

ФОТО- И ЭЛЕКТРОУПРАВЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ СВЕТА ХИРАЛЬНЫМ НЕМАТИКОМ С ТАНГЕНЦИАЛЬНО-КОНИЧЕСКИМ СЦЕПЛЕНИЕМ

Костиков Д.А.¹, Абдуллаев А.С.¹, Крахалев М.Н.^{1,2}, Зырянов В.Я.¹

¹Институт физики им. Л.В. Киренского, Федеральный исследовательский центр КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия

²Институт инженерной физики и радиоэлектроники, СФУ, г. Красноярск, Россия

Представлен метод точной настройки параметров поляризации проходящего излучения посредством электрического и оптического воздействия на структуру фоточувствительного хирального нематика с тангенциально-коническим сцеплением.

Ключевые слова: жидкий кристалл, фоточувствительная хиральная добавка, управление поляризацией света.

Хирально-нематические жидкие кристаллы (ХЖК) нашли широкое применение в фотонике и оптике за счет своих уникальных физических свойств. Ориентационная структура ХЖК характеризуется директором (единичным вектором, направленным вдоль преимущественной ориентации длинных осей молекул), ориентация которого зависит от граничных условий, соотношения шага спирали p (расстояние на котором директор претерпевает поворот на 2π) и толщины ХЖК слоя d . Граничные условия задаются за счет ориентирующих полимерных пленок, наносимых на подложки, а величина шага спирали зависит от концентрации хиральной добавки. В представленной работе исследована фото- и электроиндуцированная плавная перестройка структуры фоточувствительного ХЖК с тангенциально-коническим сцеплением, показана возможность точного управления поляризацией белого света.

В работе исследовались ХЖК на основе нематической смеси ЛН-396, допированной левозакручивающей хиральной добавкой S5011 (Macklin) и фоточувствительной правозакручивающей композитной хиральной добавкой cCdP (ИХНМ НАН Беларуси) [1]. В ячейках на одной подложке тангенциальные граничные условия задавались натертой пленкой поливинилового спирта (ПВС), а для формирования конического сцепления с углом наклона директора $47,7^\circ$ использовалась пленка полиизобутилметакрилата (ПиБМА), которой покрывалась вторая подложка. Поляризация прошедшего через ячейку света исследовалась спектральным методом в геометрии параллельных поляризаторов, ориентированных перпендикулярно направлению натирки пленки ПВС. Свет на образец падал нормально со стороны подложки с тангенциальными граничными условиями.

Угол закрутки директора в ХЖК ячейке контролировался одновременным воздействием ультрафиолетового (365 нм) и синего (430 нм) света. Черная кривая на рисунке (а, б) показывает спектр пропускания света, прошедшего слой ХЖК с углом поворота директора примерно -45° . В этом случае на длинах волн, для которых $T = 0,5$, в соответствии с [2], свет будет линейно- (в случае, когда касательная к спектру имеет отрицательный наклон) или эллиптически-поляризованным (если касательная к спектру имеет положительный наклон). Длина волны, для которой поляризация прошедшего света остается линейно-поляризованной, определяется соотношением $2d\Delta n/\lambda$, где Δn – анизотропия показателя преломления, которой можно управлять электрическим полем. Электрическим напряжением можно трансформировать параметры эллиптичности ξ поляризации для любой длины волны света во всем видимом диапазоне, трансформировать ее из линейной (ξ_{\min}) в эллиптическую с максимальным углом (ξ_{\max}) (рисунок а) и наоборот (рисунок б).

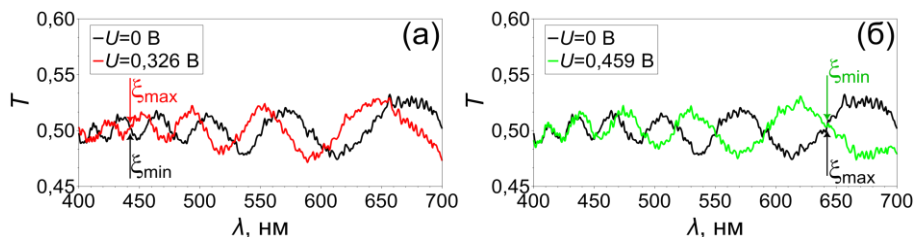


Рисунок. Спектры пропускания T ХЖК слоя при напряжении $U = 0$ (а, б), $U = 0,326$ В (а) и $0,459$ В (б)

Приложение электрического поля совместно с облучением образца позволяет трансформировать поляризацию прошедшего через ХЖК света для любой длины волны в видимом диапазоне. Указанные приложенные поля практически не изменяют угол закрутки структуры (спектры на рисунке остаются на одной и той же высоте) и, следовательно, направление поляризации света не зависит от прикладываемого напряжения. Изменяя баланс ультрафиолетового и синего излучений, можно плавно управлять углом закрутки структуры. Для исследуемой смеси ХЖК он может изменяться в диапазоне от -180° до $+180^\circ$. Показано, что световое излучение и электрическое поле позволяют независимо контролировать ориентацию и эллиптичность поляризации прошедшего излучения, соответственно.

[1] Chepeleva D.S. et. al., Доклады БГУИР, №7(125), 28-31, (2019).

[2] Ong H.L., J. Appl. Phys., **64**, №2, 614-628, (1988).