

Академик АН БССР Б. И. СТЕПАНОВ, Е. В. ИВАКИН, А. С. РУБАНОВ

О РЕГИСТРАЦИИ ПЛОСКИХ И ОБЪЕМНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ГОЛОГРАММ В ПРОСВЕТЛЯЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВАХ

Особенностью динамической голографии, использующей в качестве светочувствительного материала нелинейные среды и, в частности, просветляющиеся вещества, является одновременная регистрация и восстановление волнового фронта⁽¹⁻⁶⁾. Авторами работ^(1, 2) получено действительное изображение прямоугольной маски в параллельных пучках рубинового лазера. Энергетическим и временным аспектам динамической голографии посвящены работы⁽³⁻⁵⁾. В⁽⁶⁾ теоретически рассмотрен вопрос формирования с помощью динамической голографии действительного изображения, пространственно разделенного от сопровождающих этот процесс других световых пучков, при произвольной конфигурации образующих голограмму волновых фронтов.

В данной работе экспериментально показана возможность регистрации и практического использования плоских и объемных динамических голограмм.

Схемы экспериментальных установок представлены на рис. 1. Источником света служил рубиновый лазер 1, работающий в режиме модулированной добротности с энергией в импульсе 0,2 Дж. Диаметр рубинового стержня 10 мм, длина 120 мм. В качестве затвора использовалась кювета с раствором фталоцианина хлористого галлия в хлорбензоле, пропускание которой составляло 7%. Для селекции типов колебаний в резонатор вводилась стопа из двух плоскопараллельных стеклянных пластин и диафрагма диаметром 5 мм.

Для регистрации плоской голограммы и восстановления действительного изображения объекта с произвольным увеличением использовалась схема, приведенная на рис. 1а. На плоскопараллельный слой 6 раствора криптоцианина в метаноле толщиной 50 мкм и начальным пропусканием 20% направлялись два пучка света приблизительно равной интенсивности под углом 8°—10° друг к другу. В один из пучков помещался объект 5 — фигурная металлическая диафрагма в виде буквы «Т» с максимальным размером 3 мм, в другой — линза 4, обеспечивающая необходимое увеличение. За регистрирующим слоем на расстоянии, зависящем от требуемого увеличения, помещалась фотопластинка 7, на которую проектировалось действительное изображение объекта.

В соответствии с⁽⁶⁾ увеличение схемы (рис. 1а) равно

$$M = (1 - 2z_0/z_r)^{-1},$$

где z_0 и z_r — расстояния, взятые со своим знаком, от голограммы до объекта и до опорного источника света соответственно. На рис. 2а один из дифракционных максимумов соответствует действительному изображению

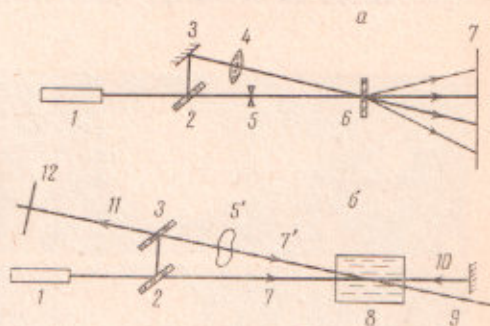


Рис. 1

объекта, спроектированного в натуральную величину, так как в данном случае было $z_r \gg z_0$. Увеличенное изображение можно получить, помещая в референтный пучок отрицательную линзу. При использовании, например, линзы, обеспечивающей $z_r = -240$ мм, при $z_0 = -60$ мм получено изображение, двукратно увеличенное (см. рис. 2б).

Для выяснения влияния просветляющегося вещества на качество изображения голограмма регистрировалась в тех же пучках на пленку Микрат-900. Восстановленное с помощью лазера ЛГ-55 изображение по качеству практически не отличалось от приведенных на рис. 2. Это говорит о возможности получения высококачественных изображений при помощи просветляющихся веществ, если используется лазер с более высокой степенью когерентности.

Схема получения объемных динамических голограмм и использования их для компенсации фазовых искажений изображена на рис. 1б. Параллельный световой пучок с помощью полупрозрачных зеркал 2 и 3 разделяется на два — 7 и 7', которые направляются на объемную регистрирующую

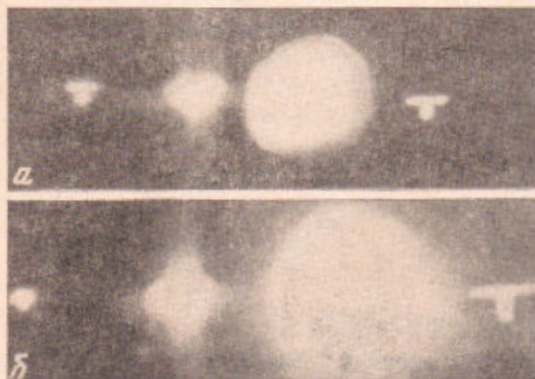


Рис. 2

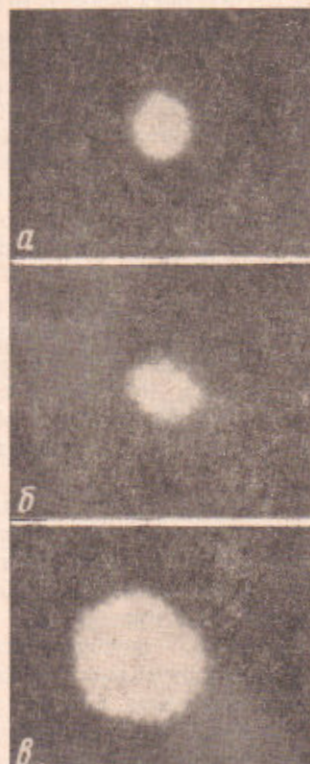


Рис. 3

щую среду 8. В качестве последней использовался слой толщиной 2 см раствора фталоцианина хлористого галлия в хлорбензоле с начальным пропусканием 10%. Пучок 7 отражается в обратном направлении зеркалом 9. В момент действия светового импульса наблюдается дифракция пучка 10 в направлении 11 на голограмме, образованной лучами 7 и 7', и волнового фронта 7 на голограмме, полученной в результате интерференции пучков 7' и 10. Картина, наблюдаемая в плоскости 12 на расстоянии 1 м от зеркала 3, представлена на рис. 3а. Если в пучок 7' поместить рассеивающую среду, то волновой фронт сложной формы, образованный в результате дифракции плоских волновых фронтов 7 и 10 на объемной голограмме, пройдя через среду 5', превращается в плоский. Рис. 3б иллюстрирует результат компенсирующего действия объемной голограммы. В эксперименте в качестве искажающей среды использовалась положительная линза с фокусным расстоянием 15 см. При сравнении размеров пятен на рис. 3а и 3б видно, что несмотря на наличие возмущающей среды форма волнового фронта, идущего в направлении 11, практически не изменилась. Снимок на рис. 3в получен, когда вместо регистрирующей среды 5' использовалось плоское зеркало, ориентированное таким обра-

зом, что луч 7 отражался в направлении II. После прохождения через линзу 5' пучок расширяется.

Поскольку образование голограммы в слое насыщающего красителя и ее считывание происходят одновременно и осуществляются в течение 10^{-7} — 10^{-8} сек, динамические голограммы способны компенсировать фазовые возмущения, непрерывно изменяющиеся во времени. Применение объемных голограмм позволяет значительно увеличить интенсивность исправленного светового пучка, так как дифракционная эффективность таких голограмм выше, чем плоских (7).

Институт физики
Академии наук БССР

Поступило
14 VII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ H. J. Gerritsen, Appl. Phys. Lett., 10, 239 (1967). ² H. J. Gerritsen, E. G. Ramberg, S. Freeman, Proc. Sympos. Mod. Optics, N. Y., 1967, p. 109.
³ H. Eichler, B. Kluzowski, Zs. angew. Phys., 27, 4 (1969). ⁴ А. С. Рубанов, Е. В. Ивакин, Журн. прикл. спектроскоп., 14, № 5 (1971). ⁵ Е. В. Ивакин, А. С. Рубанов, В сборн. Голография и ее использование в оптике, Л., 1970, стр. 40. ⁶ А. С. Рубанов, Е. В. Ивакин, Докл. АН БССР, 14, 6 (1970). ⁷ С. В. Burckhardt, J. Opt. Soc. Am., 57, 601 (1967).