

Исследование динамических периодических структур методом двухэкспозиционной голографической интерферометрии

Н. Т. Авласевич, А. М. Ляликов

*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Гродно, Беларусь;
e-mail: avlnt@grsu.by*

Предложена оптическая схема и реализован двухэкспозиционный метод записи голограмм динамических периодических структур, позволяющий визуализировать изменения структуры в полосах бесконечной ширины. Суть метода голографической интерферометрии заключается в двухэкспозиционной записи голограмм в различные моменты времени и восстановлении интерференционных картин, отображающих пространственное изменение периодической структуры объекта, произошедшее за временной промежуток между двумя экспозициями голограммы. Результат представлен в виде восстановленной интерференционной картины, визуализирующей динамику поведения периодической структуры при нарастающей деформации ее поверхности.

Ключевые слова: голографическая интерферометрия, динамическая периодическая структура, двухэкспозиционная голограмма, интерференционная картина

Введение

Существуют объекты с периодической структурой, параметры которой изменяются во времени. Наиболее перспективным методом изучения таких объектов является голографическая интерферометрия [1]. Метод голографической интерферометрии позволяет получать информацию в виде интерференционных картин, сформированных волнами, фронты которых искажены исследуемым процессом в различные моменты времени.

На основе метода записи и последующего восстановления голограмм пропускающих периодических структур световыми волнами, дифрагированными на исследуемой структуре [2, 3] предложен и реализован двухэкспозиционный способ записи голограмм динамических периодических структур, позволяющий визуализировать изменения структуры в полосах бесконечной ширины.

1. Оптическая схема двухэкспозиционной записи голограмм

Суть способа заключается в двухэкспозиционной записи голограмм в различные моменты времени и восстановлении интерференционных картин, отображающих пространственное изменение периодической структуры объекта, произошедшее за временной промежуток между двумя экспозициями голограммы.

На рис. 1 представлена оптическая схема, поясняющая запись двухэкспозиционной голограммы при реализации данного метода голографической интерферометрии. Голограмма Н экспонируется парой волн, дифрагированных непосредственно на исследуемой структуре О. Плоскость голограммы оптически сопряжена с периодической структурой О объективами L_3 и L_4 .

Для отображения изменений периодической структуры голограмма Н экспонируется дважды. Полученная таким образом двухэкспозиционная голограмма восстанавливается по известной методике [4, 5].

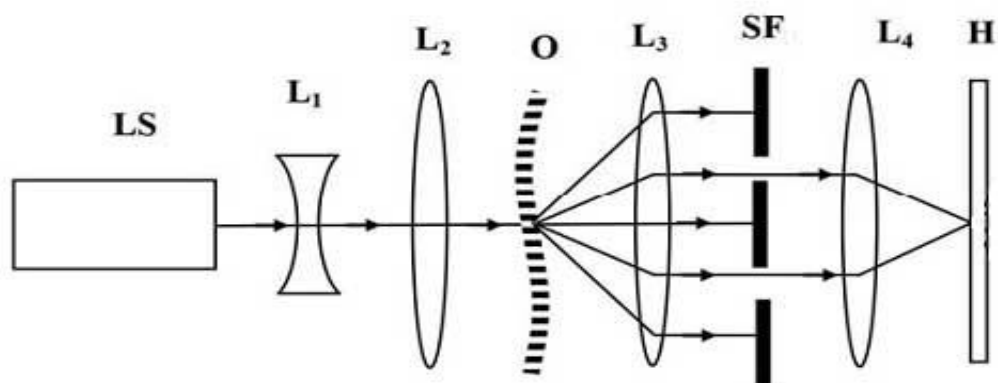


Рис. 1. – Оптическая схема, поясняющая запись двухэкспозиционной голограммы: LS – лазерный источник света; L₁ – рассеивающая линза, L₂, L₃, L₄ – объективы; O – исследуемая периодическая структура, SF, – экран, H – двухэкспозиционная голограмма.

2. Экспериментальные результаты

При опробовании метода голографической интерферометрии динамических периодических структур в качестве объекта была использована двумерная периодическая структура, представляющая собой крестообразную сетку. На рисунке 2 представлена восстановленная интерференционная картина, визуализирующая динамику поведения периодической структуры при нарастающей деформации ее поверхности.



Рис. 2. – Восстановленная интерференционная картина, с двухэкспозиционной голограммы периодической структуры.

Заключение

Следует отметить, что для данного способа голографической интерферометрии периодических структур присущи все преимущества голографического метода регистрации информации в отличие от классических интерференционных способов исследования фазовых объектов. Это не только компенсация аберраций оптической схемы формирования интерференционной картины, но и возможность повышения чувствительности интерференционных измерений. Однако данный способ двухэкспозиционной регистрации голограмм периодических структур имеет существенный недостаток, который в голографической интерферометрии фазовых объектов легко устраним [1, 4]. Вышеописанная схема записи голограмм периодических структур не позволяет регулировать частоту и ориентацию полос голографической структуры. Следствием этого недостатка является восстановление интерференционных картин, отображающих динамику поведения периодической структуры, только в полосах бесконечной ширины. Для восстановления интерференционных картин в полосах конечной ширины требуется реализация возможности изменения частоты или ориентации полос голографической структуры после первой экспозиции голограммы периодической структуры.

Литература

1. Вест, Ч. Голографическая интерферометрия. М.: Мир, 1982. 504 с.
2. Ляликов А. М., Авласевич Н. Т. Регулирование чувствительности измерений в голографической интерферометрии динамических периодических структур. Оптический журнал. 2019. № 3. С. 56–60.
3. Авласевич Н. Т., Ляликов А. М. Голографическая интерферометрия динамических периодических структур в реальном времени. Проблемы физики, математики и техники. 2019. № 1. С. 7–12.
4. Лявшук И. А., Ляликов А. М. Двухэкспозиционная голографическая интерферометрия с записью серии наложенных голограмм в одной регистрирующей среде. Квантовая электроника. 2006. Т. 36, № 2. С. 154–158.
5. Авласевич Н. Т., Ляликов А. М. Визуализация дефектов отдельной компоненты составного дифракционного оптического элемента. Проблемы физики, математики и техники. 2017. № 3. С. 7–13.

Investigation of dynamic periodic structures by the method of two-exposure holographic interferometry

N.T. Avlasevich, A.M. Lialikov

Yanka Kupala State University of Grodno, Belarus; e-mail: avlnt@grsu.by

An optical scheme is proposed and a two-exposure method for recording holograms of dynamic periodic structures is implemented, which makes it possible to visualize changes in the structure in bands of infinite width. The essence of the holographic interferometry method consists in two-exposure recording of holograms at different times and restoration of interference patterns reflecting the spatial change in the periodic structure of an object that occurred during the time interval between two exposures of the hologram. The result is presented in the form of a reconstructed interference pattern that visualizes the dynamics of the behavior of a periodic structure with increasing deformation of its surface.

Keywords: holographic interferometry, dynamic periodic structure, two-exposure hologram, interference pattern.