

Ж.В. КОЛЯДКО, В.В. ШЕПЕЛЕВИЧ, В.В. ДАВЫДОВСКАЯ
МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА
РАСПРОСТРАНЕНИЕ СИНГУЛЯРНЫХ ПУЧКОВ В КУБИЧЕСКОМ
ОПТИЧЕСКИ АКТИВНОМ ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ**

Для исследования распространения сингулярного пучка в кубическом оптически активном фоторефрактивном кристалле будем использовать систему скалярных дифференциальных уравнений в частных производных ([1]), полученную в параксиальном приближении на базе уравнений Максвелла, основных уравнений фоторефрактивного эффекта [2] и ковариантных выражений для электрооптического тензора. Пусть сингулярный пучок падает перпендикулярно на фоторефрактивный оптически активный кристалл среза $(\bar{1} \bar{1} 0)$

толщиной $d = 1$ см. Рассмотрим случай, когда внешнее электрическое поле параллельно кристаллографическому направлению $[1\bar{1}\bar{1}]$.

Для исследования особенностей распространения сингулярных пучков с длиной волны $\lambda = 0.6328$ мкм и радиусом перетяжки $r_0 = 25$ мкм используются параметры, близкие к электрооптическим параметрам кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$: $n_0 = 2.54$, $r_{41} = 5 \cdot 10^{-12}$ м/В, $\rho = 22$ град/мм.

На рисунке 1а показано поперечное сечение сингулярного пучка на входе в кристалл. Под внутренним и внешним диаметрами сингулярного пучка будем понимать удвоенные внутренний и внешний радиусы светлого кольца, измеренные на уровне световой интенсивности, уменьшенной в e раз относительно её максимального значения. Внутренний ($x_{\text{вх1}}$) и внешний ($x_{\text{вх2}}$) диаметры сингулярного пучка на входе в кристалл равны 14.2 мкм и 34.8 мкм. На рисунке 1б показано поперечное сечение сингулярного пучка на выходе из кристалла в отсутствие нелинейности. Видно, что внутренний и внешний диаметры сингулярного пучка увеличиваются наряду с уменьшением его относительной интенсивности. Внутренний ($x_{\text{вых1}}$) и внешний ($x_{\text{вых2}}$) диаметры пучка при $E_0 = 0$ равны соответственно 16.4 мкм и 41.1 мкм.

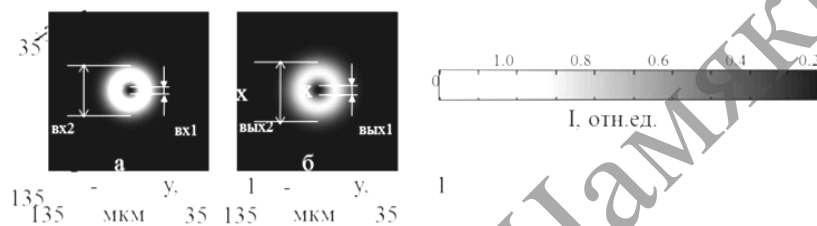


Рисунок 1 – Распределение относительной интенсивности ($I_{\text{отн.ед.}} = I/I_{\text{max}}$) сингулярного пучка на входе (а) и выходе (б) из кристалла в отсутствие нелинейности

Численные расчеты показывают (рисунок 2, первый и второй столбцы), что для сингулярного пучка с топологическим зарядом $m=1$ при изменении E_0 от -0.5 кВ/см до -3.5 кВ/см происходит сужение темной области сингулярного пучка в направлении, перпендикулярном направлению большей оси деформированного кольца. Изначально круговой симметричный пучок с темным ядром вытягивается и принимает форму, напоминающую эллипс. При этом в ранее однородном светлом кольце в процессе его деформирования наблюдается формирование двух областей с повышенной световой интенсивностью. Квазисолитонный режим распространения сингулярного пучка с топологическим зарядом $m=1$ с учетом оптической активности достигается при $E_0 \approx -2.0$ кВ/см, а при «выключении» оптической активности – при $E_0 \approx -2.5$ кВ/см.

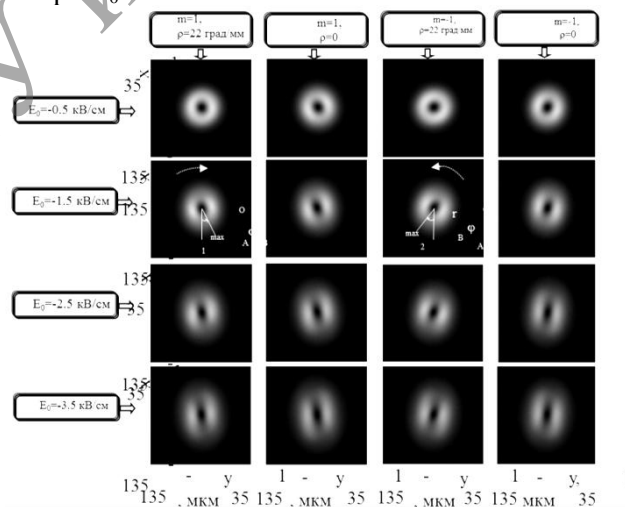


Рисунок 2 – Распределение относительной интенсивности сингулярного пучка на выходе из фоторефрактивного кристалла

Результаты численного моделирования сингулярного пучка с топологическим зарядом $m=-1$ при изменении E_0 от -0.5 кВ/см до -3.5 кВ/см с учетом и без учета оптической активности показаны на рисунке 2.1, третий и четвертый столбцы соответственно. В этом случае квазисолитонный режим распространения сингулярного пучка с учетом оптической активности достигается при $E_0 \approx -3.0$ кВ/см, то есть при большем значении внешнего электрического поля, чем для сингулярного пучка с $m=1$, а при «выключении» оптической активности – при $E_0 \approx -2.5$ кВ/см, то есть приблизительно при таком же поле, как и для сингулярного пучка с $m=1$.

Как видно из рисунка 2, при положительном знаке топологического заряда при постепенном увеличении модуля внешнего электрического поля, приложенного к кристаллу, угол поворота φ (угол между вертикалью, направленной вниз (ОА), и большей осью эллиптического распределения интенсивности ($OB=r_{\max}$) пучка) уменьшается. При этом поворот сингулярного пучка происходит по часовой стрелке (см. рисунок 2, первый столбец, третий ряд, пунктирная стрелка). При отрицательном знаке топологического заряда при постепенном увеличении модуля внешнего электрического поля, приложенного к кристаллу, угол поворота сингулярного пучка φ также по модулю уменьшается, однако поворот сингулярного пучка происходит уже против часовой стрелки (см. рисунок 2, третий столбец, третий ряд, пунктирная стрелка).

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдовская, В.В. Влияние оптической активности на оптимальные условия фокусировки одномерных и двумерных световых пучков различных профилей в кубическом фоторефрактивном кристалле / В.В. Давыдовская, Ж.В. Колядко, В.В. Шепелевич // Оптика и спектроскопия. – 2012. – Т. 113, № 3. – С. 598–606.

2. Kukhtarev, N.V. Holographic storage in electrooptic crystals. i. steady state / N.V. Kukhtarev [et al.] // Ferroelectrics. – 1979. – Vol. 22. – P. 949–961.