

**А. В. МАКАРЕВИЧ¹, М. В. ДУБИНА¹, В. В. ШЕПЕЛЕВИЧ¹, С. М. ШАНДАРОВ²,
П. И. РОПОТ³**

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

²ТУСУР (г. Томск, Россия)

³Институт физики им. Б.И. Степанова (г. Минск, Беларусь)

ПРИМЕНЕНИЕ ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА НА ОСНОВЕ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЗЕРКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

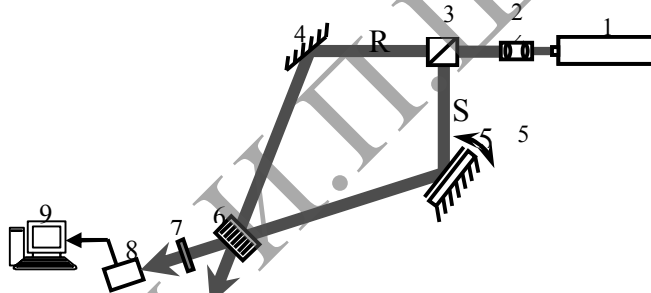
В настоящее время методы голографической интерферометрии, использующие фоторефрактивные кристаллы (ФРК) типа силленитов, нашли широкое практическое применение в различных технических областях, требующих проведения высокоточного контроля производимых объектов в режиме реального времени. Однако, как известно, для эффективного использования кристаллов данного типа в интерферометрии необходимо оптимизировать условия регистрации в кристалле оптической информации, характеризующей состояние исследуемого объекта. Улучшение условий записи может быть осуществлено

путем выбора оптимальной пространственной ориентации кристалла, при которой дифракционная эффективность записанных голограмм достигает максимальных значений.

В связи с этим нами были проведены теоретические и экспериментальные исследования ФРК $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ (ВТО) среза (110) толщиной 7,7 мм для определения пространственной ориентации образца относительно вектора голографической решетки \vec{K} , при которой достигается максимальное значение дифракционной эффективности ненаклонной голограммы, сформированной посредством взаимодействия в кристалле опорного R и предметного S пучков, поляризованных в плоскости падения [1]. Полученные данные способствовали разработке оптимизированной оптической схемы голографического интерферометра, реализуемого на основе пропускающей геометрии записи ненаклонных динамических голограмм в исследуемом образце ВТО и позволили подтвердить возможность использования этого интерферометра для контроля изменения толщины зеркально отражающих объектов без приложения к кристаллу внешнего электрического поля.

В основу работы интерферометра, оптическая схема которого изображена на рисунке 1, положен принцип использования системы опорных интерференционных полос, создаваемых до начала проведения мониторинга. Нами был проведен эксперимент, подтверждающий возможность контроля изменения толщины зеркальных объектов этим голографическим интерферометром.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. После истечения времени формирования голограммы в ФРК ($\tau \approx 30$ с) пьезоэлектрическое зеркало 5 поворачивалось на небольшой угол, что приводило к небольшому изменению оптического пути и направления распространения предметного пучка S, проходящего через кристалл, что фактически соответствовало возникновению нового предметного пучка S'. В то же время опорный пучок R, дифрагируя на голограмме, продолжал восстанавливать предметный пучок S, который использовался до поворота зеркала 5. Таким образом, из кристалла в сторону ПЗС-датчика выходили два интерферирующих друг с другом пучка S и S', что приводило к формированию опорной интерференционной картины на светочувствительной матрице ПЗС-датчика, регистрируемой в виде системы интерференционных полос.



1 – He-Ne лазер, 2 – коллиматор, 3 – светоделительный кубик, 4 – глухое зеркало, 5 – пьезоэлектрическое зеркало, 6 – фоторефрактивный кристалл, 7 – ослабитель, 8 – ПЗС-датчик, 9 – персональный компьютер

Рисунок 1 – Оптическая схема голографического интерферометра для контроля изменения толщины зеркальных объектов

Затем на пьезозеркало медленно подавалось напряжение. За счет обратного пьезоэлектрического эффекта пьезозеркало изменяло свою толщину, в результате чего положение непосредственно самой плоскости зеркальной поверхности смещалось в направлении нормали к ней и моделировало изменение толщины зеркально отражающего объекта. В результате на мониторе персонального компьютера в режиме реального времени наблюдалось смещение системы интерференционных полос. При этом смещение системы интерференционных полос или произвольно выбранной интерференционной полосы на один пространственный период соответствовало изменению фазы предметного пучка на 2π , что эквивалентно смещению фазового фронта пучка на величину, равную его длине волны λ .

На рисунке 2 представлены 3 последовательных кадра, демонстрирующие смещение произвольно выбранной интерференционной полосы вправо. Данная последовательность кадров получена при использовании программного пакета PotPlayer, последовательность кадров взята через интервал времени 0,5 сек.

Таким образом, в настоящем сообщении продемонстрирована возможность использования пропускающей геометрии записи голограмм в ФРК типа силленитов для контроля изменения толщины зеркально отражающих объектов без приложения к кристаллу внешнего электрического поля. Отметим, что возможность применения кристаллов силленитов с использованием аналогичной геометрии записи для мониторинга изменений состояний зеркальных объектов показана в ранее опубликованной работе [2], но с приложением к кристаллу внешнего электрического поля типа меандр.

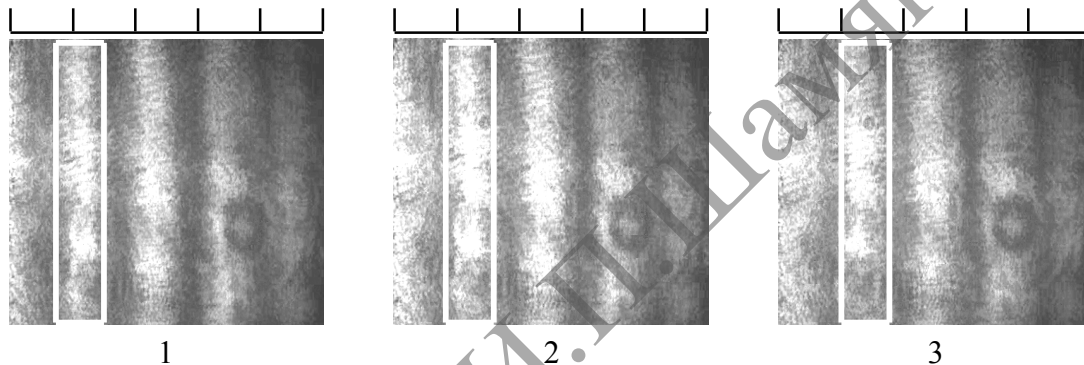


Рисунок 2 – Последовательное смещение интерференционных полос при приложении напряжения к пьезоэлектрическому зеркалу: рамкой белого цвета выделена произвольно выбранная светлая интерференционная полоса, смещение которой показано относительно горизонтальной оси

Работа выполнена при поддержке Государственной комплексной программы научных исследований «Электроника и фотоника», задание «Фотоника 2.2.09», а также БРФФИ и РФФИ (проекты № Ф12Р-222 и № 12-02-90038-Бел, а соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаревич, А.В. Способ определения оптимальной ориентации кристалла с известным срезом / А.В. Макаревич, М.В. Дубина, В.В. Шепелевич // Актуальные вопросы физики и техники: материалы I Республ. научн. конф. студ., магистр. и аспирантов, Гомель, 17 апреля 2012 г. / ГГУ им. Ф. Скорины; редкол.: А.В. Рогачев (гл. ред.) [и др.] – Гомель, 2012. – С.177–180.
2. Sochava, S.L. Holographic interferometry using – 1-order diffraction in photorefractive $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ and $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ crystals / S.L. Sochava, R.C. Troth, S.I. Stepanov // J. Opt. Soc. Am. B. – 1992. – Vol. 9, № 8. – P. 1521–1527.