

УДК 53.03, 53.07

*О. А. Денисова, А. Н. Чувывров\**

**ЛИНЕЙНЫЙ ПРОДОЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ  
В НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ**

**LINEAR LONGITUDINAL ELECTROOPTICAL EFFECT  
IN NEMATIC LIQUID CRYSTALS**

Уфимская государственная академия экономики и сервиса, кафедра физики,  
450078 Уфа, ул. Чернышевского, д. 145. E-mail: denisovaolga@bk.ru

\*Башкирский государственный университет, кафедра инженерной физики,  
450074 Уфа, ул. Валиди, д. 32

*Экспериментально исследован продольный электрооптический эффект в гомеотропно ориентированных слоях нематических жидких кристаллов. Ячейка представляла собой «сэндвич». Было обнаружено, что интенсивность прошедшего через ячейку света и величина фазовой задержки в зависимости от приложенного напряжения изменяются линейно.*

**Ключевые слова:** нематические жидкие кристаллы, электрооптический эффект.

*The linear longitudinal electrooptical effect in the homeotropically –oriented layers of nematic liquid crystal was investigated experimentally. The cell looked like “a sandwich”. It was established that the intensity of the light passing through the cell and the size of phase delay depending on the applied tension changed linearly.*

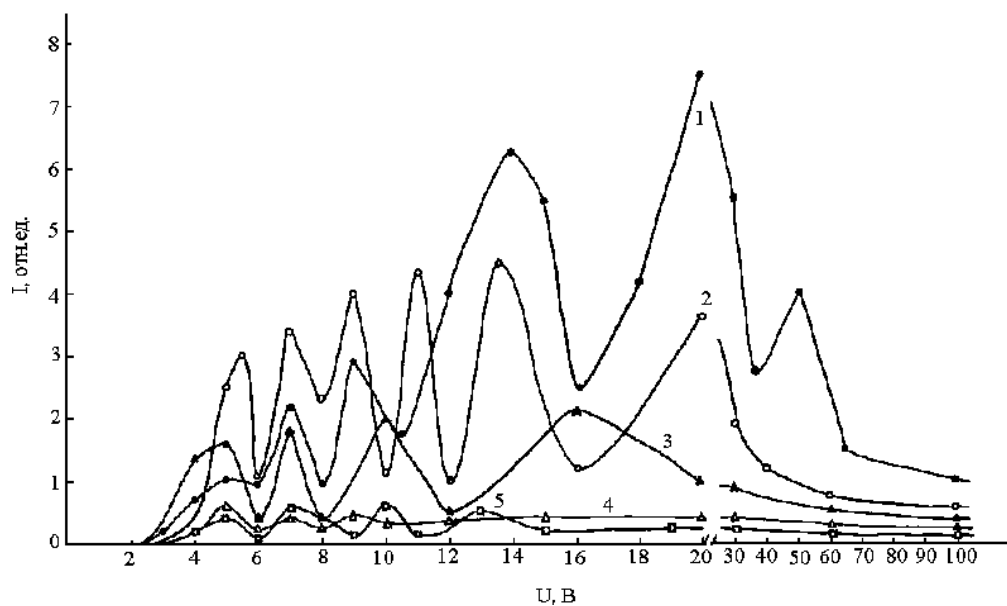
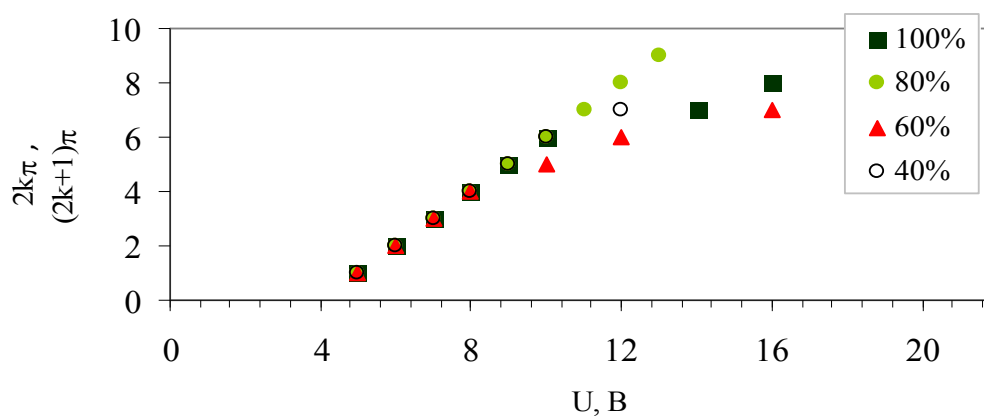
**Key words:** nematic liquid crystals, electrooptical effect.

Существование поперечного электрооптического эффекта в НЖК на сегодняшний день не вызывает сомнения. Это следует автоматически из соотношений (1) для угла ориентации молекул в электрическом поле, но выделить вклады флексоэлектрической и полярной компонент в этой ситуации не возможно. В чистом виде полярную компоненту можно определить при исследованиях продольного электрооптического эффекта, так как в этой ситуации вклад флексоэлектрического слагаемого равен нулю. Для исключения влияния эффекта Фредерикса в исследованиях необходимо использование смесей НЖК с анизотропией диэлектрической проницаемости  $\varepsilon_a \sim 0$ .

Рассмотрим в качестве примера результаты линейного электрооптического эффекта в системе типа тройного сэндвича: токопроводящее стекло – гомеотропно ориентированный НЖК –  $CdS$  – электрод из  $SnO_2$ . Применение  $CdS$  мотивировалось тем, что он является фотопроводником и его проводимость меняется с помощью света различной интенсивности. В качестве ЖК использовалась смесь  $n$ - $n$ -бутил- $n'$ -гептаноил-азоксибензол + МББА.

Типичные кривые для интенсивности проходящего света и фазовой задержки света с длиной волны 550 нм в зависимости от напряжения приведены на рисунке.

На рисунке: *a* – аналоговая кривая, *б* – инженерная кривая, соответствующая зависимости фазовой задержки от напряжения. Кривые последней с большой точностью (<10 %) описывают линейное изменение двулучепреломления ячейки, и, соответственно, фазовой задержки в зависимости от приложенного к ячейке напряжения. Однако при больших напряжениях линейный закон нарушается и появляется тенденция к насыщению изменений  $I/I_0$ .

*a**б*

*a* – Аналоговая кривая, *б* – зависимости фазовой задержки и величины засветки подложки в процентах от приложенного к ячейке напряжения

Рассмотрим упрощенную теорию линейного электрооптического эффекта с учетом поверхностной поляризации. Поскольку в вышеописанных экспериментах у НЖК  $\varepsilon_a \approx 0$ , то его можно считать полубесконечным с условием  $\theta \rightarrow 0$  при  $z \rightarrow \infty$ .

Тогда с учетом

$$S_1^*(z) = S_{10} \frac{Sh(-\lambda z)}{Sh(\lambda h/2)} + S_{1\infty},$$

где  $S_{10}$  – параметр порядка вблизи поверхности в отсутствии поля,  $\lambda = \left( \frac{C_4}{\alpha T' - C_1} \right)^{-1/2}$ ,

т. е. поляризация  $p$  убывает от электрода как

$$p = p_0 S_1 = p_0 S_{10} e^{bz},$$

$b = -1/\delta$ ,  $\delta$  – эффективная глубина существования поверхностной поляризации, уравнение состояния НЖК будет иметь вид

$$k\theta_{xx} + Ep_0 S_{10} e^{bz} \theta = 0. \quad (1)$$

Введем новые константы и переменные  $a = \frac{p_0 S_{10} E}{k}$ ,  $y = \eta(\xi)$ ,  $\xi = e^{bz}$ , получаем уравнение, решение которого хорошо известно. Его вид

$$b^2 \xi \frac{d^2 \eta}{d\xi^2} + \frac{d\eta}{d\xi} + a\eta = 0, \quad (2)$$

а его решение

$$\eta[\theta] = \eta_0 [\theta_0] (d'-1)(d'-3)\dots(d'-2n+1) e^{\pm v z},$$

$$d' = z \frac{d}{dz}, \quad v = \frac{1}{c} = \frac{b}{a},$$

отсюда при  $a \ll 1$ , получаем для  $\Delta n \sim \frac{p_0 S_{10} E}{k}$ , что и соответствует рисунку, б. Величина

$\theta_0$  определяется из условий слабого сцепления выражением  $\vec{n} \times \vec{g}$  (на поверхности).

Таким образом, выше рассмотрен продольный электрооптический эффект, при котором фазовая задержка и величина засветки подложки в зависимости от напряжения изменяются линейно, что является нетривиальным фактом. Результаты изучения этого эффекта могут быть использованы для разработки систем отображения информации, дисплеев.

Поступила в редакцию 11.02.2011 г.