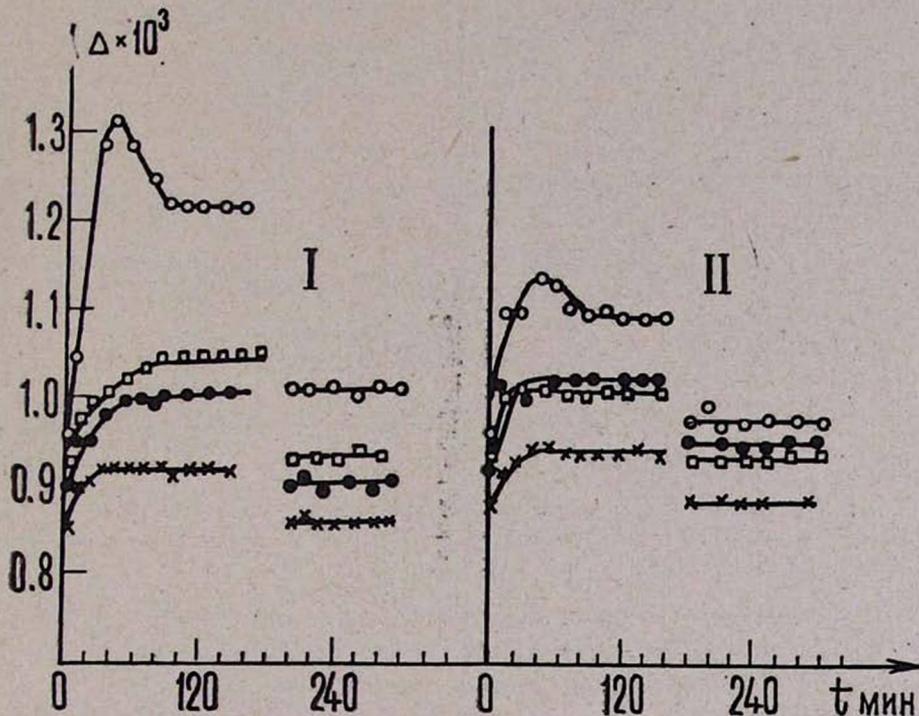


Рис. 1. Зависимость внутреннего трения необлученных кристаллов LiF от времени освещения. I — необлученные кристаллы, II — облученные рентгеновыми лучами. \square — № 1, 60 кГц; \bullet — № 2, 80 кГц; \times — № 3, 100 кГц; \circ — № 4, 100 кГц.

ния внутреннего трения и электросопротивления как у облученных, так и у необлученных кристаллов в основном одинаковый. Внутреннее трение кристаллов под влиянием освещения увеличивается, а после снятия освещения в течение 10 минут происходит восстановление. Облучение рентгеновыми лучами значительного действия на внутреннее трение не оказывает (несмотря на то, что под действием излучения кристаллы приобретают окраску). Наблюдается изменение внутреннего трения от частоты. У образца 4, у которого имеются „свежие“ дислокации, внутреннее трение под влиянием освещения проходит через максимум, который подавляется после облучения кристалла рентгеновыми лучами.

Под влиянием освещения R_x кристаллов резко падает и восстанавливается после прекращения действия света, рис. 2. Облучение

незначительно увеличивает R_x (кроме образца 4), а свет действует на облученные кристаллы почти так же, как на необлученные.

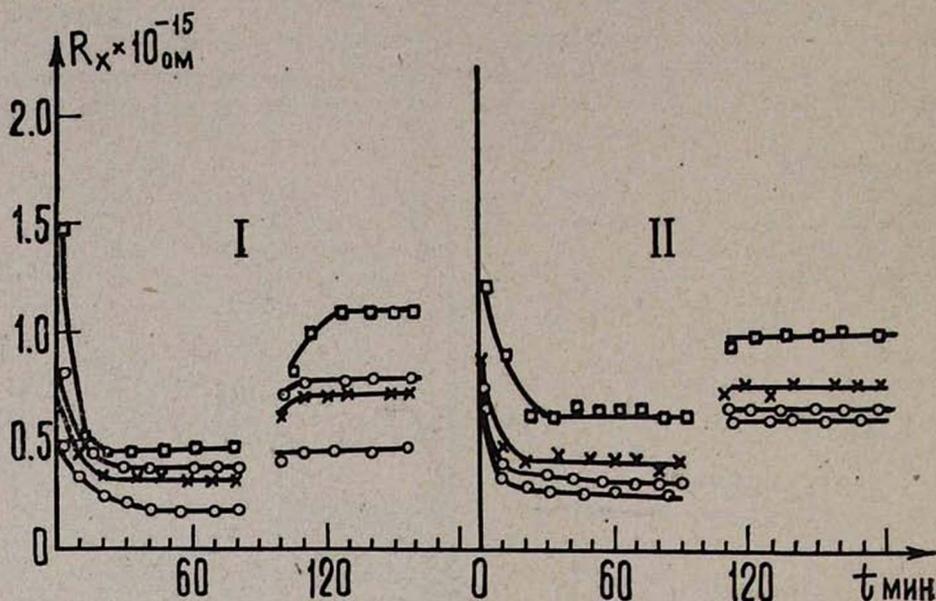


Рис. 2. Зависимость электросопротивления неотожженных кристаллов LiF от времени освещения. I — необлученные кристаллы, II — облученные рентгеновыми лучами. \square — № 1, \bullet — № 2, \times — № 3, \circ — № 4.

Были исследованы также кристаллы LiF , облученные γ -лучами, густо окрашенные. Измерения показали, что изменения внутреннего трения и электросопротивления остаются теми же, как и при рентгеновом облучении.

Из результатов, полученных для отоженных кристаллов LiF , видно (рис. 3 и 4), что характер изменения как внутреннего трения, так и электросопротивления под влиянием освещения для необлученных и облученных кристаллов остается таким же, как и для неотожженных кристаллов. Однако у отоженных кристаллов значение внутреннего трения, как и следовало ожидать, уменьшается, а максимумы, полученные в зависимости от освещения, менее выражены, чем у неотожженных кристаллов, и исчезают после облучения рентгеновыми лучами (рис. 3).

Электросопротивление у отоженных кристаллов после облучения незначительно увеличивается, увеличивается также изменение сопротивления под влиянием освещения.

Для определения влияния плотности дислокаций на характер изменения Δ в зависимости от освещения и облучения рентгеновыми лучами проводилась деформация кристаллов ультразвуком при последовательном увеличении амплитуды деформации. Каждое последующее увеличение амплитуды деформации проводилось после суточного отдыха, чтобы исключить возврат деформации. Это дало возможность

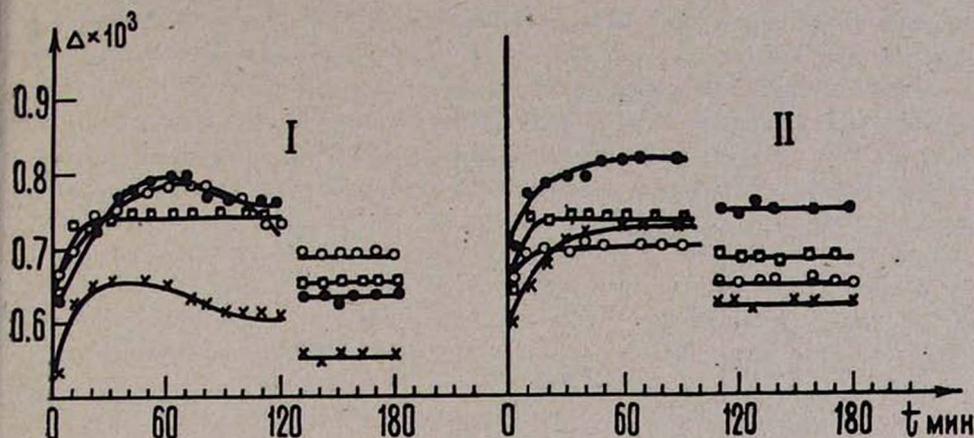


Рис. 3. Зависимость внутреннего трения отожженных кристаллов LiF от времени освещения. I — необлученные кристаллы, II — облученные рентгеновыми лучами. □ — № 1, 60 кГц; ● — № 2, 80 кГц; × — № 3, 100 кГц ○ — № 3 (после деформации), 100 кГц.

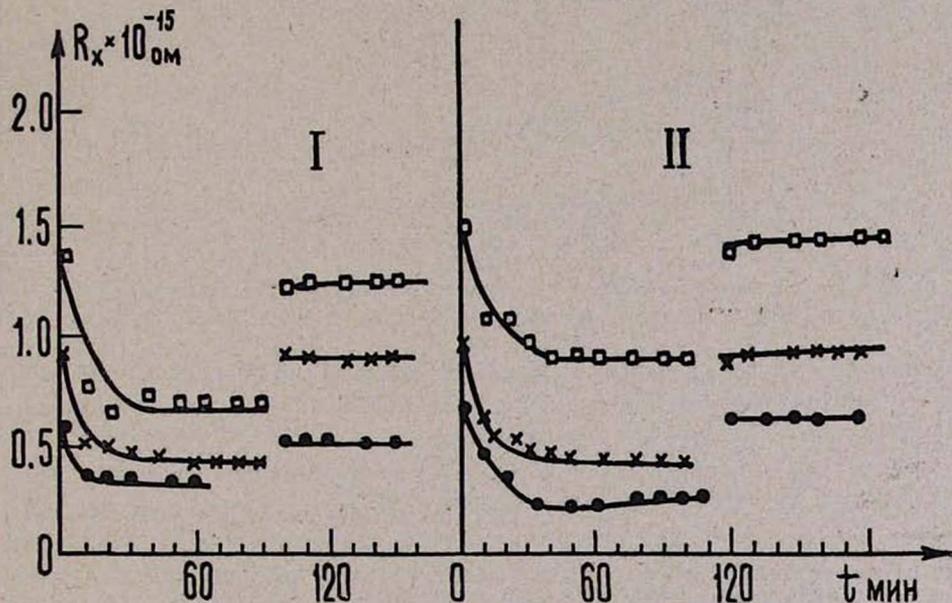


Рис. 4. Зависимость электросопротивления отожженных кристаллов LiF от времени освещения. I — необлученные кристаллы, II — облученные рентгеновыми лучами. □ — № 1, ● — № 2, × — № 3, ○ — № 4.

проследить за изменением плотности дислокаций и внутреннего трения в зависимости от амплитуды деформации. При такой деформации плотность дислокаций увеличивается от 10^4 см^{-2} до 10^5 см^{-2} , а внутреннее трение уменьшается с увеличением деформации (рис. 5). Это изменение является подтверждением второй половины максимума зависимости внутреннего трения от плотности дислокаций, теоретически полученного Келлером и Гранато-Люкке [8] и экспериментально под-

твержденного одним из авторов совместно с проф. Е. Г. Швидковским [9].

После такой деформации исследовалось внутреннее трение у этих кристаллов в зависимости от освещения и облучения рентгеновыми лучами. Полученные результаты показали, что действие света и облучения остается таким же, как у недеформированных кристаллов. Это

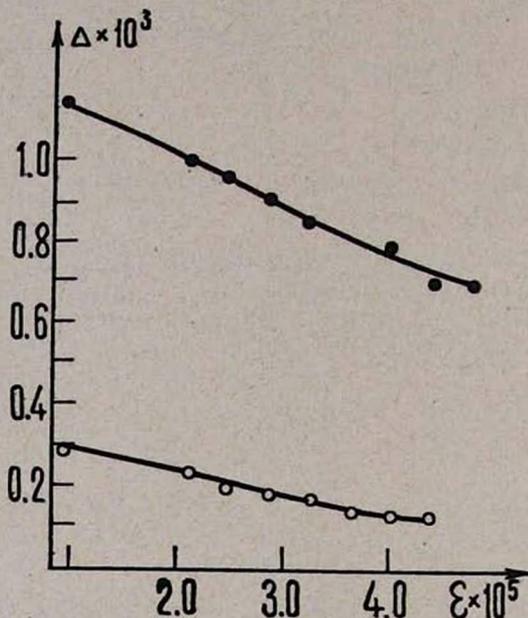


Рис. 5. Зависимость внутреннего трения отожженных кристаллов LiF от деформации.

говорит о том, что вновь образованные дислокации в течение 24 часов при комнатной температуре хорошо закрепляются в кристаллах LiF и не могут считаться „свежими“.

Результаты исследований дают возможность предположить, что уменьшение R_x при освещении кристаллов LiF обусловлено частичной активацией точечных дефектов и примесей, закрепляющих дислокации (в том числе и заряженные дислокации), а также находящихся в свободном от дислокаций объеме кристалла. Кроме этого, при освещении вклад в изменение R_x дают электроны и дырки тех примесных атомов, у которых ширина запрещенной зоны E_g меньше энергии фотонов $h\nu$, а также частичная активация экситонов и центров окраски у облученных рентгеновыми лучами кристаллов LiF , что подтверждается сравнительно большим изменением электросопротивления у отожженных облученных кристаллов LiF под влиянием освещения (рис. 4).

Частичное раскрепление дислокаций, которое происходит за счет поглощения точечными дефектами и примесями фотонов и энергии, выделяемой при рекомбинации экситонов, приводит к изменению внутреннего трения (рис. 1 и 3). Несмотря на то, что рентгеновые и γ -лу-

чи значительно увеличивают плотность точечных дефектов, это не влияет на изменение внутреннего трения, так как на исследуемых частотах поглощение ультразвука в основном обусловлено дислокациями, хорошо закрепленными еще до облучения.

Если у деформированных кристаллов, в которых после закрепления дислокаций эффект освещения не меняется по сравнению с недеформированными кристаллами, то при наличии в кристалле даже незначительного количества незакрепленных дислокаций внутреннее трение под влиянием освещения проходит через максимум из-за активации временных точек закрепления, часть которых при продолжительном освещении превращается в точки постоянного закрепления [6]. А в облученных кристаллах из-за большой плотности F -центров часть точек временного закрепления превращается в постоянные точки закрепления, и максимум внутреннего трения подавляется.

Таким образом, несмотря на то, что LiF является не типичным щелочногалогидным кристаллом, все же можно наблюдать влияние освещения и облучения на его механические и электрические свойства, правда, они не так выражены, как у других щелочногалогидных кристаллов.

Ереванский государственный университет

Поступила 6.VII.1971

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. R. B. Gordon, A. S. Nowick, Acta Met., 4, 514 (1956).
2. D. R. Frankl, Phys. Rev., 92, 537 (1953).
3. R. Truell, Journ. Appl. Phys., 30, 1275 (1959).
4. J. M. Stivertsen, Acta Met., 10, 401 (1962).
5. А. А. Дургарян, С. В. Каспарова, Э. Л. Ичнатян, Ученые записки ЕГУ, 3 (109), 70 (1968).
6. Р. Гордон. Физическая акустика, 3, часть Б, М. (1968).
7. Е. Г. Швидковский, А. А. Дургарян, Научн. доклады высшей школы, серия физ.-мат. наук, 5, 211 (1958).
8. А. Granato, K. Lücke, Journ. Appl. Phys., 27, 583 (1956).
9. Е. Г. Швидковский, А. А. Дургарян, Н. А. Тяпунина, Науч. доклады высшей школы, серия физ.-мат. наук, 5, 127 (1958).

ԼՈՒՍԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ LiF ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԵՎ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ա. Հ. ԴՈՒՐԳԱՐՅԱՆ, Ս. Վ. ԿԱՍՊԱՐՈՎԱ

Ուսումնասիրված է լույսի ազդեցությունը շճառազայթված և ունեղենյան ու γ -ճառագայթված LiF բյուրեղների ներքին շփման և էլեկտրահաղորդականության վրա:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ լույսի ազդեցությունը առաջացնում է ներքին շփման մեծացում և էլեկտրահաղորդականության կտրուկ անկում:

Իսկ ունեղենյան ու γ -ճառագայթումները էապես չեն ազդում այդ երկու էֆեկտների վրա: Բյուրեղներում շնչին քանակությամբ «թարմ» դիսլոկացիաների առկայության դեպքում լույսի ազդեցության տակ դիսլոկացիաների ժամանակավոր ամրացման կետերի ակտիվացման պատճառով ներքին շփումը անցնում է մաքսիմումով:

Ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցության տակ դիսլոկացիաների ժամանակավոր ամրացման կետերի մի մասը փոխվում է հիմնական ամրացման կետերի, որի պատճառով վերանում է ներքին շփման մաքսիմումը:

ON THE INFLUENCE OF LIGHT ON THE ELECTROMECHANICAL PROPERTIES OF *LiF*

A. A. DURGARIAN, S. V. KASPAROVA

It is investigated the influence of light on the internal friction and electroresistance of *LiF* crystals as exposed to γ and *X*-rays and not. The investigations show, that the illumination raises the internal friction and sharply reduces the electroresistance, the influence of γ and *X*-ray exposition being unobserved.

It is discovered, that in the presence of some fresh dislocations in *LiF* crystals, the character of the influence of light and *X*- and γ -rays on electromechanical properties of the crystals modifies.