

[8] Ма к - Д а н и е л ь И., М э з о н Э. Подвижность и диффузия ионов в газах. М., 1976. 422 с.

[9] Л е т о х о в В.С. Нелинейные селективные фотопроцессы в атомах и молекулах. М.; 1983. 408 с.

Поступило в Редакцию
14 июня 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 19 12 октября 1988 г.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА АКУСТООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В НЕМАТИКЕ

С.В. П а с е ч н и к, В.А. Б а л а н д и н,
В.И. К и р е е в

В настоящее время жидкие кристаллы рассматриваются как перспективные материалы для использования в акустооптических устройствах различного назначения [1]. Несмотря на достаточно интенсивные экспериментальные и теоретические исследования акустооптического эффекта в тонких (менее 500 мкм) нематических слоях, влияние внешних факторов на стационарные и кинетические характеристики данного эффекта изучено недостаточно полно. В частности, отсутствует информация о воздействии давления на акустооптический эффект, которая необходима для прогнозирования работы технических устройств при вариации термодинамических параметров состояния. Ниже приводятся первые экспериментальные результаты по этому вопросу.

Акустооптический эффект наблюдался в слое нематического жидкого кристалла Н-37 (смесь МББА и ЭББА в отношении 1:1) толщиной (h) 110 мкм при возбуждении его ультразвуковыми колебаниями частотой 186 кГц в геометрии, описанной ранее [2, 3]. Воздействие ультразвуковых колебаний на слой нематика с первоначальной гомеотропной ориентацией приводило к изменению интенсивности проходящего через него света. В результате эксперимента регистрировались временные изменения $I(t)$, имевшие место при включении и выключении источника ультразвука в условиях вариации давления в слое нематика. Системы создания давления и регистрации интенсивности оптического сигнала описаны в работе [4].

На рис. 1 приведены экспериментальные зависимости $I(t)$ для различных давлений (P) при постоянстве значений других параметров, способных влиять на наблюдаемые эффекты (температуры и напряжения на пьезопреобразователе U_a). При достаточно малых значениях U_a зависимость $I(t)$ при включении и выключении источника ультразвука носит монотонный характер, что объясняется малостью (по сравнению с π) разности фаз (δ) между обычно-

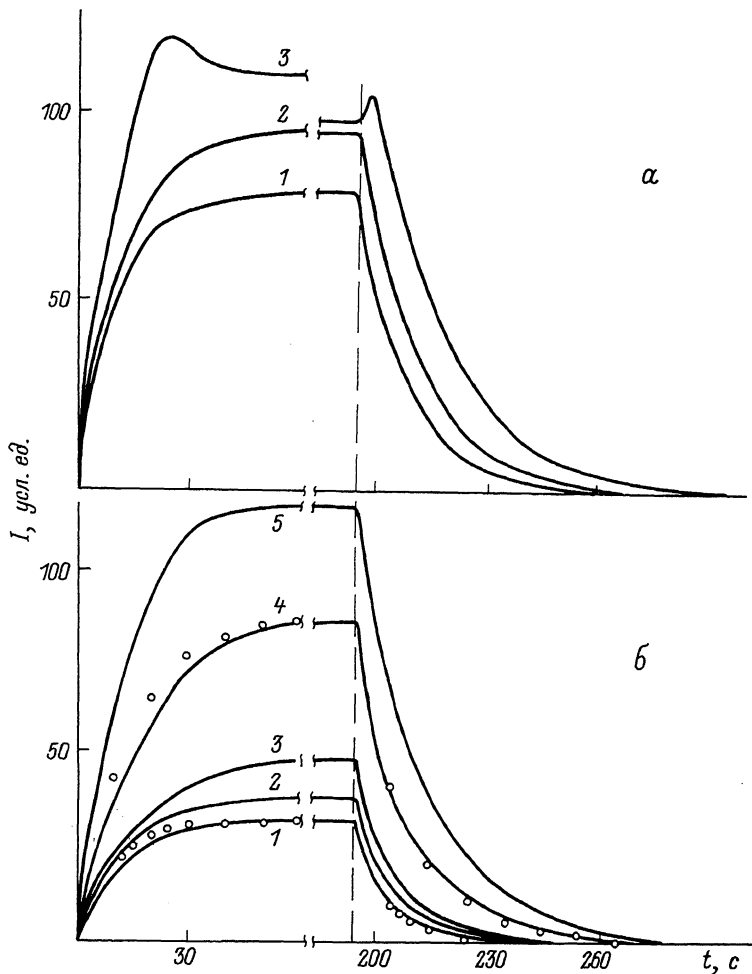


Рис. 1. Временные диаграммы изменения интенсивности света, прошедшего через ячейку при включении и выключении источника ультразвука: а) $U_{\alpha} = 14$ В, 1 - 0.1 МПа, 2 - 20 МПа, 3 - 35 МПа; б) $U_{\alpha} = 13$ В, 1 - 0.1 МПа, 2 - 10 МПа, 3 - 20 МПа, 4 - 30 МПа, 5 - 35 МПа. Точки - рассчитанные по формулам (3) и (4) теоретические значения I . (Штриховая линия соответствует моменту выключения источника ультразвука).

венным и необыкновенным лучами, прошедшими через жидкокристаллический слой. При больших значениях U_{α} величина δ момент превысит π , что приводит к появлению на зависимости $I(t)$ локальных экстремумов.

Как следует из рис. 1, увеличение давления при малых значениях U_a приводит к возрастанию стационарного значения I_S и таким образом - к повышению чувствительности жидкого кристалла к воздействию ультразвуковых колебаний. При этом при достаточно больших давлениях на зависимости $I(t)$ появляются локальные экстремумы, как и в случае возрастания U_a . В таблице приведены значения I_S для различных давлений при $U_a = 13$ В.

$P, 10^5$ Па	1	50	100	150	200	250	300	350
I_S , усл. ед.	6.5	6.7	7.5	7.8	10.0	14.2	16.8	22.5

В случае, когда уже при атмосферном давлении зависимость $I(t)$ имеет немонотонный характер, влияние давления сводится к смещению положения экстремумов и увеличению их количества, что также свидетельствует о возрастании чувствительности слоя нематика.

В общем случае зависимости I от времени достаточно сложны и определяются соответствующей зависимостью среднего (по k) квадрата угла отклонения $\langle \theta^2(t) \rangle$ директора от нормали:

$$I \sim \sin^2 \frac{\delta}{2}, \quad \delta = \frac{2\pi h}{\lambda} \Delta n \langle \theta(t) \rangle, \quad (1)$$

где λ - длина световой волны, Δn - анизотропия показателя преломления. Множитель 2 в выражении для δ соответствует двойному прохождению луча через жидкий кристалл при отражении.

В реальной ситуации воздействие ультразвука приводит к изменению угла θ от некоторого начального значения θ_0 , определяемого несовершенством исходной гомеотропной ориентации, и существующими в слое нематика тепловыми флуктуациями директора.

В линейном приближении вариации угла θ могут быть представлены в виде пространственного Фурье-разложения, при этом амплитуды гармоник изменяются с характерными временами, определяемыми выражением [5]:

$$\tau_n = \frac{\gamma_1^* h^2}{k_{33} \pi^2 n^2}, \quad (2)$$

где n - номер гармоники, γ_1^* - перенормированный, с учетом обратного потока, коэффициент вращательной вязкости, k_{33} - модуль Франка. При достаточно больших значениях времени, прошедшего с момента начала или прекращения действия ультразвука, временные изменения угла θ определяются в основном первой гармоникой. При этом для $\delta \ll \pi$, учитывая, что $\theta_0 \neq 0$, изменения величины I со временем описываются выражениями (3), (4) соответственно для включения и выключения источника ультразвука.

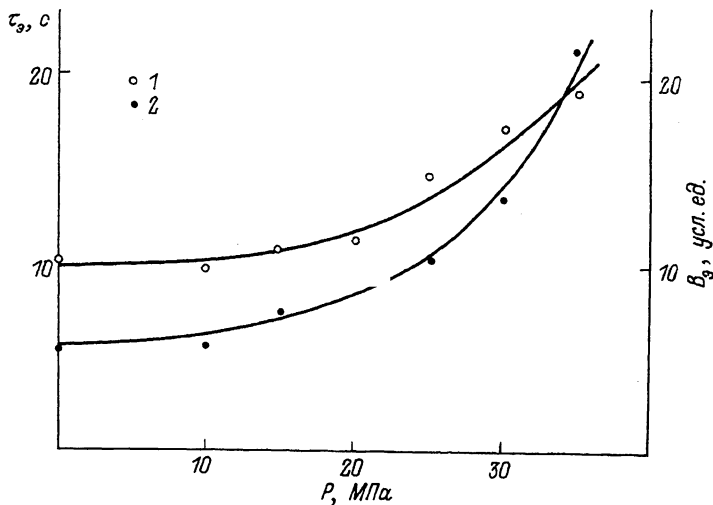


Рис. 2. Зависимость от давления параметров $\tau_3(1)$ и $B_3(2)$ при $U_a = 13$ В.

$$\Delta I(t) = I_s - I(t) = A_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}}, \quad (3)$$

$$\Delta I(t) = I(t) - I_0 = B_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}}, \quad (4)$$

где I_0 — начальное значение интенсивности, связанное с углом θ , A_1 и B_1 — константы.

Обработка экспериментальных зависимостей показывает, что выражение вида (4) с одним временем релаксации τ_3 и константой B_3 хорошо описывает процесс уменьшения интенсивности света при достаточно больших временах для всех значений P и U_a .

На рис. 2 приведены зависимости $\tau_3(P)$ и $B_3(P)$. С ростом давления наблюдается возрастание обоих параметров. Отметим, что оценка времени релаксации первой гармоники, выполненная, согласно (2), по известным параметрам γ_1 и k_{33} , дает значение 15.7 с при $P = 10^5$ Па. Эта величина превышает значение τ_3 , что связано, по-видимому, с существенной перенормировкой γ_1 ($\gamma_1^* < \gamma_1$) в рассматриваемой геометрии [5].

Возрастание τ_3 с увеличением давления можно объяснить соответствующей зависимостью $\gamma_1(P)$, полученной ранее экспериментально [6]. Можно показать, что при $\Delta\theta = \theta(t) - \theta_0 < \theta_0$ $A_1 \sim B_1 \sim \tau_1$ и, следовательно, возрастает с давлением, что и наблюдалось в эксперименте (рис. 2). Отметим, что определенные, согласно (3), времена возрастания интенсивности соответствуют временам τ_3 , представленным выше. Таким образом, впервые установлено, что

давление повышает времена релаксации и чувствительность жидкого кристалла к акустическому воздействию.

Л и т е р а т у р а

- [1] Капустин А.П., Капустина О.А. Акустика жидких кристаллов. М.: Наука, 1986.
- [2] Ежов С.Г., Пасечник С.В., Баландин В.А. - Письма в ЖТФ, 1984, т. 10, в. 8, с. 479.
- [3] Попов А.И., Пасечник С.В., Баландин В.А., Ноздрев В.Ф. - Письма в ЖТФ, 1982, т. 8, № 16, с. 998.
- [4] Киреев В.И., Пасечник С.В. В сб.: Применение ультразвуки к исследованию вещества, вып. 36, М., ВЗМИ, 1984, с. 58.
- [5] Блинов Л.М. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. М.: Наука, 1978.
- [6] Pasечник S.V., Larionov A.N., Balandin V.A., Nozdrey V.F. - J. Physique, 1984, v. 45, p. 441.

Всесоюзный заочный
машиностроительный институт

Поступило в Редакцию
17 марта 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 19 12 октября 1988 г.

ВЛИЯНИЕ УПОРЯДОЧЕНИЯ ИОНОВ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ СКАНДОНИОБАТА И СКАНДОТАНТАЛАТА СВИНЦА

Л.С. Камзина, Н.Н. Крайник,
Л.М. Сапожникова, И.С. Бараш,
Н.В. Зайцева

Соединения $PbSc_{1/2}Nb_{1/2}O_3$ (PSN) и $PbSc_{1/2}Ta_{1/2}O_3$ (PST) являются сегнетоэлектриками со структурой перовскита, испытывающими фазовый переход I рода между сегнетоэлектрическим и параэлектрическим состояниями. Степень размытия этого перехода зависит от степени упорядочения (S) ионов Sc^{3+} и Nb^{5+} в PSN и Sc^{3+} и Ta^{5+} в PST в октаэдрических положениях в решетке. В кристаллах с дальним порядком ($S = 1$) наблюдается четкий фазовый переход, в отсутствие дальнего порядка фазовый переход размывается. Изменяя температурные условия выращивания монокристаллов [1] или условия термообработки [2] можно влиять на степень упорядочения ионов S . Возможность получить в одном и том же соединении разных характер фазовых переходов определя-