

## Исследование поведения показателей преломления жидкокристаллического сегнетоэлектрика с субволновым шагом спирали при квадратичном электрооптическом эффекте

С. П. Котова<sup>1,\*</sup>, Е. П. Пожидаев<sup>2,†</sup>, С. А. Самагин<sup>1,‡</sup><sup>1</sup>Самарский филиал Физического института им. П.Н. Лебедева РАН  
Россия, 443011, Самара, Ново-Садовая, д. 221<sup>2</sup>Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН  
Россия, 119991, Москва, Ленинский проспект, 53

Представлены результаты экспериментального исследования поведения показателей преломления ячейки с сегнетоэлектрическим жидким кристаллом с субволновым шагом спирали с ориентацией оси геликоида вдоль подложек.

PACS: 42.70.Df. УДК: 535.542.

Ключевые слова: сегнетоэлектрический жидкий кристалл, показатель преломления.

Оптически активные устройства на основе жидких кристаллов получили широкое распространение для управления пространственными и временными характеристиками оптического излучения. Как правило, в задачах адаптивной оптики и в оптических пинцетах требуются устройства, способные осуществлять чисто фазовую модуляцию света, то есть без изменения состояния поляризации. Этому требованию удовлетворяют устройства на основе ориентационных эффектов в нематических жидких кристаллах (ЖК). Характерные частоты модуляции составляют для них несколько десятков Гц. Однако, такое быстродействие ограничивает возможности использования ЖК элементов на основе нематиков. Отсюда интерес к исследованию электрооптических эффектов в смектических жидких кристаллах (СЖК), характеризующихся более высоким по сравнению с нематиками быстродействием. На решение этой проблемы направлены исследования спиральных наноструктур СЖК [1, 2]. Показано, что структура сегнетоэлектрика, шаг спирали которой много меньше длины волны света, в отсутствие электрического поля в оптическом смысле эквивалентна одноосному кристаллу. Во внешнем поле структура становится двуслойной, все три её показателя преломления, различаются между собой. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования поведения показателей преломления ячейки с сегнетоэлектрическим ЖК с субволновым шагом спирали с ориентацией оси геликоида вдоль подложек. Использовался СЖК-587, имеющий шаг спирали 150 нм. Толщина ячеек составляла 50 мкм.

При приложении электрического поля к ячейке СЖК эллипсоид показателей преломления деформируется. При этом происходит поворот оси эллипсоида и изменение значений показателей преломления вдоль осей. Мы измерили поворот проекции большой оси в плоско-

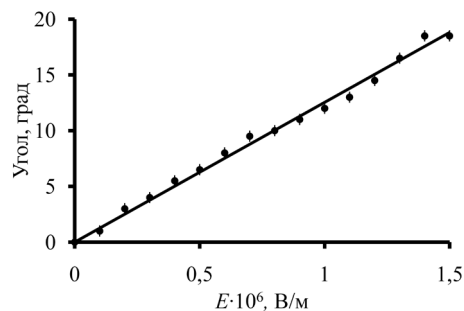


Рис. 1: Зависимость угла отклонения большой оси эллипсоида показателей преломления от напряженности приложенного электрического поля для СЖК 587

сти перпендикулярной направлению распространения света. Ячейка помещалась между двумя скрещенными поляроидами. Источником излучения служил He-Ne лазер с длиной волны 633 нм. На ячейку подавалось напряжение с профилем в виде симметричного меандра с частотой 40 Гц. Амплитуда изменялась от 0 до 100 В. Время переключения СЖК не превосходило 0,3 мс во всём диапазоне амплитуд. График зависимости угла поворота большой оси эллипсоида показателей преломления от величины приложенного напряжения для положительного полупериода представлен на рис. 1, что согласуется с результатами, представленными в [2].

Были проведены измерения изменения показателей преломления сегнетоэлектрической ЖК ячейки при приложении электрического поля. Измерения проводились на основе интерферометра Маха–Цендера. В одно из плеч помещалась ячейка. Перед интерферометром и после него располагались поляроиды. При каждом значении амплитуды приложенного напряжения производилось измерение фазовой задержки СЖК вдоль и поперёк большой оси эллипсоида показателей преломления. Для этого, используя данные о повороте большой оси эллипсоида СЖК в зависимости от напряжения (рис. 1), поворачивали оба поляроида так, чтобы

\*E-mail: kotova@fian.smr.ru

†E-mail: epozhidaev@mail.ru

‡E-mail: samagin@fian.smr.ru

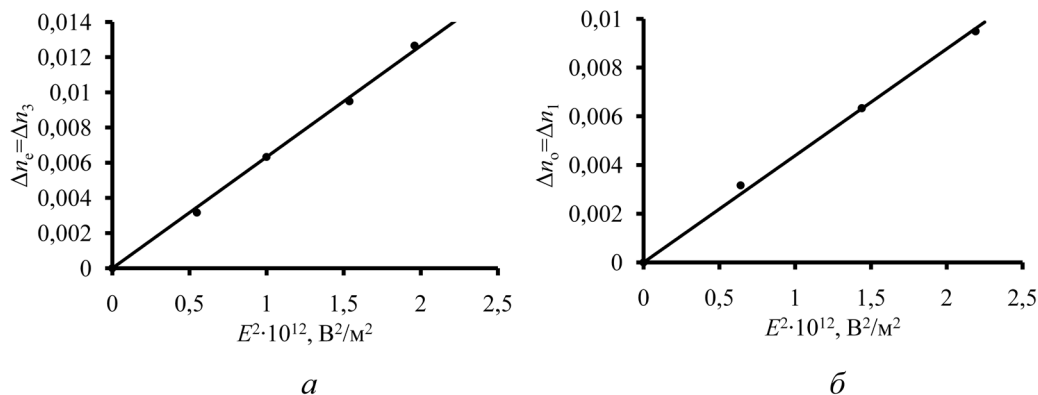


Рис. 2: Зависимость изменения показателей преломления СЖК 587 для света с поляризацией параллельной (а) и перпендикулярной (б) большой оси эллипсоида показателей преломления

ось ячейки совпадала или была перпендикулярна направлению поляризации падающего света. Результаты представлены на рис. 2.

Как видно из рисунка, зависимости изменения показателей преломления квадратичны по полю, что также согласуется с теорией [2]. Данные экспериментальные зависимости изменения показателей преломления жид-

кокристаллического сегнетоэлектрика с субволновым шагом спирали при квадратичном электрооптическом эффекте получены впервые.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 13-02-00598).

[1] Kiselev A.D. et al. Phys. Rev. E. **83**, N3. P.031703. (2011).

[2] Pozhidaev E.P et al. Phys. Rev. E. **87**, N5. P.052502. (2013).

## Study of the behavior of the refractive indices of the ferroelectric liquid crystal with subwavelength helix pitch under the quadratic electro-optical effect

S. P. Kotova<sup>1,a</sup>, E. P. Pozhidaev<sup>2,b</sup>, S. A. Samagin<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Samara Branch of the P. N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences  
Samara, 443011, Russia

<sup>2</sup>P. N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences  
Moscow 119991, Russia

<sup>a</sup>kotova@fian.smr.ru, <sup>b</sup>epozhidaev@mail.ru, <sup>c</sup>samagin@fian.smr.ru

The results of experimental study of the behavior of the refractive indices of the cell with a ferroelectric liquid crystal with subwavelength helix pitch are presented for the case when helix axis is oriented along the substrate.

PACS: 42.70.Df.

Keywords: ferroelectric liquid crystal, refractive index.

### Сведения об авторах

1. Котова Светлана Павловна — канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник; заведующая лабораторией; тел.: (846) 335-57-31, e-mail: kotova@fian.smr.ru.
2. Пожидаев Евгений Павлович — докт. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник; тел.: (499) 132-61-16, e-mail: epozhidaev@mail.ru.
3. Самагин Сергей Анатольевич — канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник; тел.: (846) 335-57-31, e-mail: samagin@fian.smr.ru.