

- [6] Клименко Е.Ю., Мартовецкий Н.Н., Новиков С.И. // ДАН СССР. 1981. Т. 261. № 6. С.1350-1354.
- [7] Альтов В.А., Зенкевич В.Б., Кремлев М.Г., Сычев В.В. Стабилизация сверхпроводящих магнитных систем: М.: Энергоатомиздат, 1984. 312 с.
- [8] Альтов В.А., Львовский Ю.М., Сычев В.В. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. № 2. С. 34-39.
- [9] Львовский Ю.М. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. № 15. С. 39-44.

Поступило в Редакцию
2 апреля 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 9

12 мая 1991 г.

05.2

© 1991

**„БЫСТРЫЕ“ ИЗМЕНЕНИЯ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ
И УСЛОВИЙ ДИФРАКЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ
В $LiNbO_3 : Cu$ ПОСЛЕ
ИМПУЛЬСНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

А.А. Жолудев, В.Н. Трушин,
Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов

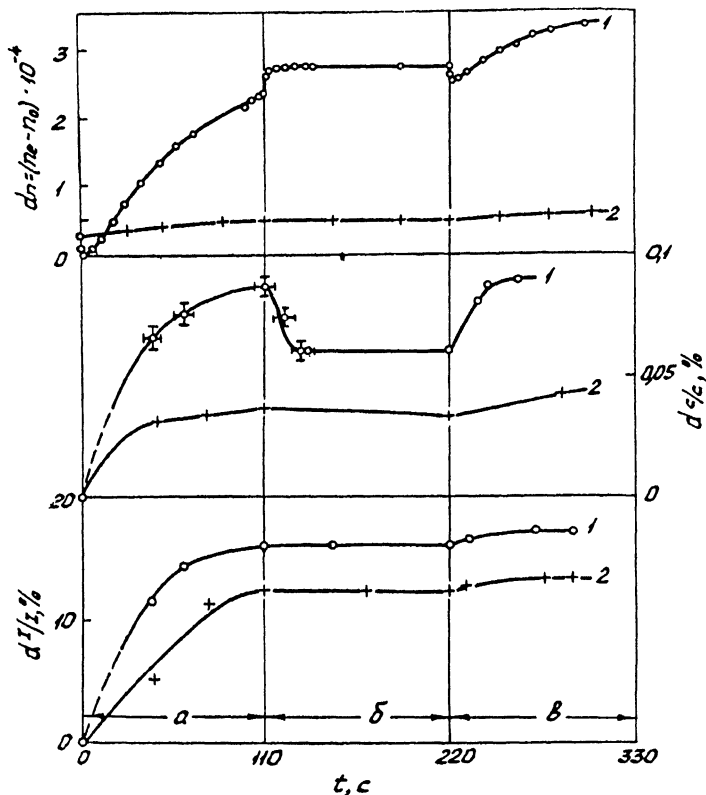
В настоящее время активно исследуются нелинейно-оптические свойства сегнетоэлектриков типа $LiNbO_3$ с целью применения таких кристаллов в качестве материалов для записи оптической информации [1]. В [2] наблюдалось увеличение параметра элементарной ячейки $LiNbO_3 : Fe$ (dc/c) в пределах 10^{-4} при облучении He-Ne лазером. Изменение интенсивности ренгеновских отражений (dI/I) примерно на 10% после длительного освещения $LiNbO_3 : Fe$ непрерывным светом с длиной волны 532 нм наблюдалось в [3]. Указанные изменения параметров элементарной ячейки и интенсивности ренгеновских отражений медленно релаксируют во времени (до одного месяца [4]).

Нами исследованы „быстрые“ изменения двулучепреломления (dn) и параметра элементарной ячейки кристалла $LiNbO_3 : Cu$ после затемнения образца (освещенного импульсным светом с энергией большей $25 \text{ мДж} \cdot \text{см}^{-2}$), которые наблюдались на фоне „медленных“ изменений, аналогичных описанным в [2-4]. При этом для величины интегральной интенсивности дифракционных максимумов такие „быстрые“ изменения не были обнаружены.

Легированный методом высокотемпературной диффузии (0,03 ат.%), кристалл $LiNbO_3:Cu$ размером $15 \times 10 \times 2$ мм³ освещался импульсным лазерным светом с длиной волны 530 нм. Длительность импульсов и частота следования составляла 20 нс и 50 Гц соответственно. Одновременно были проведены измерения значений двулучепреломления $dn = n_e - n_o$, интегральной интенсивности рентгеновского дифракционного максимума (006) и параметра элементарной ячейки (c). Оптические измерения проводились по схеме поляризационно-оптического метода [5] на эллипсометре ЛЭФ-3М-1. Держатель образцов был оснащен устройством стабилизации и контроля температуры кристалла. В процессе измерений температура образца изменялась не более, чем на 7°. Рентгеновские измерения проводились на дифрактометре ДРОН-3 с MoK_α излучением, по двухкристалльной схеме, где в качестве кристалла монохроматора использовался $GaAs$. Перед началом каждого эксперимента образец отжигался при температуре 200 °С в течение 2 часов, а затем выдерживался в темноте до 40 часов.

На рисунке показаны экспериментальные зависимости двулучепреломления dn , относительного изменения параметра элементарной ячейки dc/c и относительного изменения интегральной интенсивности рентгеновских отражений dI/I от времени: для освещенного (участка а, в на графике) и затемненного (участок б) кристалла. Из графиков видно, что освещение $LiNbO_3:Cu$ (участок а) приводит к монотонному изменению величины dn , которое сопровождается таким же монотонным увеличением величин dc/c и dI/I . При этом наблюдаемое изменение величины $dc/c = 0,085\%$ примерно на два порядка больше, чем увеличение данного параметра, связанное с тепловым расширением кристалла $dc/c = 0,0014\%$ (рассчитано по данным [6]). Заметим, что при освещении светом с плотностью энергии выше 25 мДж·см⁻² (кривая 1) в начальный момент наблюдается кратковременное с временем $t = 5$ с уменьшение величины двулучепреломления на $dn = 5 \cdot 10^{-5}$. Однако нам не удалось установить связь с соответствующим изменением рентгено-дифракционных параметров, поскольку время измерения сравнимо с t . Увеличение интегральной интенсивности дифракционного максимума в процессе засветки проявлялось как в виде уширения максимума, так и увеличения его высоты. Максимальные установившиеся значения измеряемых параметров увеличивались при росте плотности энергии лазерного света.

В процессе освещения образец периодически затемнялся и наблюдались темновые изменения dn , dc/c и dI/I (участок б). При этом, при освещении светом с плотностью энергии ниже 25 мДж·см⁻² (кривая 2) данные параметры практически не изменялись после затемнения в течение времени наблюдения (3 часа). Для света с большей энергией (кривая 1) наблюдались „быстрые“ увеличение dn и уменьшение dc/c , с характерным временем изменения около 10 с. Так, для энергии света в



Экспериментальные зависимости изменений двулучепреломления $dn = n_e - n_0$ относительного изменения параметра элементарной ячейки dc/c и относительного изменения интенсивности дифракционного максимума dI/I от времени освещения $LiNbO_3 : Cu$ (участки а, в), и времени темновой релаксации (участки б) при различных плотностях энергии импульсного лазерного света: 1 - 30 мДж·см⁻², 2 - 6 мДж·см⁻².

30 мДж·см⁻² такие изменения dn и dc/c составили $6 \cdot 10^{-5}$ и 0,03 % соответственно. Однако в этом случае нами не было обнаружено соответствующих изменений величины dI/I .

В дальнейшем образец подвергался нескольким таким циклам „свет-темнота“ (участки б, в) и в каждом из них наблюдались „быстрые“ изменения параметров dn и dc/c в темноте. Следует отметить, что нами не обнаружено заметных изменений обоих рентгеновских параметров в направлении (200) обратной решетки кристалла. Отметим, что в [7] также наблюдалось изменение параметра элементарной ячейки в $LiNbO_3$ ($dc/c = 0,04\%$) под

действием электрического поля ($51 \text{ кВ} \cdot \text{см}^{-2}$), что было объяснено перераспределением электронной плотности и изменением фононного спектра.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] E d. G u n t e r P., H u i g n a r d J.P. // Photorefractive materials and their applications. I. Fundamental Phenomena - Berlin, etc.: Springer. 1988-XVI. P. 295.
- [2] A r m o v N.A., V o r o n o v V.V., K u z m i n o w Y.S. // Ferroelectrics. 1978. V. 22. N 1-2. P. 649-650.
- [3] Ф е т и с о в Г.В., Ж у к о в С.Г., А с л а н о в Л.А. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. № 10. С. 13-15.
- [4] А б р а м о в Н.А., В о р о н о в В.В. // Физика твердого тела. 1979. Т. 21. № 4. С. 1234-1236.
- [5] К о н с т а н т и н о в а А.Ф., О к о р о ч к о в А.И., У ю к и н Е.М. // Кристаллография. 1982. Т. 27. № 5. С. 1002-1004.
- [6] Акустические кристаллы. Справочник // Блистанов А.А. и др. М.: Наука, 1982. 632 с.
- [7] F u j i m o t o I. // Acta Cryst. 1982. V. A38. N 3. P. 337-345.

Поступило в Редакцию
5 апреля 1991 г.