

Г. В. КУЛАК, Г. В. КРОХ, В. И. МЕСТЕЦКИЙ, А. А. ДАНИЛЮК
МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

АКУСТООПТИЧЕСКАЯ МОДУЛЯЦИЯ БЕССЕЛЕВЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ В КРИСТАЛЛАХ ПАРАТЕЛЛУРИТА

В настоящее время имеется незначительное число работ по акустооптическому (АО)-взаимодействию бesselевых световых пучков (БСП) высших порядков [1], [2]. В работе [2] исследованы особенности АО-преобразований при коллинеарном распространении ультразвука и дифрагированных световых пучков. В настоящей работе с использованием метода интегралов перекрытия рассмотрено неколлинеарное АО-взаимодействие бesselевых световых пучков высоких порядков при попутном распространении в одноосных гиротропных кристаллах парателлуриита (TeO_2).

Известно, что при АО-взаимодействии, кроме обычного продольного фазового согласования, бesselевы световые пучки должны удовлетворять условиям поперечного фазового согласования. Такое согласование связано с тем, что БСП с различными углами конусности (γ) имеют различную пространственную структуру и, как следствие, различные величины интегралов перекрытия ($g_{\pm, \pm}$) дифрагированных пучков различной поляризации.

Предполагается, что на границе области АО взаимодействия формируются избирательно БСП с правой или левой эллиптической поляризацией. В таком случае варьированием частоты ультразвука возможно достижение различных типов преобразования эллиптически-поляризованных дифрагированных волн (рисунок 1).

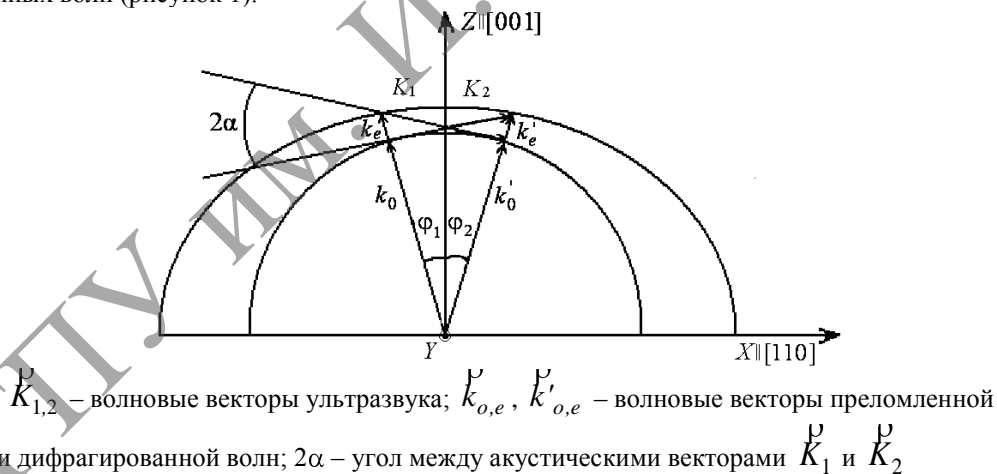
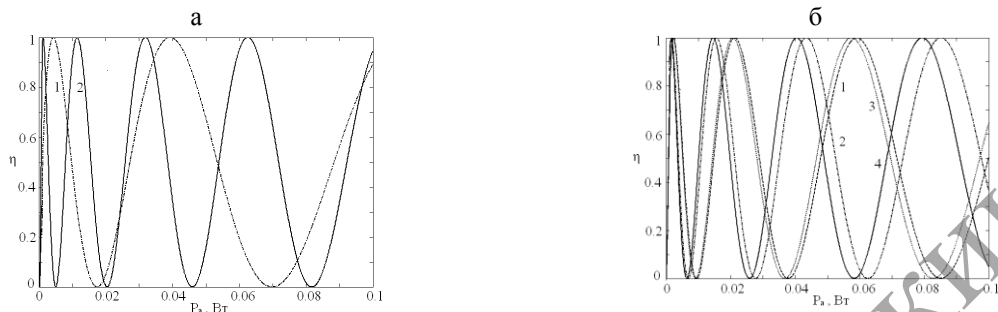


Рисунок 1. – Схема расположения преломленной и дифрагированной плосковолновых компонент БСП в плоскости дифракции кристалла TeO_2

На рисунке 2а представлена зависимость эффективности брэгговской АО-дифракции η в первом дифракционном порядке азимутально-однородного БСП ($m=0$) в кристалле TeO_2 от интенсивности ультразвука I_a при максимальном значении интеграла перекрытия g_n . Зависимость эффективности дифракции η азимутально-неоднородного БСП ($m=1$) от интенсивности ультразвука I_a для различных состояний поляризации падающего и дифрагированного света представлена на рисунке 2б.

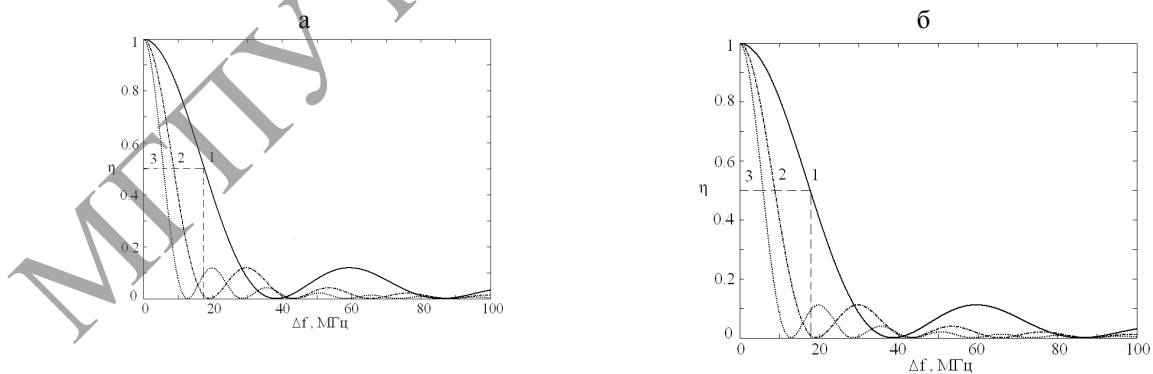


а) изотропная дифракция (1); анизотропная дифракция (2); б) дифракция правоциркулярнополяризованной волны в левоциркулярнополяризованную (1), левоциркулярнополяризованной в левоциркулярнополяризованную (2), правоциркулярнополяризованной в правоциркулярнополяризованную (3), левоциркулярнополяризованной в правоциркулярнополяризованную (4) (кристалл TeO_2 , продольная УЗ волна, $\vec{K} \parallel [100]$, $m=0$ (а), $m=1$ (б), $\gamma=0,5^\circ$, $\rho=83$ град/мм, $R_n=1$ мм – радиус БСП, $l_1=1$ см, $l_2=2$ см – размеры пьезопреобразователя, $\lambda_0=0,63$ мкм; интегралы перекрытия: $g_{+,+} = g_{-,-} = 0,53$, $g_{-,-} = g_{+,-} = 0,98$ (а); интегралы перекрытия: $g_{-,-} = 0,72$, $g_{-,-} = 0,73$, $g_{+,-} = 0,87$, $g_{+,+} = 0,84$ (б)

Рисунок 2. – Зависимость эффективности дифракции η от интенсивности ультразвука для падающего БСП нулевого порядка (а) и первого порядка (б)

Наибольшая эффективность дифракции достигается для АО преобразования левоэллиптическиполяризованной световой волны в правоэллиптическиполяризованную. Такая особенность дифракции БСП определяется величиной интеграла перекрытия соответствующего дифракционного процесса и эффективной фотоупругой постоянной.

На рисунке 3 представлена зависимость эффективности дифракции η от отстройки частоты ультразвука Δf от брэгговской f_0 для дифракции азимутально-однородного БСП ($m=0$) (рисунок 3а) и азимутально-неоднородного ($m=1$) (рисунок 3б).



анизотропная дифракция (а); дифракция левоэллиптическиполяризованной в правоэллиптическиполяризованную (б) при различных углах α : 0,01 (1), 0,02 (2), 0,03 рад (3) (кристалл TeO_2 , сдвиговая УЗ волна, $\vec{K} \parallel [110]$, $\vec{U} \parallel [\bar{1}10]$, $m=0$ (а), $m=1$ (б), $\gamma=0,5^\circ$, $\beta=87$ град/мм, $R_n=1$ мм, $P_a=0,013$ Вт, $f_0=100$ МГц, $l_1=1$ см, $l_2=2$ мм, $\lambda_0=0,63$ мкм)

Рисунок 3. – Зависимость эффективности дифракции η от отстройки частоты ультразвука Δf от брэгговской для падающего БСП нулевого порядка (а) и первого порядка (б)

Из рисунка 3а следует, что ширина полосы пропускания модулятора при изотропной АО-дифракции БСП нулевого порядка составляет $\Delta f_{1/2}=16$ МГц. АО-преобразование с изменением поляризации (анизотропная дифракция) не представляет значительного интереса вследствие малой эффективности дифракции. При дифракции БСП с азимутально-неоднородным распределением амплитуды ($m=1$) (рисунок 3б) наибольший интерес представляет дифракция левозллиптичскиполяризованной световой волны в правозллиптичскиполяризованную. При этом ширина полосы пропускания модулятора составляет $\Delta f_{1/2}=18$ МГц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белый, В.Н. Поляризационно-независимая акустооптическая модуляция бesselевых световых пучков / В.Н. Белый [и др.] // Журнал прикладной спектроскопии. – 2014. – № 1. – С. 75–81
2. Belyi, V.N. Peculiarities of Acoustooptic Transformation of Bessel Light Beams in gurotropic Crystals / V.N. Belyi [and other] // Universal Journal of Physics and Application. – 2015. – V. 9(5). – P. 220–224.