

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.41

Журнал технической физики, т. 58, в. 8, 1988

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕРОВ ПОЛОС В ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Н. А. Мальцева, Ю. П. Пресняков

В задачах голографической интерферометрии исходными данными для получения распределения изменений показателя преломления фазового объекта является оптическая разность хода $\Delta\Phi$ для луча, распространяющегося через объект [1]. Величину $\Delta\Phi$ можно измерить непосредственно в длинах волн, приписывая темным интерференционным полосам порядковые номера

$$\Delta\Phi = (N + 1/2)\lambda,$$

где λ — длина волны, $|N|=0, 1, 2, \dots$. Однако на интерферограммах достаточно сложных объектов в тех случаях, когда полос оказывается слишком много, а контраст их недостаточен, определить номера интерференционных полос не всегда возможно.

В настоящей работе предлагается метод получения двухэкспозиционных голографических интерферограмм, позволяющий точно идентифицировать номера интерференционных полос относительно одной из полос с известным номером.

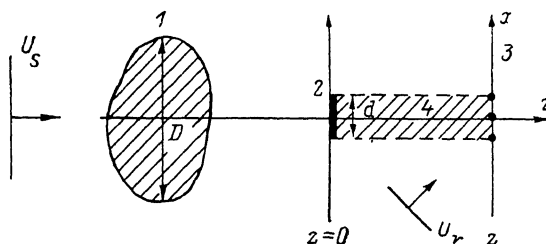


Рис. 1. Схема эксперимента.

Рассмотрим схему эксперимента (рис. 1). Здесь U_s — объектная волна; U_r — опорная волна; ось y перпендикулярна плоскости рисунка; 1 — фазовый объект размера D ; 2 — непрозрачный экран размера d , ось которого совпадает с осью y ; 3 — плоскость голограммы; 4 — область геометрической тени. Предположим, что размер объекта $D \gg d$, тогда волновой фронт объектной волны в области размером d можно считать плоским. Пусть объектная волна U_s в плоскости перед экраном равна 1 в отсутствие объекта. Тогда, если во время первой экспозиции присутствует только фазовый объект, а во время второй экспозиции только экран, то интенсивность поля в плоскости голограммы в области геометрической тени

$$I = |U_r + \exp(i\varphi + ikz)|^2 + |U_r + \exp(i\psi)|^2, \quad (1)$$

где z — расстояние от голограммы до экрана; φ — набег фазы в объекте; ψ — фаза волны, дифрагировавшей в область геометрической тени; $k = 2\pi/\lambda$. Интенсивность восстановленного изображения равна

$$I \sim 1 + \cos(\varphi + kz - \psi). \quad (2)$$

Уравнение темных полос в области тени при $|x| < d/2$ имеет вид

$$\varphi_x(x, y) + kz - \psi(x) = 2\pi(N + 1/2), \quad (3)$$

где $|N| = 0, 1, 2 \dots$, $\varphi_T(x, y)$ — набег фазы в объекте при $|x| < d/2$. При $|x| \geq d/2$ $\psi(k) = kz$, тогда набег фазы в объекте

$$\varphi_{\infty}(x, y) = 2\pi(N + 1/2).$$

Сдвиг полос в области тени равен

$$\Phi_1 = \varphi_T - \varphi_{\infty} = \psi(x) - kz. \quad (4)$$

Так как при $|x| < d/2$ $\psi(x) > kz$, то $\Phi_1 > 0$, т. е. в области геометрической тени полосы смещены в направлении возрастания их номеров. В случае, когда фазовый объект и экран присутствуют одновременно в одной из экспозиций, интенсивность поля

$$I = |U_r + \exp(i\varphi + i\psi)|^2 + |U_r + \exp(ikz)|^2. \quad (5)$$

Интенсивность восстановленного изображения

$$I \sim 1 + \cos(\varphi + \psi - kz), \quad (6)$$

а сдвиг полос определяется выражением

$$\Phi_2 = kz - \psi < 0, \quad (7)$$

т. е. полосы смещены в направлении убывания их номеров.

На рис. 2 показана голографическая интерферограмма стеклянной пластины. Непрозрачным экраном служили две проволоочки диаметром 10^{-3} м, расположенные в одной плоскости на расстоянии 0.316 м от голограммы; длина волны лазера $\lambda = 0.63 \cdot 10^{-6}$ м. В каждой из экспозиций присутствовала только одна из проволоочек. В соответствии с формулами (4) и (7) смещения одной и той же полосы в области тени противоположны по направлению.

При моделировании вышеописанного эксперимента на ЭВМ в приближении дифракции Френеля получено, что распределение фазы в области геометрической тени соответствует профилю искривления полосы в эксперименте.

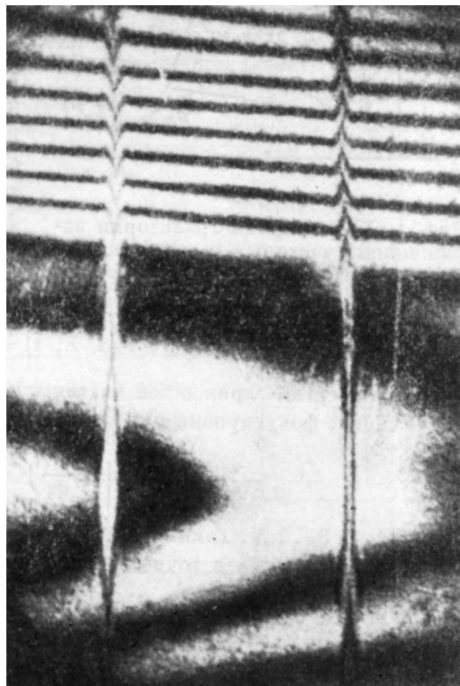


Рис. 2. Интерферограмма неоднородной стеклянной пластины.

Литература

[1] Вест Ч. Голографическая интерферометрия. М.: Мир, 1982. 502 с.

Всесоюзный научно-исследовательский институт оптико-физических измерений
Москва

Поступило в Редакцию
17 февраля 1987 г.
В окончательной редакции
23 декабря 1987 г.

ПОИСК ФОКУСИРОВКИ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА В РЕАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В. А. Горелик, О. Д. Протопопов, А. А. Трубицын

Параметры широкого класса электронно-оптических систем, в частности электростатических линз и энергоанализаторов дисперсионного типа, во многом определяются их фокусирующими свойствами. Традиционный способ поиска условий фокусировки высокого по-