

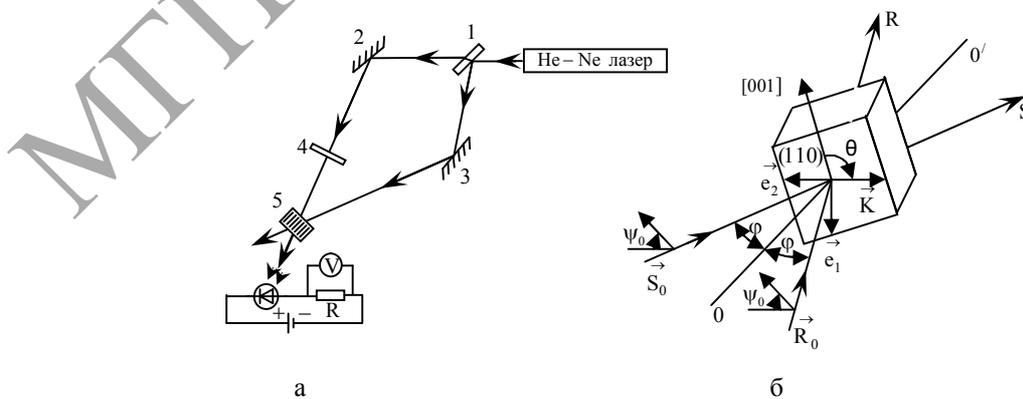
А. В. МАКАРЕВИЧ, М. В. ДУБИНА, В. В. ШЕПЕЛЕВИЧ, С. Ф. НИЧИПОРКО
МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДВУХВОЛНОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВЕТОВЫХ ВОЛН В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ ПЬЕЗОКРИСТАЛЛАХ BSO И ВТО СРЕЗА (110)

Голографические методы записи и обработки информации находят применение в различных областях науки и техники. Так, например, с помощью методов голографической интерферометрии можно с большой точностью оценить качество обработки поверхности материала, определить толщину покрытий оптических элементов, а также амплитуду высокочастотных колебаний [1]. В ряде случаев при проведении таких исследований необходимо непрерывное наблюдение за тестируемым объектом или изучаемым процессом, которое можно реализовать, используя динамические голографические среды, позволяющие проведение оптической обработки информации в режиме реального времени [2]. Перспективными регистрирующими средами для этих целей являются фоторефрактивные кристаллы (ФРК).

При рассмотрении проблемы контроля толщины покрытий [3], наносимых на оптические элементы в процессе производства, методами динамической адаптивной голографической интерферометрии актуальным является выбор фоторефрактивных кристаллических образцов для использования в качестве регистрирующих сред в интерферометрических устройствах. В рамках выполнения этой задачи нами были проведены исследования образцов ФРК с целью выявления оптимальных для голографической интерферометрии ориентаций кристаллов. В результате были получены экспериментальные данные, характеризующие зависимость процесса взаимной трансформации электромагнитных волн от ориентации кристалла.

Эксперимент проводился по схеме, изображенной на рисунке 1а. Световой пучок гелий-неонового лазера разделялся на два пучка, которые формировали ненаклонную пропускающую голограмму в фоторефрактивном кристалле среза (110).



а) схема установки (1 – светоделитель, 2, 3 – глухие зеркала, 4 – ослабитель, 5 – образец ФРК);
б) ориентация кристаллической пластинки ФРК относительно плоскости падения световых пучков
Рисунок 1 – Схемы эксперимента для изучения взаимной трансформации двух световых волн
на голографической решетке, записанной в кубическом фоторефрактивном кристалле

Кристаллическая пластинка $Bi_{12}SiO_{20}$ (BSO) толщиной 2,19 мм после каждого измерения поворачивалась вокруг оси $00'$ на угол, равный 10° . Ориентация кристалла и направление отсчета угла θ относительно рабочей системы координат $(\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3)$, связанной с плоскостью падения и вектором решетки \vec{K} , показана на рисунке 1б. Векторы напряженности электрического поля \vec{R}_0 и \vec{S}_0 линейно поляризованных опорной и предметной световых волн были ориентированы в плоскости падения (азимут $\psi_0 = 0$). Угол Брэгга φ вне кристалла был равен 32° . Время записи решетки составляло 30 с и было близким к времени выхода процесса формирования голограммы на стационар [4].

Измерения интенсивности световых волн до и после их взаимной трансформации проводились с помощью измерительной системы, содержащей фотодиод и цифровой вольтметр (рисунок 1а).

Теоретическая зависимость относительной интенсивности предметной волны от угла θ ($I_S^{i\delta i}(\theta) = I_S(\theta) / I_S^0(\theta)$) (I_S^0 – интенсивность предметного светового пучка на выходе из кристалла в отсутствие голографической решетки, I_S – интенсивность предметного светового пучка на выходе из кристалла при наличии голографической решетки в кристалле BSO). Результаты экспериментальных измерений представлены на рисунке 2а.

а

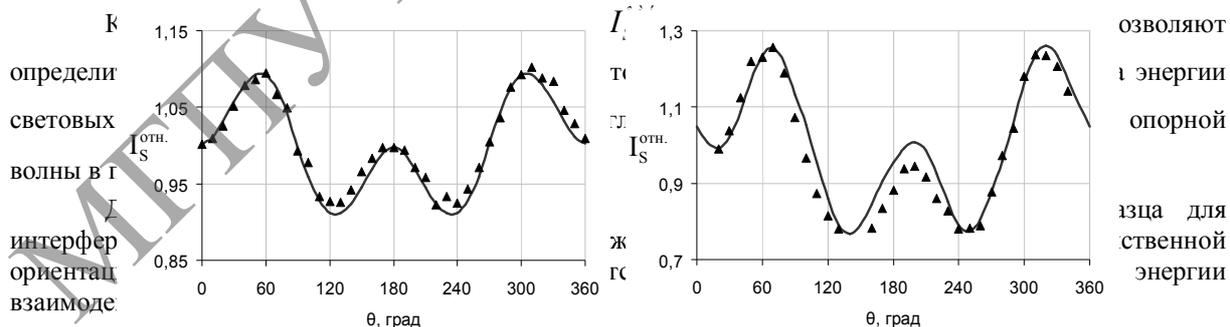
б

а) для кристалла BSO ;

б) для кристалла BTO ; ▲ – экспериментальные данные, сплошная линия – теоретическая кривая

Рисунок 2 – Зависимость относительной интенсивности $I_S^{i\delta i}$ предметной волны от угла поворота кристалла θ при произвольной ориентации кристалла

Аналогичные исследования были проделаны для кристалла $Bi_{12}TiO_{20}$ (BTO) толщиной 7,7 мм при угле Брэгга $\varphi = 12^\circ$ и приведены на рисунке 2б [5].



ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева, О.В. Прикладная голография: учеб. пособие / О.В. Андреева. – СПб.: СПбГУИТМО, 2008. – 184 с.
2. Петров, М.П. Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике / М.П. Петров, С.И. Степанов, А.В. Хоменко. – СПб.: Наука, 1992. – 320 с.
3. Пуряев, Д.Т. Методы определения оптических асферических поверхностей / Д.Т. Пуряев. – М.: Машиностроение, 1976. – 262 с.
4. Шепелевич, В.В. Одновременная дифракция двух световых волн в кубических фоторефрактивных пьезокристаллах / В.В. Шепелевич, Н.Н. Егоров // Письма в ЖТФ. – 1991. – Том 17, вып. 5. – С. 24–27.
5. Zagorsky, A.E. Energy exchange optimization in (110)–cut BTO crystal by choice of interaction waves polarization / A.E. Zagorsky [et al.] // Optical Materials. – 2001. – Vol. 18. – P. 131–133.