

УДК 532.783

**ЭЛЕКТРОУПРАВЛЯЕМОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ СЦЕПЛЕНИЕ В КОМПОЗИТНЫХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ**М.Н. КРАХАЛЕВ<sup>1</sup>, О.О. ПРИЩЕПА<sup>1</sup>, В.Я. ЗЫРЯНОВ<sup>1,2</sup>, В.А. ЛОЙКО<sup>3</sup>, А.В. ШАБАНОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>*Институт физики им. Л.В. Киренского, КНЦ СО РАН, Красноярск 660036, Россия*<sup>2</sup>*Сибирский федеральный университет, Красноярск 660041, Россия*<sup>3</sup>*Институт физики им. Б.И. Степанова НАНБеларуси, 220072 Минск, Беларусь**Поступила в редакцию 31 марта 2008*

Рассматривается новый электрооптический эффект, основанный на использовании управляемого поверхностного сцепления в композитных жидкокристаллических (КПЖК) пленках. Вариация граничных условий между тангенциальными и гомеотропными обеспечивается за счет добавки в жидкий кристалл (ЖК) ионообразующего сурфактанта. Данный эффект приводит к трансформации ориентационной структуры капель нематика и проявляется в существенном изменении эффективности светорассеяния композитных пленок.

*Ключевые слова:* ЖК композит, ионный сурфактант, управляемое поверхностное сцепление

В настоящее время интенсивно развивается новый подход к управлению структурными и оптическими свойствами жидкокристаллических (ЖК) материалов, основанный на концепции перестраиваемого поверхностного сцепления [1,2]. Для практических приложений наиболее интересны способы модификации граничных условий под действием электрического поля. В работе [1] такая модификация обеспечивалась за счет электроуправляемой переориентации директора в слое сегнетоэлектрического ЖК полимера, применяемого в качестве ориентанта для оптической ячейки, заполненной низкомолекулярным нематиком. Иной метод, развитый в [2], основан на использовании ЖК, легированных ионообразующими сурфактантами.

Целью данной работы является представление принципа реализации ионо-сурфактантного метода переориентации капель ЖК, диспергированных в полимерной матрице.

Для исследования были использованы композитные пленки на основе поливинилбутирала (PVB) и нематического ЖК 5CB, допированного цетилтриметиламмонием бромистым (СТАВ). Молекулы СТАВ в ЖК распадаются на анион  $B\tilde{r}$  и катион цетилтриметиламмония ( $STA^+$ ), обладающий способностью инициировать на межфазной границе гомеотропную ориентацию молекул ЖК. Пленки приготавливались по технологии SIPS из спиртового раствора смеси 5CB, PVB и СТАВ в весовом соотношении 1:1:0,01. В результате получались образцы с каплями ЖК, имеющими биполярную конфигурацию директора, характерную для тангенциального сцепления с PVB. Следовательно, 1 % данного сурфактанта недостаточно для формирования гомеотропной ориентации на поверхности капель.

Ионы  $B\tilde{r}$  не проявляют заметного поверхностно-активного действия. Катионы  $STA^+$ , концентрируясь вблизи отрицательного электрода, образуют на границе капли наноразмерную пленку, изменяющую локально поверхностное сцепление с планарного на гомеотропное. Происходящая модификация межфазной границы наглядно иллюстрируется текстурными измене-

ниями в капле нематика (рис. 1 *b,c*). Результирующая структура соответствует монополярной конфигурации директора с одним точечным поверхностным дефектом-буджумом (рис. 1, *d*).

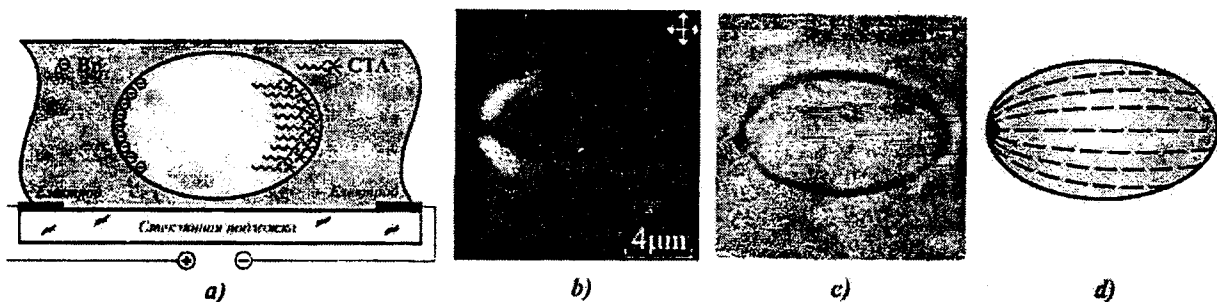


Рис. 1. *a*) Схема электрооптической ячейки; *b*) и *c*) микрофотографии капли нематика с 1 % примесью СТАВ в скрещенных поляризаторах и без анализатора, соответственно; *d*) конфигурация директора в центральном сечении ЖК капли.

Электрическое поле напряженностью до  $E = 1$  В/мкм прикладывалось в плоскости композитной пленки (рис. 1, *a*), приводя к пространственному разделению ионов примеси.

Для ионно-сурфактантного метода возможна реализация инверсной моды управления. В этом случае в нематик добавлялось 10% СТАВ. При такой концентрации сурфактанта в исходном состоянии на всей поверхности капли формируется гомеотропное сцепление, а в объеме - радиальная структура. Воздействие электрического поля (см. рис. 2, *a*) приводит к удалению поверхностно-активных ионов СТА<sup>+</sup> из левой половины капли, в результате чего здесь восстанавливаются планарные граничные условия, характерные для сцепления молекул ЖК 5СВ с РВВ. Как показывают текстурные картины (рис. 2, *b* и *c*), в этом случае центральный дефект-еж разрушается, на левой части границы капли формируется буджум, а в объеме капли формируется пред-радиальная конфигурация директора.

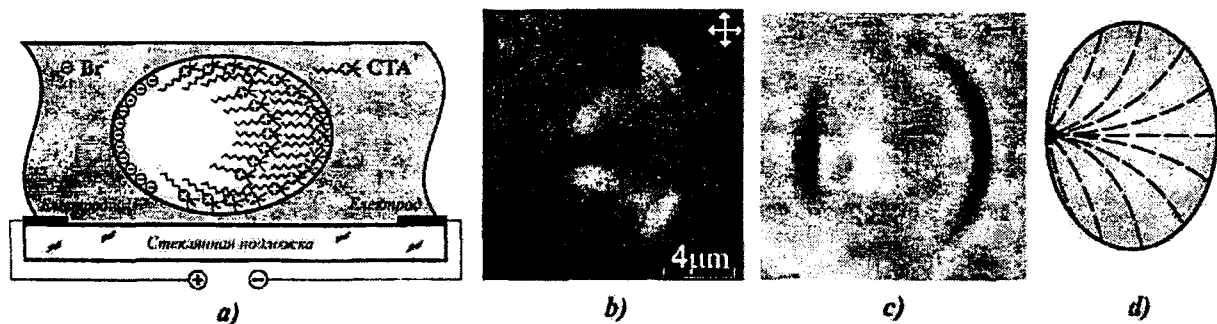


Рис. 2. *a*) Схема реализации эффекта в инверсной моде; *b*) и *c*) микрофотографии капли нематика с 10 % примесью СТАВ в скрещенных поляризаторах и без анализатора, соответственно; *d*) конфигурация директора в центральном сечении ЖК капли.

Таким образом в результате исследования композитных пленок на основе нематика, допированного ионным сурфактантом обнаружен эффект модификации поверхностного сцепления на границе раздела «полимер - ЖК» под действием электрического поля. Исследованы два возможных способа изменения граничных условий: от тангенциальных к гомеотропным и обратно. Данный эффект приводит к трансформации ориентационной структуры капель нематика, проявляющейся в существенном изменении их текстурных картин и эффективности светорассеяния на межфазных границах. Рассмотрены монополярная и пред-радиальная конфигурации директора, реализующиеся в процессе ориентационно-структурных превращений, и приведены их характерные текстуры.

Работа выполнена при поддержке грантов: НШ-3818.2008.3; РНП-2.1.1.1814; РФФИ 08-03-01007; МК-3624.2007.2; Фонда содействия отечественной науке; № 8.1 и 2.10.2 РАН, № 33 СО РАН, МБНФ им. К.И. Замараева.

## ELECTRICALLY CONTROLLED SURFACE ANCHORING IN PDLC FILMS

M.N. KRAKCHALEV, O.O. PRISHCHERA, V.Y. ZYRYANOV, V.A. LOIKO, A.V. SHABANOV

### Abstract

A novel electrooptical effect based on the electrically controlled surface anchoring in the polymer dispersed liquid crystals (PDLC) is considered. The variation of boundary conditions between the tangential and homeotropic ones is provided by adding the ionic surfactant. This effect results in the transformation of orientational structure of the nematic droplets and is revealed in essential change of light scattering efficiency of the composite films.

### Литература

1. *Komitov L., Helgee B., Felix J. et al. // Appl. Phys. Lett. 2005. Vol. 86. P.023502.*
2. *Зырянов В.Я., Крахалев М.Н., Прищера О.О. и др. // Письма в ЖЭТФ. 2007. Т. 86. С. 440-445.*