

05;08  
©1995

## ОРИЕНТАЦИОННЫЙ ПЕРЕХОД ДИРЕКТОРА В НЕМАТИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ, ИНИЦИИРУЕМЫЙ ПЕРИОДИЧЕСКИМ СДВИГОМ

*А.Н. Чувывров, Б.Х. Мулюков, О.А. Скалдин*

Переход Фредерикса как пороговое явление ориентационной неустойчивости нематического жидкого кристалла (НЖК) во внешних электрическом и магнитном полях достаточно хорошо изучен [1]. Переориентации директора также можно добиться деформацией сжатия, вызванной действием акустических полей, в основном мегагерцевого диапазона [2-6]. В данной работе был исследован ориентационный переход под действием периодического сдвига в ультразвуковом диапазоне.

Для наблюдения воздействия периодического сдвига на НЖК было выбрано соединение метаксипбензилиденбутиламин (МБА), которое находится в нематической фазе при комнатной температуре, что делает его очень удобным для исследований. НЖК заключался в ячейку типа "сэндвич" (рис. 1, а). Одна подложка ячейки представляет собой стекло с напыленным проводящим слоем хрома. Другой подложкой является пластина пьезокристалла  $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$  (размер  $10 \times 15$  мм), на обе поверхности которой напылен также металлический хром. Наличие проводящих слоев хрома на подложках обеспечивало получение спонтанной гомеотропной ориентации НЖК. В то же время слои хрома на поверхностях пьезокристалла служили электродами для приложения переменного электрического поля. При такой схеме воздействия на пьезокристалл электрического поля пластинка, вырезанная из пьезокристалла по плоскости (100), позволяет получить ультразвуковые колебания вдоль своей поверхности. Амплитуда переменного электрического напряжения изменялась от 0 до 100 В, в частотном диапазоне от 10 до 100 кГц. Для получения больших (до  $10^{-6}$  см) амплитуд сдвига использовалась резонансная частота колебаний пьезокристалла. В исследуемом частотном диапазоне пьезокристалл имел одну резонансную частоту и до 25 обертонов. Эти гармоники были использованы для изучения частотных характеристик порога просветления НЖК. Толщина слоя НЖК задавалась прокладками из слюды и варьировалась от 10 до 80 мкм. Ячейка устанавливалась на столике поляризованного микроскопа "Amplival — Pol.U". Для проведения поляризационно-оптического анализа использовалась спектрофотометрическая насадка "СФН-10 ЛОМО".

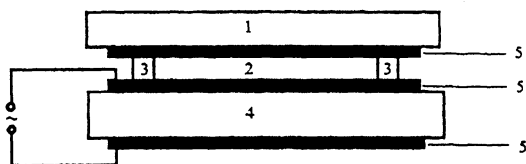
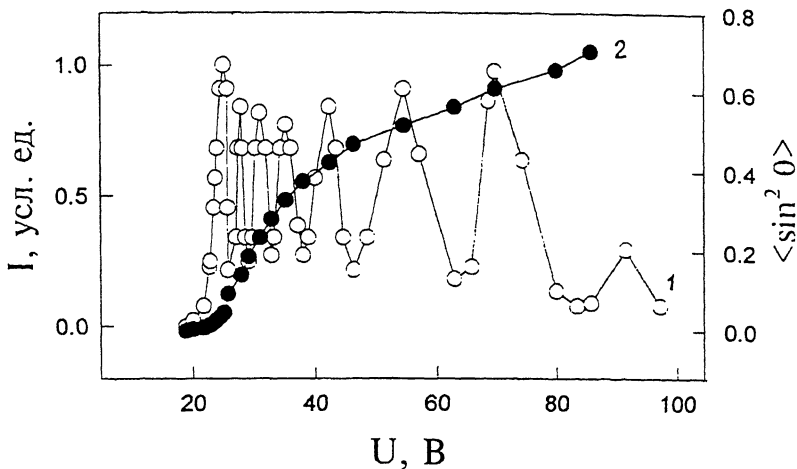
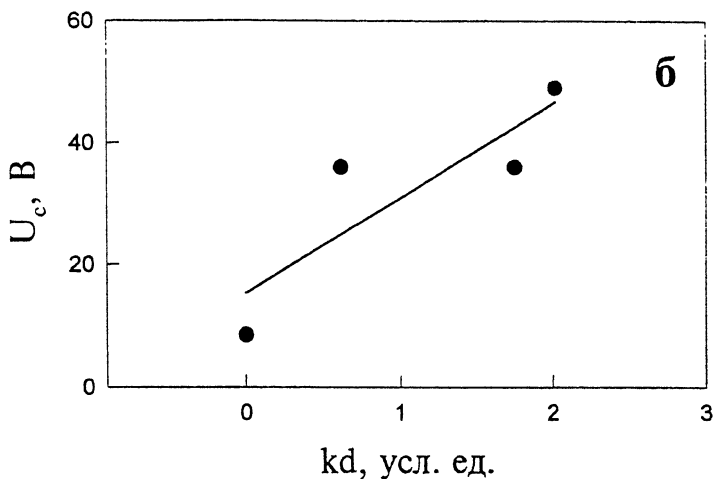
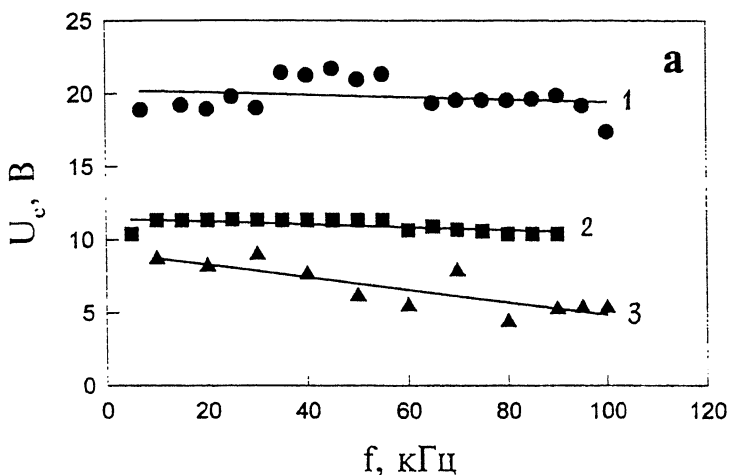


Рис. 1. Схема экспериментальной установки (а): 1 — стеклянная пластина, 2 — нематический жидкий кристалл, 3 — прокладки из слюды, 4 — пьезокристалл, 5 — полупрозрачные пленки напыленного хрома; зависимости светопропускания ячейки  $I$  1 и  $\langle \sin^2 \theta \rangle$  2 от величины напряжения на пьезокристалле при частоте прикладываемого поля  $f = 90.09$  кГц и толщине слоя НЖК  $h = 20$  мк (б).

Ниже приводится анализ полученных результатов. При достижении определенного значения  $U_c$  наблюдается просветление НЖК, следовательно, происходит переориентация директора. При анализе переменной составляющей проходящего через ячейку светового потока обнаружена модуляция света на удвоенной частоте возбуждения пьезокристалла, что говорит о периодической деформации в объеме НЖК и распространении ориентационной волны [8].

На рис. 1, б приводятся зависимости пропускания поляризованного света через ячейку  $I$  (кривая 1) от напряжения  $U$  на поверхностях пьезокристаллической пластинки. Как видно, светопропускание имеет осциллирующий характер и четко выраженную величину порогового напряжения на пьезокристалле (николи скрещены). Математическая обработка зависимости светопропускания от напряжения позволяет получить зависимость среднеквадратичного угла отклонения директора от нормали  $\langle \sin^2 \theta \rangle$  от напряжения  $U$  (кривая 2), которая представлена на рис. 1 (кривая 2).



**Рис. 2.** Зависимости:  $q$  — пороговых значений напряжения  $U_c$  на пьезокристалле для возникновения ориентационной неустойчивости от частоты прикладываемого напряжения  $f$  при разной толщине слоя НЖК  $h$ : 1 — толщина 65 мк, 2 — 40 мк, 3 — 20 мк; б — величины порогового напряжения  $U_c$  на пьезокристалле для возникновения ориентационной неустойчивости от толщины пленки хрома, напыленной на пьезокристалл  $d$ , при толщине слоя НЖК  $h = 40$  мк (где  $k$  — линейный коэффициент поглощения тонкой пленки хрома).

Далее, определенный интерес представляет для возможных практических приложений пороговая зависимость возникновения ориентационной неустойчивости от частоты

ты переменного электрического поля и толщины ячейки (рис. 2, а). Пороговые значения напряжения  $U_c$  слабо зависят от частоты подаваемого поля, а с увеличением толщины образцов  $U_c$  спадают. Последнее объясняется, по-видимому, ослаблением действия поверхностей на ориентацию нематика. Так как пьезоэлектрический кристалл силиката висмута является полупроводником  $p$ -типа, то в объем НЖК с его поверхности идет инжекция зарядов [9], которая влияет на ориентацию слоя поверхностной поляризации [10] и величину поверхностного поля. Поэтому крайне важно рассмотреть влияние этого процесса на пороговые характеристики данного явления. В частности, это можно проверить, создавая экранирующий металлический слой разной толщины на пьезокристалле посредством напыления хрома. Толщина пленки измерялась по светопоглощению. На рис. 2, б представлена зависимость порога просветления НЖК — пленка от безразмерного параметра  $kd$  ( $k$  — коэффициент поглощения пленок  $\text{cm}^{-1}$ ). Из нее следует, что с увеличением толщины  $d$  растет величина порога просветления. Отсюда можно констатировать, что исследуемый эффект является следствием совместного действия двух факторов: периодического сдвига и поверхностного электрического поля.

Таким образом, в данной работе исследован новый акустооптический эффект — переориентация директора под действием периодического сдвига ультразвукового диапазона. Получены пороговые характеристики развития акустооптического эффекта от частоты приложенного к пьезокристаллу электрического поля  $f$ , толщины слоя НЖК  $h$ , толщины напыленного на пьезокристалл хрома  $d$ , экранирующего воздействие инжекции зарядов с поверхности пьезокристалла в объем пленки НЖК.

### Список литературы

- [1] Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 1983. 104 с.
- [2] Капустин А.П., Капустина О.А. Акустика жидких кристаллов. М.: Наука, 1986. 94 с.
- [3] Кожеевников Е.Н., Гуськов Н.К. // Акустический журнал, 1983. Т. 29. С. 38–41.
- [4] Candau S., Fierre A., Peters A., Waton G., Pieranski P. // Mol. Cryst. and Liquid Cryst. 1980. V. 61. P. 7–12.
- [5] Lebrun J. These Strasbourg: Universite Louis Pasteur, 1978. P. 91.
- [6] Perbet J.N., Hareng M., Le Berre S. // Rev. Phys. Appl. 1979. V. 14. P. 569–571.
- [7] Кондратенко В.К., Фарзтдинов М.М., Чувыров А.Н. // ФТТ. 1975. Т. 17. № 3. С. 795–799.

- [8] Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 342 с.
- [9] Чуевров А.Н., Закирова А.Д. // Письма в ЖТФ. 1981. Т. 7. В. 23. С. 1426-1429.
- [10] Хайретдинов И.А., Чуевров А.Н. // ДАН СССР. 1980. Т. 255. № 2. С. 437-439.

Башкирский  
государственный университет  
Уфа

Поступило в Редакцию  
22 июня 1995 г.

---