

В.В. ШЕПЕЛЕВИЧ¹, А.В. МАКАРЕВИЧ¹, М.А. АМАНОВА¹,
А.А. ГРАБАР², М.В. ЦЫГИКА²

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

²УжНУ (г. Ужгород, Украина)

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ ОТ ТОЛЩИНЫ ФОТОРЕФРАКТИВНОГО КРИСТАЛЛА $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$

Для проведения экспериментальных исследований по изучению зависимости коэффициента усиления предметной световой волны при двухволновом взаимодействии от толщины кристалла $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ (SPS) использовалась трапециевидная геометрия пересечения в кристалле световых пучков, имеющих плоский волновой фронт. Эта геометрия впервые была предложена и применена в работах [1–3] для исследований фоторефрактивных кристаллов типа силленита. В [4, 5] она была развита для изучения зависимости дифракционной эффективности голограмм от толщины кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ и от ориентационного угла одновременно.

При проведении экспериментов с кристаллом SPS нами использовался кристаллический образец с фиксированной толщиной $d_0 = 5,3$ мм и площадями лицевой и тыльной граней $7,4 \times 7,1$ мм². Его пространственная ориентация в оптической схеме голографической записи относительно плоскости распространения опорной и предметной световых волн с соответствующими волновыми векторами \vec{k}_R и \vec{k}_S представлена на рисунке 1.

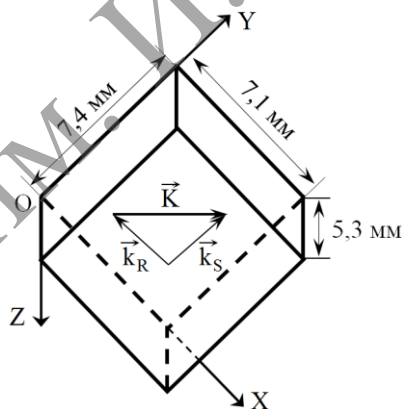


Рисунок 1. – Ориентация кристаллической пластинки относительно плоскости распространения световых пучков

При проведении экспериментов кристаллическая пластинка в оптической схеме голографической записи была ориентирована таким образом, чтобы вектор голографической решетки $\vec{K} = \vec{k}_S - \vec{k}_R$ был параллелен диагоналям лицевой и тыльной граней кристалла, поскольку для качественного проведения эксперимента коллимированные опорный и предметный световые пучки не должны были отсекаться боковыми гранями кристалла.

Эксперимент проводился для двух ориентаций кристалла: вектор \vec{K} составлял с направлением ОУ угол 44° (далее «конфигурация 1») и вектор \vec{K} составлял с направлением ОУ угол 224° (далее «конфигурация 2»).

Обработка экспериментальных данных проводилась согласно методике, описанной в работе [2].

Полученные результаты для двух азимутов линейной поляризации взаимодействующих в кристалле световых пучков $\Psi_0 = 0$ и 90° , при которых пучки были соответственно поляризованы в плоскости падения и в плоскости, перпендикулярной к плоскости падения, представлены на рисунке 2.

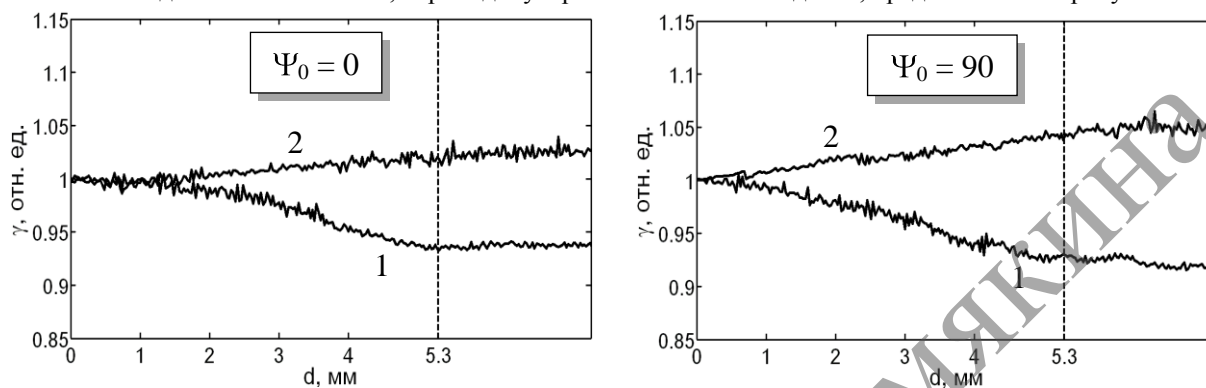


Рисунок 2. – Зависимости коэффициента усиления γ предметной световой волны от толщины d кристалла SPS: 1 – «конфигурация 1»; 2 – «конфигурация 2»

Здесь вертикальной штриховой линией отмечена примерная «граница» между областью, в которой взаимодействие пучков происходило при различных эффективных толщинах кристалла d , принадлежащих интервалу от 0 до 5,3 мм, и областью, в которой это взаимодействие осуществлялась при постоянной толщине кристалла d_0 , равной 5,3 мм.

Из рисунка видно, что при $\Psi_0 = 90^\circ$ наблюдается более сильное проявление явления энергообмена световых пучков, чем при $\Psi_0 = 0^\circ$. Это объясняется тем, что в первом случае векторы напряженностей электрического поля опорной и предметной световых волн оказываются параллельными друг другу, поэтому наблюдается их более сильное взаимодействие (большая видность интерференционной картины), чем во втором случае.

При этом следует отметить монотонный характер изменения коэффициента усиления предметной световой волны при увеличении толщины кристалла, который принципиально отличается от гофрированного характера аналогичных зависимостей, получаемых в оптически активных кристаллах типа силленита [1–5] за счет вращения плоскостей поляризации опорной и предметной волн. Можно предположить, что увеличение толщины кристаллического образца SPS при выбранных фиксированных условиях его пространственной ориентации относительно опорного и предметного световых пучков ведёт к почти линейному изменению коэффициента усиления предметной световой волны.

Таким образом, выполнены экспериментальные исследования зависимости коэффициента усиления предметной световой волны при двухволновом взаимодействии от толщины кристалла SPS при использовании одного образца этого кристалла с фиксированной толщиной $d_0 = 5,3$ мм при двух его пространственных ориентациях. При каждой ориентации кристалла эксперименты проводились при двух азимутах линейной поляризации взаимодействующих в нем световых пучков $\Psi_0 = 0$ и 90° . Установлено, что при $\Psi_0 = 90^\circ$ наблюдается более эффективное проявление энергетического обмена световых пучков в кристалле, что объясняется большей видностью интерференционной картины, чем при $\Psi_0 = 0$. Выявлено, что полученные зависимости коэффициентов усиления предметной волны от толщины кристалла имеют приблизительно монотонный характер изменения в отличие от гофрированного характера аналогичных зависимостей, получаемых с использованием фоторефрактивных кристаллов типа силленита.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Dynamic holography with none plane waves in sillenites / E. Shamonina [et al.] // Opt. Quant. Electron. – 1996. – Vol. 28, № 1. – P. 25–42.

2. Investigation of two-wave mixing in arbitrary oriented sillenite crystals / E. Shamonina [et al.] // Appl. Phys. B. – 1997. – Vol. 64, № 1. – P. 49–56.

3. Optical activity in photorefractive $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ / E. Shamonina [et al.] // Opt. Comm. – 1998. – Vol. 146, № 1–6. – P. 62–68.

4. Экспериментальное исследование ориентационной зависимости дифракционной эффективности пропускающих голограмм от толщины кристалла $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ / А.В. Макаревич [и др.] // Письма в ЖТФ. – 2015. – Т. 41, № 19. – С. 46–54.

5. Экспериментальное исследование зависимости дифракционной эффективности фоторефрактивных голограмм от толщины образца и ориентационного угла в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ / В.В. Шепелевич [и др.] // Известия вузов. Физика. – 2015. – Т. 28, № 10. – С. 74–79.