

**В. В. ШЕПЕЛЕВИЧ¹, А. В. МАКАРЕВИЧ¹, В. Н. НАВНЫКО¹, М. А. АМАНОВА¹,
С. М. ШАНДАРОВ²**

¹УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

²УО ТУСУР (Томск, Россия)

СМЕШАННЫЕ ПРОПУСКАЮЩИЕ ГОЛОГРАММЫ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНОМ ПЬЕЗОКРИСТАЛЛЕ ВТО

Недавно в [1, 2] было установлено, что в кубическом пьезокристалле $\text{Вi}_{12}\text{TiO}_{20}$ (ВТО) записываются фазовая и амплитудная голограммы одновременно. В таком случае общую голографическую решетку называют смешанной голограммой.

В этих работах впервые было экспериментально и теоретически показано, что наличие амплитудной составляющей смешанной голографической решетки в кристалле ВТО существенно изменяет дифракционную эффективность голограммы. Если зависимость дифракционной эффективности η фазовой голографической решетки от ориентационного угла θ кристалла представляла собой четырехгорбую кривую с одинаковой высотой горбов, то для смешанной голограммы форма зависимости $\eta(\theta)$ разделялась на две пространственные части, в каждой из которых высота горбов была различной.

В работе [1] была установлена также величина параметра связи, который отвечает за вклад амплитудной составляющей решетки в дифракционную эффективность смешанной голограммы.

Дифракционная эффективность смешанных голограмм является функцией среза кристалла, его толщины d , ориентационного угла θ и азимутов Ψ_0 линейной поляризации световых пучков R и S . На основании этого нами проанализированы закономерности влияния этих параметров на значения дифракционной эффективности пропускающих голограмм и выполнена теоретическая оптимизация процесса их считывания в кристаллах срезов $(\bar{1}\bar{1}0)$ и $(\bar{1}\bar{1}2)$ толщины $d = 7,7$ мм.

Присущие кристаллом силленитов естественная оптическая активность, обратный пьезоэлектрический и фотоупругий эффекты значительно усложняют теоретическое описание процессов взаимодействия световых волн с записанными в них голографическими решетками. Вероятно, по этой причине во многих научных работах по изучению и применению силленитов рассматриваются только такие их пространственные ориентации относительно плоскости распространения опорного и предметного световых пучков, при которых вектор голографической решетки \vec{K} параллелен или перпендикулярен кристаллографическому направлению $[001]$. Как известно, например, из [3], при таких кристаллических ориентациях вклад обратного пьезоэлектрического и фотоупругого эффектов в выходные энергетические характеристики голограмм либо отсутствует ($\vec{K} \parallel [001]$), либо им можно пренебречь ($\vec{K} \perp [001]$), что значительно упрощает производимые теоретические расчеты. Однако следует отметить, что в таких случаях не удастся достичь наиболее высоких значений выходных энергетических характеристик голограмм, к которым относятся их дифракционная эффективность и коэффициент усиления предметной световой волны при двухволновом взаимодействии.

На рисунке 1 представлены графики зависимости дифракционной эффективности η голограмм, записанных в кристаллических пластинках ВТО срезов $(\bar{1}\bar{1}0)$ и $(\bar{1}\bar{1}2)$ толщины $d = 7,7$ мм, от ориентационного угла θ .

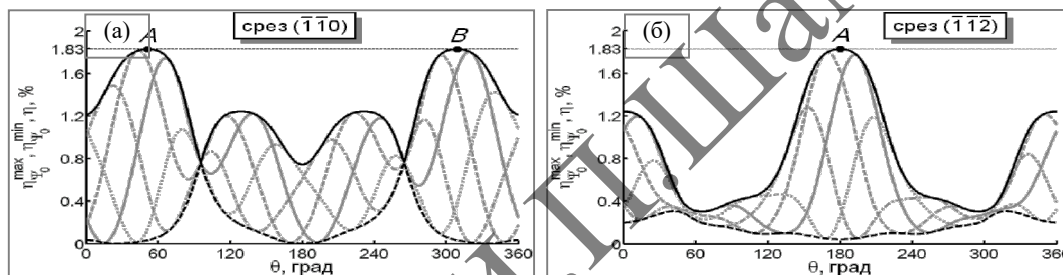


Рисунок 1. – Зависимости дифракционной эффективности голограмм, записанных в кристалле ВТО толщины 7,7 мм, от ориентационного угла кристалла: а – для среза $(\bar{1}\bar{1}0)$, б – для среза $(\bar{1}\bar{1}2)$

Здесь сплошной, штриховой, штрихпунктирной и пунктирной серой линиями изображены функции $\eta(\theta)$ для соответствующих азимутов линейной поляризации Ψ_0 , равных $0, 45^\circ, 90^\circ$ и 135° . Выбор толщины рассматриваемого кристалла обусловлен тем, что в [1] при экспериментальном и теоретическом обнаружении смешанных голограмм в ВТО использовался образец среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ именно с таким расстоянием между двумя его «рабочими» гранями. При этом рассматриваемые кристаллические срезы принадлежат семействам $\{110\}$, и $\{112\}$, которые наиболее часто встречаются в научной литературе при изучении фазовых голограмм (см., например, [4, 5]).

Проведенные расчеты показали, что оптимизация дифракционной эффективности за счет изменения азимутов поляризации световых пучков приводит к двум самым высоким значениям дифракционной эффективности $\eta_{\Psi_0}^{\max} = 1,83\%$ смешанной голограммы для среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ кристалла ВТО. Аналогичный максимум дифракционной эффективности для среза $(\bar{1}\bar{1}2)$ получен только при одном значении Ψ_0 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Шепелевич, В. В. Смешанные пропускающие голограммы в фоторефрактивном пьезокристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ / В. В. Шепелевич, А. В. Макаревич, С. М. Шандаров // Письма в ЖТФ. – 2014. – Т. 40, № 22. – С. 83–89.
2. Макаревич, А. В. Выходные характеристики смешанных голограмм в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ среза (110) . Теория и эксперимент / А. В. Макаревич, В. В. Шепелевич, С. М. Шандаров // Письма в ЖТФ. – 2017. – Т. 87, № 5. – С. 776–771.
3. Шепелевич, В. В. Запись и считывание голограмм в кубических гиротропных фоторефрактивных кристаллах (обзор) / В. В. Шепелевич // ЖПС. – 2011. – Т. 78, № 4. – С. 493–515.
4. Photorefractive properties of $(\bar{1}\bar{1}0)$ and (111) -cut sillenite crystals when external electric field is applied along the direction of the optimum diffraction efficiency / N. C. Deliolanis [et al.] // Appl. Phys. B. – 2002. – Vol. 75, № 1. – P. 67–73.
5. Polarization effects at two-beam interaction on reflection holographic gratings in sillenite crystals / S. M. Shandarov [et al.] // Laser Physics. – 2007. – Vol. 17, № 4. – P. 482–490.