Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 939934

(61) Дополнительное к авт. свид-ву № 811072

(22) Заявлено 120680 (21) 2939241/25-28

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.06.82. Бюллетень № 24

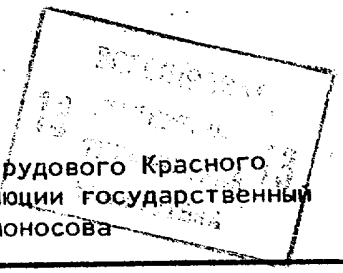
Дата опубликования описания 30.06.82

(51) М. Кл.[3] G 01 B 11/00

(53) УДК 531.717.53(088.8)

(72) Авторы изобретения: В.С.Анчуткин и В.И.Шмальгаузен

(71) Заявитель: Московский ордена Ленина, ордена Трудового Красного Знамени и ордена Октябрьской Революции государственный университет им. М.В.Ломоносова



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИЙ

1

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике, в частности к приборам для измерения параметров механических вибраций.

По основному авт. св. СССР № 811072 известно устройство для измерения вибраций, которое содержит последовательно установленные монохроматический источник излучения и объектив, последовательно установленные диафрагму, светофильтр, фотоприемник и регистрирующую систему, второй объектив и решетку, жестко связанную с вибратором и установленную между источником излучения и первым объективом отражающим покрытием непрозрачных штрихов к объективу, а второй объектив размещен в ходе отраженного от решетки излучения, перед диафрагмой [1].

В известном устройстве на поверхности исследуемого объектива реализуется распределение освещенности в виде двух или трех пространственно

2

разнесенных световых пятен (двухлучевое или трехлучевое освещение), что принципиально не позволяет отличить установившиеся поперечные колебания поверхности от бегущих волн, что сказывается на точности измерений.

Цель изобретения - повышение точности измерения вибраций.

Поставленная цель достигается тем, что устройство снабжено последовательно установленными между источником излучения и решеткой фокусирующей линзой, двояколучепреломляющим кристаллом и коллимирующей линзой, анализатором, расположенным между вторым объективом и диафрагмой, последовательно размещенными на выходе потока излучения от анализатора вторыми диафрагмой, светофильтром и фотоприемником и фазометром, соединенным входами с выходом соответствующего фотоприемника.

На чертеже приведена блок-схема устройства.

Устройство содержит высокомонохроматический источник 1 излучения света, например стабилизированный по амплитуде и частоте газовый лазер, фокусирующую линзу 2, двояколучепреломляющий кристалл, например пластину 3 из кристалла кальцита, коллимирующую линзу 4, дифракционную решетку 5 с чередующимися зеркально отражающими и пропускающими штрихами, объектив 6. Объект исследования 7 помещается в задней фокальной плоскости объектива 6, решетка 5 - в передней. Второй объектив 8 расположен в ходе отраженного от решетки излучения перед анализатором 9, который служит для пространственного разделения рассеянного света по поляризациям. В качестве анализатора 9 можно использовать модифицированную призму Франка-Риттера. В состав устройства также входят диафрагмы 10 и 11, интерференционные светофильтры 12 и 13 на длину волны света источника 1, фотоприемники 14 и 15. Для измерения сдвига фаз выходных сигналов фотоприемников (первых гармоник сигнала) применяется фазометр 16. Решетка 5 жестко связана с вибратором 17, зеркальное покрытие штрихов решетки 5 обращено в сторону объектива 8.

Для измерения амплитуд вибраций к фотоприемникам 14 и 15, следует подключать регистрирующую систему (на чертеже не указана).

Устройство работает следующим образом.

Плоскополяризованный луч от источника 1, проходя через линзу 2, падает на пластину 3, изготовленную из кристалла кальцита. Луч падает нормально естественной грани кристалла. Из пластины 3 выходят два луча, поляризованные во взаимно ортогональных плоскостях, которые коллимируются линзой 4. Таким образом, на дифракционную решетку 5 падают две плоские волны разной поляризации под некоторым углом друг к другу. На поверхности исследуемого объектива 7, расположенного в задней фокальной плоскости объектива 6, реализуется распределение освещенности, представляющее собой спектры Фурье решетки 5, смещенные относительно друг друга на величину, зависящую от толщины пластины 3 и фокусного расстояния линз 2 и 4 и объектива 6.

На чертеже показаны направления лучей, формирующих составляющие спектров нулевого порядка. В случае гармонической решетки эти спектры имеют по три составляющие: 0 и 1 дифракционные порядки. Спектр Фурье прямоугольной решетки 5 имеет много порядков. В этом случае высшие дифракционные максимумы могут быть перекрыты с помощью диафрагмы (маски), расположенной вблизи исследуемого объекта (на чертеже не указано). Таким образом, на рассеивающей поверхности можно выделить две пространственно разнесенные области, в каждой из которых реализуется распределение освещенности в виде трех световых пятен (трехлучевое освещение), причем излучение в каждой из указанных областей характеризуется разным направлением вектора поляризации.

В случае объекта с шероховатой поверхностью рассеянный свет образует в плоскости решетки 5 картину, являющуюся результатом наложения двух случайных световых полей разной поляризации. Каждое из этих полей представляет собой спектр, структуру, промодулированную системой интерференционных полос Юнга. Частота полос совпадает с пространственной частотой дифракционной решетки, а их фаза в каждом элементе спектр-структуры случайна. Результирующее световое поле, отраженное штрихами решетки 5, проходя через объектив 8, попадает на анализатор 9, где происходит пространственное разделение исходных случайных полей по поляризациям. Плоскости расположения фотоприемников 14 и 15 и дифракционной решетки 5 являются сопряженными по отношению к объективу 8, который позволяет также согласовывать размеры светового конуса, образованного рассеянным светом, с входным зрачком анализатора. Фотоприемники 14 и 15 осуществляют преобразование изменений светового потока в эквивалентные изменения фототока.

Поскольку малые поперечные гармонические возмущения рассеивающей поверхности, длина волны которых гораздо больше расстояния между соседними порядками в спектре решетки 5, вызывают колебательное движение системы интерференционных полос относи-

тельно штрихов решетки 5, выходные сигналы фотоприемников 14 и 15 описывают характер возмущения (изменение угла наклона) поверхности в областях локализации спектров.

В случае установившихся колебаний рассеивающей поверхности эти сигналы будут отличаться друг от друга. Указанный факт обусловлен различием в величинах измеряемых углов наклона поверхности в соответствующих областях и тем, что фотоприемники 14 и 15 могут быть настроены на пятна с разными фазами модулирующих полос. Последнее обстоятельство приводит к тому, что разность фаз сигналов (первых гармоник сигнала) может принимать значения $0 \pm \pi$.

Когда поперечные возмущения поверхности объекта 7 представляют собой бегущую волну, направление распространения которой совпадает с линией, соединяющей центры освещенных областей, характеризующихся разной поляризацией излучения, величина разности фаз сигналов с точностью до $\pm \pi$ определяется выражением

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda},$$

где Δx - расстояние между центрами областей; λ - длина возмущающей волны. Для устранения неоднозначности результата измерений $\Delta\varphi$ необходимо потребовать выполнение следующих условий: $\Delta x < \frac{\lambda}{2}$; $\Delta\varphi < \frac{\pi}{2}$

Таким образом, направление и скорость распространения волны можно определить по знаку и величине разности фаз сигналов, характеризующих деформации поверхности в указанных областях.

Для оценки амплитуд вибраций сигналы с выходов фотоприемников подают на вход регистрирующей системы (на чертеже не указано).

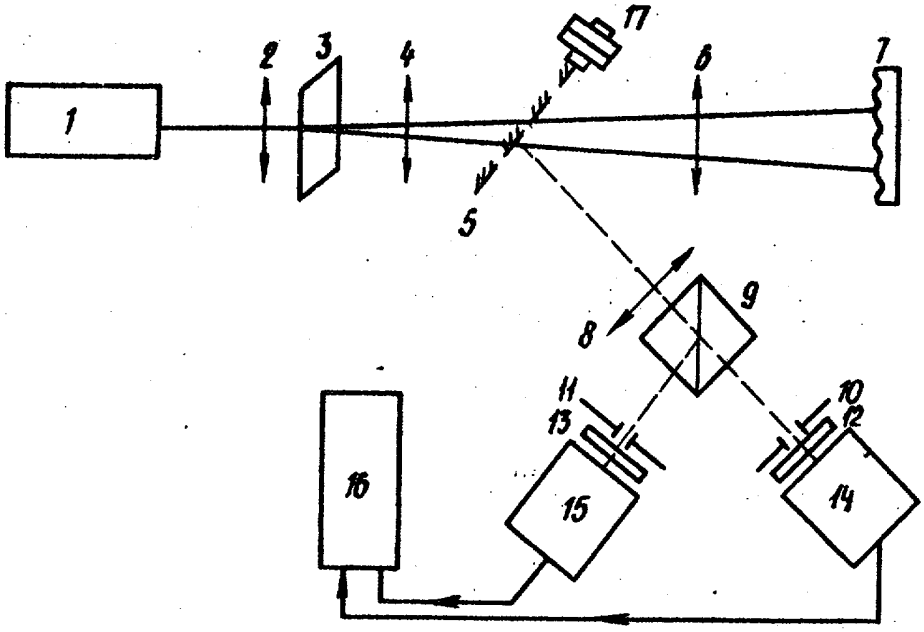
Использование таких элементов, как двояколучепреломляющий кристалл с фокусирующей и коллимирующей линзами, а также анализатор, второй фотоприемник и фазометр обеспечивает возможность регистрации поперечных бегущих поверхностных волн деформации, что позволяет отличить установившиеся колебания поверхности от бегущих волн, определить направление и скорость их распространения, а также при необходимости измерить амплитуду и частоту, что в итоге приводит к повышению точности измерения вибраций.

Формула изобретения

Устройство для измерения вибраций по авт.св. № 811072, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения точности измерения вибраций, оно снабжено последовательно установленными между источником излучения и решеткой фокусирующей линзой, двояколучепреломляющим кристаллом и коллимирующей линзой, анализатором, расположенным между вторым объективом и диафрагмой, последовательно размещенными на выходе потока излучения от анализатора вторыми диафрагмой, светофильтром и фотоприемником и фазометром, соединенным входами с выходом соответствующего фотоприемника.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 811072 по заявке № 2745047/25-28, кл. G 01 B 11/00, 1979 (прототип).



Составитель В.Климова
Редактор А.Фролова Техред Ж.Кастелевич Корректор А.Дзятко

Заказ 4649/59 Тираж 614 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4