

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 548.4 . 534.8

© 1991

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ РЕЛАКСАЦИЯ
ПРИ СБРОСООБРАЗОВАНИИ В CsI

А. М. Петченко, Д. Л. Строилова

Несмотря на то что сбросообразование в кристаллах изучалось ранее достаточно широко [1], действительная природа механизма этого явления до сих пор остается неясной. Изучение сбросообразования из-за ограниченности применяемых экспериментальных методов в основном сводилось к определению предела сбросообразования σ_c и анализу структуры образовавшихся полос сброса. При этом особенности, связанные с динамикой формирования дефектной структуры кристалла до сброса, практически оставались невыясненными.

Для расширения представлений об этих процессах весьма полезными могли бы быть сведения, получаемые с помощью динамических структурно-чувствительных методов, способных следить за тонкими структурными изменениями в образце при его нагружении [2].

Учитывая это, в настоящей работе мы попытались применить ультразвуковой импульсный эхо-метод к исследованию сбросообразования в кристаллах CsI.

Опыты проводились на высокочистых монокристалльных образцах CsI, ось которых была повернута по отношению к кристаллографическому направлению [100] на угол $\varphi = 2^\circ 30'$, контролируемый рентгенографическим методом. Образцы деформировали сжатием со скоростью деформации $\dot{\epsilon} = 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ при комнатной температуре. Ультразвуковые исследования проводились в амплитудно-независимой области на частоте $f = 7.5 \text{ МГц}$. Режим приготовления, отжига образцов и другие манипуляции с ними описаны в [3]. Запись кривой нагружения $\sigma - \epsilon$, а также изменений затухания α и скорости v ультразвука проводилась одновременно в автоматическом режиме.

В результате опытов было обнаружено, что зависимость $\sigma(\epsilon)$ при непрерывном нагружении образца оставалась линейной вплоть до появления сброса. При этих условиях образец деформировался упруго и релаксации напряжений при остановке захватов деформационной машины не наблюдалось. Совершенно другим было поведение акустических параметров. С ростом нагрузки в образце величина акустических потерь увеличивалась, а скорость распространения упругих волн снижалась. При переводе деформационной машины в режим релаксации наблюдался возврат затухания и скорости ультразвука. Производя ступенчатое нагружение образца, мы нашли график изменения глубины релаксации затухания $\Delta\alpha$ в зависимости от приведенного напряжения σ/σ_c (рис. 1), откуда видно, что зависимость $\Delta\alpha(\sigma/\sigma_c)$ имеет вид кривой с максимумом. Установлено, что сброс всегда наступает лишь после того, как величина $\Delta\alpha$, пройдя через максимум, достигнет своего минимального значения.

На рис. 2 приведены временные зависимости относительной скорости $\Delta v/v_0$ и затухания α ультразвука, снятые при напряжении $\sigma = 6.3 \text{ МПа}$. Как видно, релаксация указанных характеристик протекает очень быстро

и уже через 2 мин практически прекращается. Используя кривые $\alpha(t)$ и $(\Delta v/v_0)(t)$, можно найти изменения параметров дислокационной структуры — плотности дислокаций Λ и средней длины дислокационного сегмента L от времени по формулам [4]

$$\Lambda = \frac{8.68 \cdot 10^{-6} \pi^4 f^2 B}{\Delta G b^2} \left[\frac{(\Delta v/v_0)^2}{\alpha} \right], \quad (1)$$

$$L = \frac{1}{2f} \left(\frac{2Gb^2 10^6 \alpha}{\pi(1-\nu) \cdot 8.68B (\Delta v/v_0)} \right)^{1/2}, \quad (2)$$

где B — коэффициент вязкости, G — модуль сдвига, b — вектор Бюргера, Ω — ориентационный фактор, ν — коэффициент Пуассона, $\Delta v = (v_0 - v)$ — разность значений скоростей звука в кристалле до и после деформации. При вычислении Λ и L значения величин $B = 2.33 \cdot 10^{-5}$ Па·с, $\Omega =$

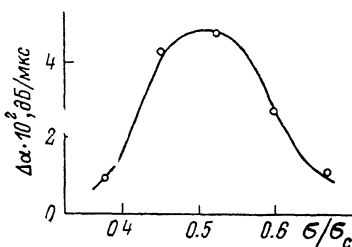


Рис. 1. Зависимость глубины возврата затухания ультразвука $\Delta\alpha$ от приведенного напряжения σ/σ_c .

$= 0.01$, $gb^2 = 13.16 \cdot 10^{-10}$ Н и $\nu = 0.25$ брались из [3]. Вид полученных зависимостей изображен на рис. 2 (кривые 3, 4). Анализ показывает, что уменьшение эффективной длины дислокационной петли и постоянство плотности дислокаций в процессе динамического возврата не является характерной особенностью лишь для кристаллов CsI. Аналогичные эффекты, связанные со стабилизацией дислокационной структуры в условиях релаксации напряжений, наблюдались и на других кристаллах, в частно-

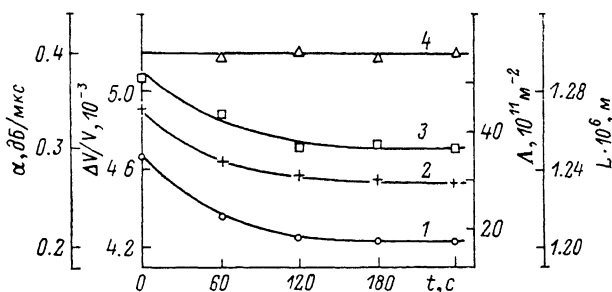


Рис. 2. Временные зависимости относительной скорости (1) и затухания (2) ультразвука, а также средней эффективной длины дислокационного сегмента (3) и плотности дислокаций (4).

сти на NaCl [2, 5]. Наблюдаемое подобие в ходе кривых $L(t)$ и $\alpha(t)$, по-видимому, можно трактовать как результат проявления связи $\alpha \sim L^4$ [4]. На ее основе экспериментальные результаты (рис. 2) можно объяснить следующим образом. При деформировании кристалла происходит раскрепление старых и возникновение новых дислокаций, что ведет к росту $\Delta\alpha$. В дальнейшем, по мере накопления в кристалле различного рода дефектов, подвижность дислокаций и связанный с ней динамический возврат должны уменьшаться, что и наблюдается на опыте.

Нам представляется, что результаты настоящей работы и неплохо дополняющие их данные по CsI, полученные другими методами [6, 7], достаточно определенно свидетельствуют о том, что образованию полос сброса предшествуют процессы, связанные с определенной перестройкой дислокационной структуры кристалла.

Такое заключение подтверждает ранее высказанное предположение в [8] относительно роли скольжения и упрочнения в процессах сбросообразования.

Приносим глубокую благодарность А. А. Урусовской за постоянный интерес к работе и ценные указания.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Дисклинация и ротационная деформация твердых тел / Под ред. В. И. Владимиро-ва. Л., 1988. 227 с.
- [2] Петченко А. М., Мозговой В. И., Спренко А. Ф., Урусовская А. А. // ФТТ. 1989. Т. 31. № 6. С. 127—130.
- [3] Петченко А. М., Строилова Д. Л., Урусовская А. А. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 11. С. 3456—3459.
- [4] Труэлл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела / Под ред. И. Г. Михайлова. М.: Мир, 1972. 307 с.
- [5] Ракова Н. К., Предводителев А. А. // Релаксационные явления в твердых телах. М.: Металлургия, 1968. С. 283—288.
- [6] Naimi E. K., Tyarunina N. A., Kurbanov G. Z. // Phys. St. Sol. (a). 1987. V. 99. N 2. P. 353—363.
- [7] Urusovskaya A. A., Thyagarajan R. // Phys. St. Sol. 1965. V. 10. P. 349—360.
- [8] Регель В. Р., Бережкова Г. В. // Кристаллография. 1959. Т. 4. № 5. С. 761—767.

Харьковский институт
инженеров городского хозяйства

Поступило в Редакцию
16 апреля 1990 г.

УДК 537.226

© Физика твердого тела, том 33, № 3, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 3, 1991

ВЛИЯНИЕ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В СЕНСИБИЛИЗИРОВАННОМ ПОЛИМЕРНОМ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКЕ НА СПЕКТР ЦИАНИНОВОГО КРАСИТЕЛЯ

К. А. Верховская

В настоящей работе обнаружен структурно-оптический эффект, заключающийся в том, что введенный в полимерный сегнетоэлектрик цианиновый краситель изменяет свой спектр поглощения при структурном фазовом переходе в сегнетоэлектрическом полимере.

Исследовались пленки сополимера винилиденфторида с трифторэтиленом (ВДФ/ТрФЭ) (70/30), структура и сегнетоэлектрический фазовый переход в которых подробно изучены [1, 2]. Сенсибилизированные пленки сополимера изготавливались путем полива совместного раствора сополимера и красителя в ацетоне.

Использовался цианиновый краситель с максимумом поглощения в спиртовом растворе при $\lambda=840$ нм (коэффициент экстинкции $\sim 2 \cdot 10^5$ л·моль⁻¹·см⁻¹). Концентрация красителя в пленке сополимера составляла 1—2 вес. %. Спектры оптического поглощения пленок и их температурные зависимости были сняты на спектрофотометре SPECORD-M40 в неполяризованном свете.

На рис. 1 (кривая 1) представлен спектр оптического поглощения красителя в сополимере, находящемся в сегнетоэлектрической фазе при $T=300$ К. Полосы поглощения при $\lambda=470$ и 840 нм принадлежат ассоциатам и мономерным молекулам красителя соответственно [3]. Видно, что краситель находится преимущественно в форме ассоциатов. Кривая 2 на рис. 1 показывает поглощение красителя в пленке при переходе сополимера в параэлектрическую область при температуре выше температуры