

Диски компрессоров авиадвигателей исследовались с помощью лабораторного ионного лазера [4]. В аргоне ($\lambda=514,5$ нм, 600 мВт в одномодовом режиме) голограммы записывались на пластинках «Agfa-Gevaert» и «Kodak». В криптоне ($\lambda=647,1$ нм, 350 мВт в одномодовом режиме) запись голограмм производилась на отечественных пластинках «Микрат-ВРЛ».

На рис. 2, а, б приведены интерферограммы вибрирующего диска компрессора двигателя диаметром 85 см, полученные методом усреднения на частотах 2220 и 3070 Гц.

ЛИТЕРАТУРА

1. B. S. Hockley, J. N. Butters. Holography as a Routine Method of Vibration Analysis.— *Journal Mechanical Engineering Science*, 1970, v. 12, № 1.
2. P. Waters, H. G. Aas. Holographic Analysis of Turbine Blades.— *Pap. ASME*, 1971, NGT-84.
3. R. L. Powell, K. A. Stetson. Interferometric Vibration Analysis by Wavefront Reconstruction.— *Journal of the Optical Society of America*, 1965, v. 55, № 12.
4. А. М. Васильев, С. Т. Де, А. В. Логинов. Лабораторный аргонный лазер с разрядным каналом из окиси бериллия.— *Автометрия*, 1972, № 5.

Поступила в редакцию 9 марта 1973 г.

УДК 53-07/08

М. М. БУТУСОВ

(Ленинград)

СХЕМА ДЛЯ ПОДВОДНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ГОЛОГРАФИИ

Модуляция по фазе опорного пучка [1—3] в схемах голографической виброметрии позволяет расширить диапазон исследуемых амплитуд колебаний [2, 3].

На рис. 1 приведена схема с модулируемым по фазе опорным пучком, которую мы применяем для исследования объектов, имеющих почти поршневую форму колебаний. Фазовая модуляция опорного пучка осуществляется полированным участком 3 поверхности объекта или легким зеркалом, наклеенным на этот участок. Полученные с помощью этой схемы голограммы несут информацию о распределении амплитуды колебаний точек исследуемого объекта относительно участка 3.

Схема может быть применена для голографического исследования объектов, находящихся в воде. Часто такие объекты нельзя исследовать в лабораторных условиях из-за искажающего влияния стеклянных стенок кюветы или бассейна. Однако простой перенос под воду указанной схемы, настроенной на воздухе, оказывается невозможным прежде всего потому, что в воде полупрозрачная пластина ПП и линза Л изменяют свои свойства. Полупрозрачная пластина может быть заменена светоделительным кубом, однако линза Л, помещенная в воду, изменяет свое фокусное расстояние в соответствии с формулой, полученной из (4.4.36) [4]:

$$\frac{f_0}{f_1} = \frac{n_c/n_0 - 1}{n_c/n_1 - 1} \approx 4,5, \quad (1)$$

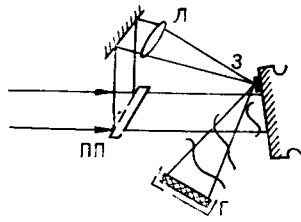


Рис. 1.

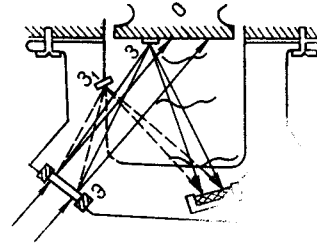


Рис. 2.

где f_0 и f_1 — фокусные расстояния линзы в воздухе и в воде; n_0 , n_1 , n_c — соответственно коэффициенты преломления воздуха, воды, стекла. Столь резкое изменение фокусного расстояния линзы Л при погружении схемы в воду делает предварительную настройку схемы в воздухе невозможной.

Предлагаемый вариант схемы (рис. 2) содержит голографический эквивалент линзы, что значительно упрощает структуру схемы, которая состоит только из двух основных элементов: эквивалента Э в держателе и голограммы Г в держателе. Эксперимент показал, что эквивалент линзы, изготовленный на отбеленной по методу [5] голограмме, не меняет практически своей эффективности при погружении в воду. Объясняется это тем, что дифракционная эффективность фазовых (или отбеленных) голограмм определяется не столько поверхностным рельефом голограмм, как это часто считают, а структурой расположения прозрачных солей в желатине фотоэмульсии.

Уменьшение длины волны света в воде в n_1/n_0 раз приводит [6] к изменению фокусного расстояния эквивалентной линзы и изменению направления распространения дифракционных порядков. Из формул (8.41), (8.46) [6] следует, что осевое положение фокального пятна Z_1 в воде отличается от такового на воздухе Z_0 , согласно формуле

$$\frac{Z_1}{Z_0} = \frac{n_1}{n_0}, \quad (2)$$

причем поперечные координаты фокального пятна при освещении схем плоской волной не изменяются (рис. 3). Характерно, что при малых углах дифракции, согласно (2),

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} \approx \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi_0} = \frac{Z_0}{Z_1} = \frac{n_0}{n_1}, \quad (3)$$

а для дифракционной решетки с прямыми штрихами [7]:

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{\alpha \lambda_1}{\alpha \lambda_0} = \frac{n_0}{n_1}, \quad (4)$$

т. е. углы дифракции эквивалента линзы и дифракционной решетки при погружении в воду меняются одинаково. В (4) α — пространственная частота штрихов решетки.

Настройка предлагаемой схемы на воздухе значительно проще — достаточно лишь установить показанное штрихами на рис. 2 вспомогательное зеркало Z_1 в положение, определенное по (2). При погружении в воду дифрагированный пучок «переключается» на зеркало З. Уменьшение угла между опорным и предметным лучами при переносе в воду сопровождается пропорциональным уменьшением длины волны, и в целом пространственные частоты, а следовательно, и качество голограмм в предлагаемой схеме будут одинаковыми и в прозрачной воде, и на воздухе. ■

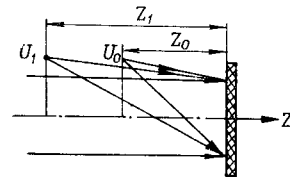


Рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Aleksoff. Time Average Holography Extended.— Appl. Phys. Lett., 1969, v. 14, № 1.
2. Б. А. Белогородский, М. М. Бутусов, Ю. Г. Туркевич. Голографический метод исследования вибраций с модулированным по фазе опорным пучком.— Акустический журнал, 1971, XVII, № 3.
3. Б. А. Белогородский, М. М. Бутусов, Ю. Г. Туркевич. Голографические методы исследования высокочастотных вибраций.— Автометрия, 1972, № 1.
4. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. М., «Наука», 1970.
5. J. N. Latta. The Bleaching of Holographic Diffraction Gratings.— Appl. Opt., 1970, v. 7, № 12.
6. Дж. Гудмен. Введение в Фурье-оптику. М., «Мир», 1970.
7. Ю. И. Островский. Голография. Л., «Наука», 1970.

Поступила в редакцию 14 октября 1971 г.

УДК 621.378.9 : 778.4

Ю. Н. СОЛОДКИН

(Новосибирск)

ГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕРОМЕТР КАК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

Методы голографической интерферометрии для исследования деформаций и вибраций интенсивно развиваются. При практическом использовании этих методов важным является вопрос о метрологических характеристиках голографических интерферометров. К таким характеристикам прежде всего относятся погрешность и пределы измерения, чувствительность и порог чувствительности. Данная работа представляет собой попытку проанализировать метрологические характеристики голографических интерферометров на основе некоторых результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Известно соотношение [1]:

$$\vec{d}(\vec{r}_0 + \vec{r}_n) = N\lambda, \quad (1)$$

где \vec{d} — вектор смещения точки поверхности объекта; \vec{r}_0 и \vec{r}_n — соответственно единичные векторы освещения и наблюдения; N — число интерференционных полос от полосы нулевого порядка до рассматриваемой точки; λ — длина волны (рис. 1).

Выражение (1) позволяет определить проекцию вектора смещения \vec{d} на биссектрису угла $\widehat{r_0 r_n} = \varphi$. Для полного определения \vec{d} обычно решают систему из трех уравнений вида (1), отличающихся друг от

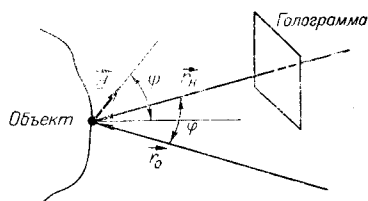


Рис. 1.

друга направлениями наблюдения \vec{r}_n . В этом случае либо экспонируются три голограммы [2], либо через одну голограмму объект наблюдается с трех направлений [3]. Не останавливаясь подробно на методах расшифровки, отметим только, что любой из них определяет смещение \vec{d} с точностью до знака.

Из уравнения (1) следует, что име-