



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38354 (13) U

(51) МПК (2006)

G01H 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ВІБРОМЕТРІЇ З ПРЯМИМ ФОТОДЕТЕКТУВАННЯМ

1

2

(21) u200812090

(22) 13.10.2008

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) ДОЛЯ ГРИГОРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, КАТУНІН АЛЬБЕРТ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, БУЛАЙ АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, САДОВИЙ КОСТЯНТИН ВАЛЕНТИНОВИЧ, UA, ЖИВЧУК В'ЯЧЕСЛАВ ЛЕОНІДОВИЧ, UA

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА, UA

(57) Пристрій для лазерної віброметрії з прямим фотодетектуванням, що містить лазер підсвічування поверхні досліджуваного об'єкта, фокусуючу

систему, фотоприймач, аналогово-цифровий перетворювач і аналізуючий пристрій, який відрізняється тим, що додатково містить світлоповертаюче покриття, яке жорстко механічно зв'язане з поверхнею досліджуваного об'єкта, а також колектор випромінювання, причому вихід лазера підсвічування поверхні досліджуваного об'єкта оптично зв'язаний із входом фокусуючої системи, вихід фокусуючої системи оптично зв'язаний із входом колектора випромінювання, вихід колектора випромінювання оптично зв'язаний із входом фотоприймача, вихід якого електрично зв'язаний із входом аналогово-цифрового перетворювача, сигнал якого надходить до аналізуючого пристрою.

Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використана для вирішення завдань віброаналізу при технічній діагностиці електромеханічного обладнання.

Відомий голографічний пристрій вимірювання вібрацій об'єкта [1], який містить лазер підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта, світоподільник, лінзи для розширення лазерного променя, нерухоме дзеркало, телевізійну камеру. Для визначення вібрацій поверхні досліджуваного об'єкта аналізується інтерференційна картина, яка створюється опорною і предметною світловими хвилями. Дальність дії (відстань від пристрою до поверхні досліджуваного об'єкта) при цьому не перевищує одиниць метрів.

Недоліками відомого пристрою є мала дальність дії і труднощі технічної реалізації, яка досить складна і можлива, як правило, тільки в лабораторних умовах.

Відомий також пристрій лазерної віброметрії [2], заснований на використанні ефекту Доплера, який містить лазер підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта, коліматор, світлоподільний кубик, нерухоме дзеркало, фотоприймач, фільтр і вимірювальний пристрій. У цьому пристрої, елементи якого утворюють інтерферометр Майкельсона, вимірюється складова сигналу вібрацій на частоті Доплера. Вона виникає внаслідок інтерференції опорного лазерного променя, який відбива-

ється від нерухомого дзеркала, і променя, який відбивається від поверхні досліджуваного об'єкта.

Недоліком відомого пристрою є мала дальність дії. Це зумовлено дифузним характером відбиття лазерного випромінювання від поверхні досліджуваного об'єкта. Дальність дії пристрою не перевищує одиниць метрів [3, 4].

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип, є лазерний віброметр з прямим фото детектуванням [4], який використовує нерівномірність спекл-структури лазерного випромінювання для аналізу коливань шорсткої поверхні та містить: лазер підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта, фокусуючу систему, діафрагму, фотоприймач, підсилювач сигналу, аналогово-цифровий перетворювач, аналізуючий пристрій. Вихід лазера підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта оптично пов'язаний із фокусуючою системою, вихід якої через поверхню досліджуваного об'єкта і діафрагму оптично пов'язаний із входом фотоприймача, вихід якого електрично пов'язаний із входом підсилювача сигналу, а його вихід електрично пов'язаний із входом аналогово-цифрового перетворювача, вихід якого подано на аналізуючий пристрій.

Недоліками пристрою-прототипу є мала дальність дії (приблизно 1 м) і невеликий динамічний діапазон вібрацій поверхні досліджуваного об'єкта.

В основу корисної моделі поставлена задача створити пристрій лазерної віброметрії з прямим

(13) U

(11) 38354

(19) UA

фотодетектуванням, у якому збільшується потужність випромінювання, відбитого від поверхні досліджуваного об'єкта в напрямку на фотоприймач пристрою лазерної віброметрії, за рахунок чого підвищується дальність дії пристрою. Велика дальність дії пристрою необхідна в випадку небезпечності або неможливості проведення технічної діагностики досліджуваного об'єкта на відстані одиниць метрів до його поверхні.

Поставлена задача вирішується за рахунок введення світлоповертаючого покриття, яке жорстко механічно пов'язане з поверхнею досліджуваного об'єкта, та заміни діафрагми колектором випромінювання.

Використання світлоповертаючого покриття (випадково або детерміновано просторово розташованих світлоповертаючих елементів - скляних мікрокульок або мікропризм) на поверхні досліджуваного об'єкта призводить до створення просторово-неоднорідного розподілу інтенсивності лазерного випромінювання такого ж, як і у випадку шорсткої поверхні. Застосування світлоповертаючого покриття незалежно від орієнтації площини поверхні досліджуваного об'єкта до напрямку приходу випромінювання лазера підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта забезпечує перевипромінювання в напрямку на фотоприймач значно більшої потужності випромінювання, ніж у випадку поверхні без світлоповертаючого покриття (шорсткої поверхні) за умови, якщо фотоприймач розташовується поряд із лазером підсвітлення. Таким чином, значно (у десятки і сотні разів) збільшується потужність відбитого від поверхні досліджуваного об'єкта лазерного випромінювання, яке приймається фотоприймачем, що обумовлює дальність дії пристрою.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у збільшенні потужності випромінювання, відбитого від поверхні досліджуваного об'єкта, в напрямку на фотоприймач пристрою лазерної віброметрії з прямим фотодетектуванням, що призводить до збільшення дальності дії пристрою.

На Фіг.1 приведена структурна схема запропонованого пристрою.

На Фіг.2 приведений збільшений зовнішній вигляд світлоповертаючого покриття - мікрокульок.

На Фіг.3 приведений збільшений зовнішній вигляд світлоповертаючого покриття - мікропризм.

На Фіг.4 представлена типова часова реалізація сигналу вібрацій поверхні опори електродвигуна в умовних одиницях.

На Фіг.5 представлений спектр сигналу вібрацій поверхні опори електродвигуна.

Запропонований пристрій лазерної віброметрії з прямим фотодетектуванням містить лазер підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта 1, фокусуючу систему 2, світлоповертаюче покриття 3 на поверхні досліджуваного об'єкта, колектор випромінювання 4, фотоприймач 5, аналого-цифровий перетворювач 6, аналізуючий пристрій 7. Вихід лазера підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта 1 через фокусуючу систему 2 оптично пов'язаний через поверхню світлоповертаючого покриття 3 (світлоповертаюче покриття жорстко механічно пов'язане із поверхнею досліджуваного

об'єкта) із входом колектора випромінювання 4, вихід якого оптично пов'язаний із входом фотоприймача 5, вихід якого електрично пов'язаний із входом аналого-цифрового перетворювача 6, вихід якого електрично пов'язаний із входом аналізуючого пристрою 7.

Лазером підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта 1 є напівпровідниковий лазер ИЛПН-108 [5], фокусуюча система 2 виконана у вигляді сукупності двох лінз, світлоповертаючим покриттям 3 є плівка із сукупності мікрокульок фірми Oralite (Фіг.2) або плівка із сукупності мікропризм фірми Reflexite (Фіг.3). Замість плівок зі світлоповертаючим покриттям може застосовуватись світлоповертаюча фарба, яка може дистанційно наноситись на поверхню досліджуваних об'єктів за допомогою пристроїв "Paintball". Колектором випромінювання 4 є лінза, фотоприймачем 5 є р-і-п діод ФУО-138 [6], аналого-цифровий перетворювач 6 - звукова карта ПЕОМ, аналізуючим пристроєм 7 є ПЕОМ.

Робота запропонованого пристрою полягає у наступному.

За допомогою фокусуючої системи 2 випромінювання лазера підсвітлення поверхні досліджуваного об'єкта 1 фокусується на поверхню світлоповертаючого покриття 3, яке жорстко механічно пов'язане з поверхнею досліджуваного об'єкта, що вібрає. За рахунок жорсткого механічного зв'язку поверхні досліджуваного об'єкта зі світлоповертаючим покриттям вібрації поверхні призводять до відповідних просторових переміщень сформованої інтерференційної картини (спекл-структури) у площині колектора випромінювання 4. Ці переміщення викликають появу на виході фотоприймача 5 корисного сигналу у вигляді змінної складової фотоструму. Представлені результати (Фіг.4 і Фіг.5) отримані за допомогою зразка запропонованого пристрою на дальності 50 м, при цьому практично вся потужність лазерного випромінювання, відбитого від поверхні світлоповертаючого покриття на поверхні досліджуваного об'єкта, сконцентрована у куті  $3^\circ$  [7].

#### ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спекл-интерферометрия. Пер. с англ. - М.: Мир, 1986. - С.263-264.

2. Ю.П. Пресняков, В.П. Щепинов. Использование спекл-эффекта для анализа колебаний шероховатой поверхности. //Журнал технической физики. - 1997. - Т.67, №8 - С.71-75.

3. Лазерный виброметр LV-2. Техническое описание ООО «Лазерная техника». г.Новосибирск (сайт підприємства-виробника <http://www.sinor.ru/~mkl/>).

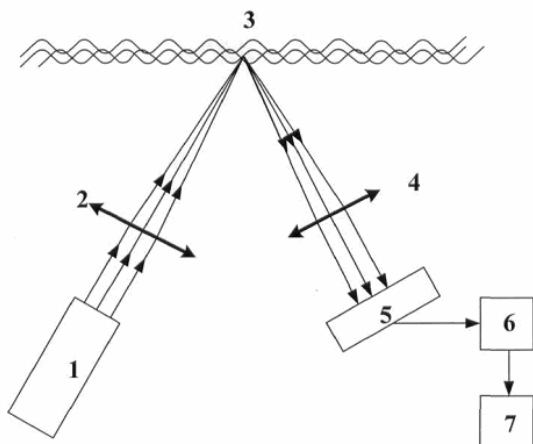
4. Переносной лазерный виброметр-анализатор «Оптовибр». Техническое описание ООО «СЕНСОР-СЛАВУТИЧ», г. Славутич (сайт підприємства-виробника [http://slavutich.kiev.ua/~sensor\\_s/](http://slavutich.kiev.ua/~sensor_s/)).

5. Лазерные источники излучения. Часть 3. Полупроводниковые лазеры. /Каталог-справочник по странам СНГ и Прибалтики. - М.: Научно-технический информационно-учебный центр Лазерной ассоциации, 2000. - С.23.

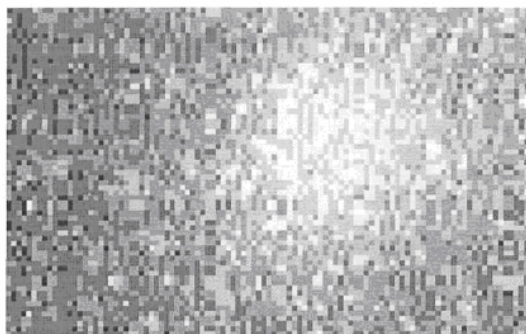
6. Фотоприёмники: разработка, изготовление, продажа /Каталог продукции ОАО ЦКБ «Ритм». - г. Черновцы, 2001. - С.10.

7. Доля Г.Н., Якименко С.Н., Кочин А.В., Живчук В.Л. Определение параметров вибраций объ-

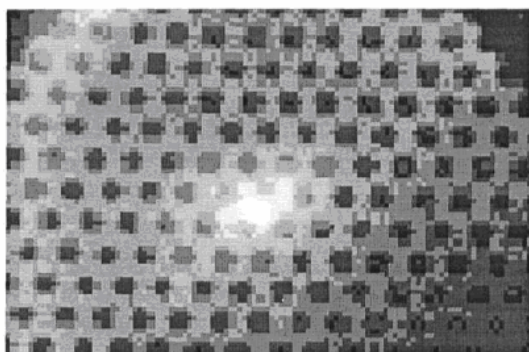
ектов со светоотражающими покрытиями методом прямого фотодетектирования //Збірник наукових праць. - Харківський військовий університет. - 2002. Вип. 1 (39). – С.110-113.



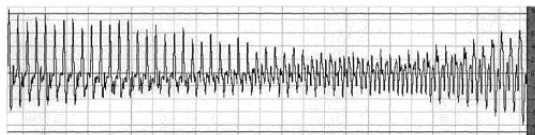
Фіг. 1



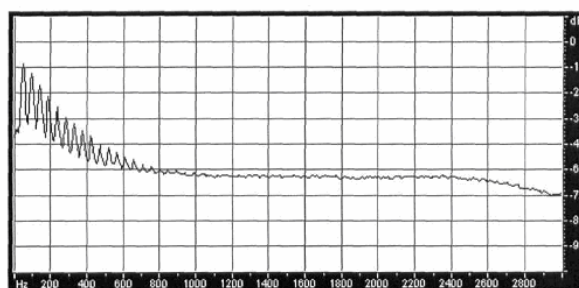
Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5