

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

УСЛОВИЯ ДОСТИЖЕНИЯ КВАЗИСОЛИТОННОГО РЕЖИМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЁМНЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ В КУБИЧЕСКОМ ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ

Формирование тёмных пространственных световых пучков [1, 2] в фоторефрактивных кристаллах даёт возможность образования с их помощью канальных волноводов, что позволяет управлять распространением по этим волноводам светового излучения.

Поэтому представляет интерес изучение условий достижения квазисолитонного режима распространения тёмных световых пучков в оптически активных кристаллах силленитов, проявляющих рекордную светочувствительность.

Рассмотрим условия достижения квазисолитонного режима распространения тёмного светового пучка, распространяющегося на фоне светлого пучка с огибающей в виде функции Гаусса в кристалле толщиной 10 мм с электрооптическими параметрами, близкими к параметрам кристалла ВТО.

Рассмотрим случай, когда внешнее электрическое поле \vec{E}_0 параллельно кристаллографическому направлению $[1\bar{1}\bar{1}]$ и падающий нормально на плоскость кристалла $[\bar{1}\bar{1}0]$ пучок поляризован вдоль оси x . Ориентационный угол $\theta \approx 35.3^\circ$ (угол θ отсчитывается по часовой стрелке от $[1\bar{1}0]$).

При моделировании распространения тёмного светового пучка используются следующие параметры: показатель преломления $n_0 = 2.25$, электрооптический коэффициент $\gamma_{41} = 6.175$ пм/В, величина удельного вращения плоскости поляризации $\rho = 6 \text{ \AA} \text{ d} \text{ \AA} / \text{ i } \text{ i}$. Длина световой волны $\lambda = 0.6328$ мкм.

Входное распределение амплитуды светлого светового пучка в перетяжке с огибающей в виде функции Гаусса, несущего темный пучок, (кривая 1 на рисунке 1,а) описывается формулой [3]:

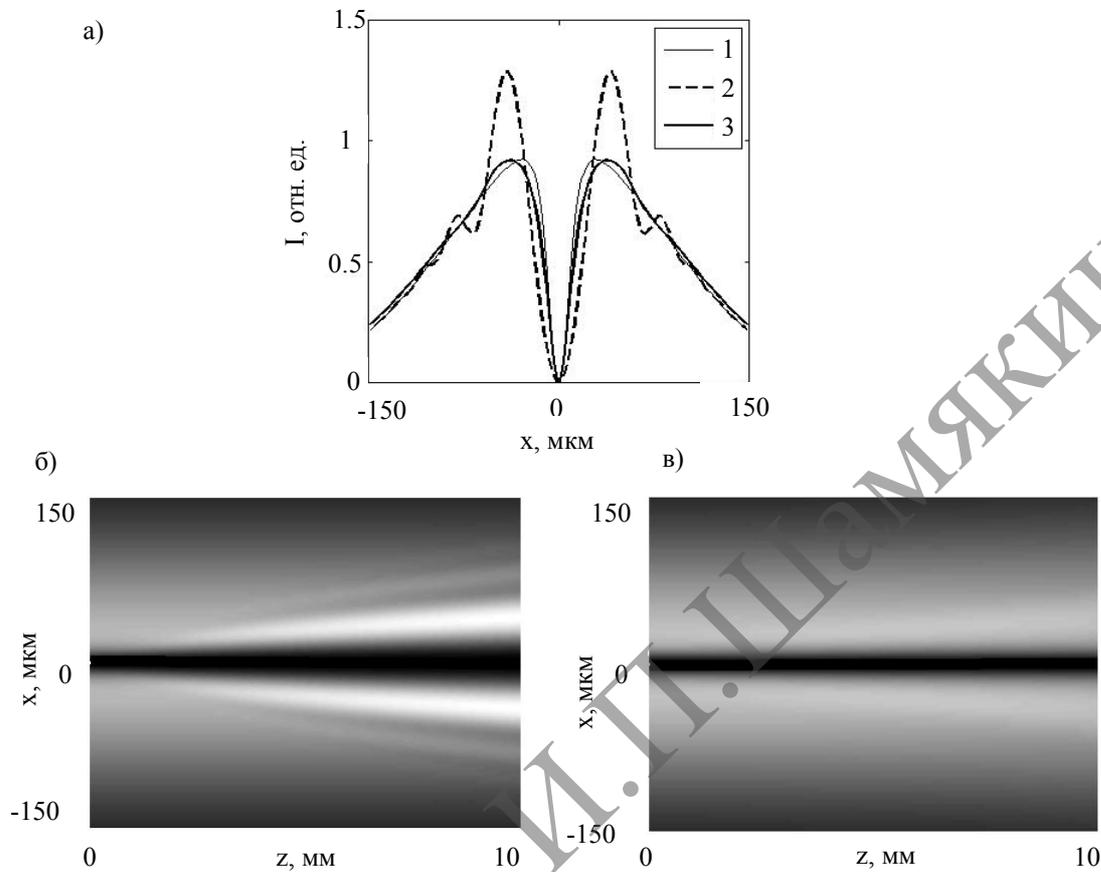
$$E(x) = E_0 \exp(-x^2/2x_0^2) \cdot \tanh(x/b), \quad (1)$$

где характерный размер огибающей светлого пучка $x_0 = 120$ мкм, множитель $\tanh(x/b)$ – темный пучок с шириной провала $b = 11 \text{ i } \text{ i}$.

При свободном распространении тёмного светового пучка (кривая 2 на рисунке 1,а) без приложения к кристаллу внешнего электрического поля за счет дифракции происходит расширение тёмной области и увеличение интенсивности на её краях (рисунк 1,б).

При распространении тёмного светового пучка на фоне светлого пучка с огибающей в виде функции Гаусса в фоторефрактивном кристалле, к которому приложено внешнее электрическое поле, проводимость кристалла в освещенной области растёт, а сопротивление уменьшается. Таким образом, напряжение падает в основном в темной области, что приводит к большому полю пространственного заряда на ее границах. Так как изменение показателя преломления кристалла пропорционально этому полю, взятому со знаком «–», то на границе темного пучка показатель преломления уменьшается, а в светлом пучке увеличивается. За счет этого имеет место эффект самодефокусировки в освещенной части

светового пучка [4]. В результате освещенная область расширяет свои внутренние границы, совпадающие с внешними границами темного пучка: граница правой половины светлого пучка смещается влево, а левой половины – вправо. В результате темный пучок сужается, что компенсирует его расширение за счет дифракции.



- а) 1 – на входе в кристалл, 2 – на выходе из кристалла в отсутствие внешнего электрического поля, 3 – на выходе из кристалла в присутствии внешнего электрического поля $E_0 = 3.7 \cdot 10^3 \text{ \AA} / i$;
 б) распределение интенсивности светового пучка по толщине кристалла в отсутствие внешнего электрического поля; в) распределение интенсивности светового пучка по толщине кристалла при $E_0 = 3.7 \cdot 10^3 \text{ \AA} / i$

Рисунок 1 – Распределение относительной интенсивности светового поля

Квазисолитонный режим распространения тёмного пучка в кубическом оптически активном фоторефрактивном кристалле (кривая 3 на рисунке 1,а, рисунок 1,в) достигается при значении напряженности внешнего электрического поля $E_0 = 3.7 \cdot 10^3 \text{ \AA} / i$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Steering one-dimensional odd dark beams of finite length / A. Dreischuh [et al.] // Appl. Phys. B. – 1999. – Vol. 69. – P. 113–117.
2. Experiments on partially coherent photorefractive solitons / Chen Zhigang [et al.] // J. Opt. A: Pure Appl. Opt. – 2003. – Vol. 5. – P. S389–S397.
3. Темные пространственные оптические солитоны в планарных градиентных волноводах на Z-срезе кристаллов симметрии $3m$ / М.Н. Фролова [и др.] // Квантовая электроника. – 2003. – Т. 33, № 11. – С. 1001–1006.
4. Chen, Z. Steady-state photorefractive soliton-induced Y-junction waveguides and high-order dark spatial solitons / Z. Chen, M. Mitchell, M. Segev // Optics Letters. – 1996. – Vol. 21, №. 10. – P. 716–718.