

ВЛИЯНИЕ СВЕТОИНДУЦИРОВАННЫХ РЕШЕТОК НА АКУСТО-ОПТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БЕССЕЛЕВЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ В ОДНООСНЫХ ГИРОТРОПНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Г. В. Кулак, Г. В. Крох

Мозырский государственный педагогический университет
им. И. П. Шамякина, Мозырь
E-mail: g.kulak57@mail.ru

Квазибездифракционные световые пучки представляют значительный практический интерес для лазерных технологий вследствие их уникального свойства, неизменной амплитуды светового поля в процессе их распространения. Наиболее интересными являются бесселевы световые пучки (БСП), энергия в поперечном сечении которых распределена в виде яркого центрального пятна, окруженного системой концентрических колец [1]. БСП находят широкое применение в области нелинейной кристаллооптики (см. например [2]).

В настоящей работе с использованием теории связанных волн рассмотрены особенности брэгговской акустооптической (АО) дифракции БСП в гиротропных одноосных кристаллах с учетом кубической нелинейности, приводящей к возникновению светоиндуцированных решеток наряду с ультразвуковой (УЗ) [3].

Рассмотрим геометрию АО взаимодействия, для которой медленная сдвиговая УЗ волна распространяется вдоль направления [110] кристалла парателлурита (TeO_2) и световая волна распространяется под углом Брэгга φ_B к оси [001]. Если волна является линейно поляризованной, то в среде возможны четыре типа взаимодействий эллиптически поляризованных мод, для каждого из которых существует свой угол Брэгга [3]. Рассмотрим геометрию АО взаимодействия для которой УЗ волна распространяется в гиротропном одноосном кристалле в направлении оси X и занимает пространство между плоскостями $z = 0$ и $z = l$ системы координат XYZ . Наряду с добавкой $\Delta\hat{\epsilon}^s$ вследствие эффекта фотоупругости в поле мощной световой волны возникает добавка $\Delta\hat{\epsilon}^{nl}$ из-за кубической оптической нелинейности.

Из рис. 1 следует, что эффективность стоксовой дифракции с повышением частоты ультразвука ($b < 0$, рис. 1, *a*) значительно выше, чем при антистоксовой ($b > 0$, рис. 1, *б*), соответствующей повышению частоты света (b – нелинейный коэффициент). Данный эффект объясняется синфазным (противофазным) влиянием светоиндуцированной фазовой решетки на эффективность брэгговской АО дифракции при стоксовой (антистоксовой) дифракции соответственно. Показано, что при стоксовой дифракции электрострикционная решетка способствует увеличению

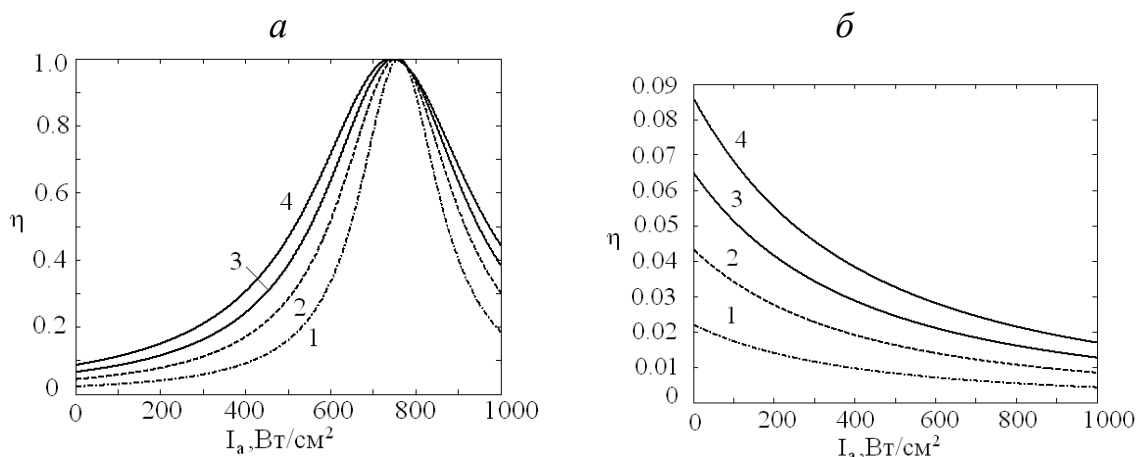


Рис. 1. Зависимость эффективности дифракции η от интенсивности света I_0 при различных интенсивностях УЗ волны I_a : 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 Вт/см² ($l = 0,5$ см, $g_{nm} = 3 \cdot 10^6$ – интеграл перекрытия; кристалл TeO_2 ; а – стоксов режим дифракции, б – антистоксов режим)

эффективности дифракции света на ультразвуке. В случае антистоксовой дифракции электрострикционная решетка находится в противофазе по отношению к УЗ решетке и тормозит данный процесс. Исследована зависимость эффективности дифракции η от интенсивности ультразвука I_a при различных интенсивностях падающего светового пучка для дифракции на медленной сдвиговой УЗ волне в кристалле TeO_2 . Показано, что при малых $I_0 \leq 100$ Вт/см² изменение эффективности дифракции близко, к описываемому функцией $\eta = \sin^2(al)$, где a – постоянная связи дифрагированных световых волн. При увеличении интенсивности света проявляется нелинейный характер зависимости с существенными отклонениями от синусоидального закона. При антистоксовой дифракции наклон кривых изменяется и при значительных интенсивностях света $I_0 \sim 10^3$ Вт/см² наблюдаются резкие изменения дифракционной эффективности. Аналогичные особенности АО дифракции имеют место для кристаллов кварца ($\alpha\text{-SiO}_2$) и теллура (Te). Однако при этом эффективность дифракции значительно ниже, чем для кристаллов TeO_2 .

Таким образом, интенсивные бесселевы световые пучки могут успешно применяться для эффективных АО преобразований в гиротропных одноосных кристаллах. На этой основе возможно создание нового типа АО устройств для управления интенсивными квазибездифракционными пучками бесселева типа.

1. Durnin J. // J. Opt. Soc. Am. 1987. V. 4, № 4. P. 651 – 654.
2. Белый В. Н., Казак Н. С., Кондратюк Н. В., и др. // Квант. электрон. 1998. Т. 25, № 11. С. 1037 – 1042.
3. Кулак Г. В., Смирнов А. Г. // Опт. и спектр. 1999, Т. 86, № 4, С. 599 – 602.