



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26875 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 29/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ

1

2

(21) u200705822

(22) 25.05.2007

(24) 10.10.2007

(72) ШЕВЧЕНКО ВАДИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA,
ДОВГОПОЛ ЄВГЕНІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ", UA

(56)

(57) Ультразвуковий спосіб контролю шорсткості
виробів, що включає випромінювання на
контрольовану поверхню імпульсів ультразвукових
коливань та приймання відбитих від неї коливань,

який **відрізняється** тим, що використовують
когерентне монохромне випромінювання, яке
розщеплюють на дві частини, одну з яких
приймають як опорний сигнал, а іншу модулюють
за фазою ультразвукових коливань, відбитих від
досліджуваної поверхні, і шляхом перетворення
Фур'є формують дифракційний спектр
модульованого випромінювання, з'єднують
отриманий світловий сигнал з опорним і формують
амплітудно-фазовий спектр, за характером
розподілу форми якого судять про шорсткість
поверхні.

Корисна модель відноситься до сфери
контролю матеріалів неруйнуючими методами і
може бути використаний для вимірювання
шорсткості поверхонь виробів.

Відомий спосіб ультразвукового контролю
якості поверхні [пат. Франції №2414199 М.кл.
G01N29/04 від 07.09.79р.] при якому ультразвукові
коливання (УЗК) п'єзоперетворювача, збудженого
сигналом генератора ультразвуку проходять через
досліджуваний виріб і, відбиваючись від дна
матеріалу, реєструються блоком реєстрації
сигналів, який з'єднаний з синхронізатором.

Недоліком цього пристрою являється
понижена чутливість через використання
контактного способу введення УЗК в
контрольований виріб, недостатня швидкодія
обробки сигналу, обумовлена роботою системи
дефектоскопа.

В якості прототипу прийнято ультразвуковий
спосіб контролю шорсткості поверхні [а.с. СССР
№3736612 М.кл. G01N29/04 від 12.1973р.], який
полягає в випромінюванні на контрольовану
поверхню різних по частоті основних і додаткових
імпульсів ультразвукових коливань та прийомі
відбитих від неї коливань. По відхиленню їх
амплітуд судять про шорсткість поверхні.

До недоліків прототипу відносяться невисока
точність і продуктивність вимірювання в результаті
використання електро-механічних приймачів
ультразвукових коливань, і складної електронної

системи обробки сигналів і двухчастотного методу
вимірювання.

В основу корисної моделі поставлено задачу
удосконалити відомий спосіб ультразвукового
контролю шорсткості поверхні, шляхом того, що за
допомогою перетворення Фур'є формують
амплітудно-фазовий спектр, по характеру
розподілу форми якого судять про шорсткість
поверхні, що забезпечує досягнення технічного
результату: підвищення точності і продуктивності
вимірювань.

Поставлена задача вирішується тим, що в
способі ультразвукового контролю шорсткості
поверхні новим є те, що використовують
когерентне монохромне випромінювання, яке
розщеплюють на дві частини, одну з яких
приймають в якості опорного сигналу, а другу
модулюють по фазі ультразвукових коливань,
відбитими від досліджуваної поверхні і, шляхом
перетворення Фур'є формують дифракційний
спектр модульованого випромінювання, з'єднують
отриманий світловий сигнал з опорним і формують
амплітудно-фазовий спектр, по характеру
розподілу форми якого судять про шорсткість
поверхні.

Когерентне монохроматичне випромінювання
розщеплюють на дві частини, при чому одну
частину приймають в якості опорного сигналу.
Фазова модульована другої частини випромінювання
обумовлена періодичними змінами показника

(19) UA (11) 26875 (13) U

переломлення робочого середовища, в якій знаходиться контрольований об'єкт, під дією відбитих від об'єкта УЗК:

$$E = E_0 \exp(-j \cdot \omega \cdot t) \cdot \exp(-j \cdot k \cdot \Delta n \cdot L \cdot \cos(Kx - \Omega t))$$

де E_0 - амплітуда електричного вектора світлової хвилі;

ω - кругова частота світлової хвилі;

Ω - кругова частота акустичної хвилі;

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - хвильове число світлової хвилі;

$K = \frac{2\pi}{\Lambda}$ - хвильове число УЗК;

Δn - амплітуда зміни показника переломлення середовища звукопроводу;

L - довжина взаємодії УЗК і світлового випромінювання і направлення поширення світла;

Амплітуда показника переломлення світла зв'язана з інтенсивністю УЗК:

$$\Delta n = -\frac{n^3}{2} p \sqrt{\frac{2I_0}{CV}} E = E_0 \exp(-j \cdot \omega \cdot t) \cdot \exp(-j \cdot k \cdot \Delta n \cdot L \cdot \cos(Kx - \Omega t))$$

де: I_0 - інтенсивність УЗК;

C - модуль пружності середовища;

V - швидкість УЗК в середовищі;

P - пружнооптична постійна по деформації;

n - показник переломлення середовища.

При вимірюванні величини шорсткості поверхні, змінюється відображена УЗК хвиля і змінюється довжина взаємодії світлової і акустичної хвилі, в результаті зменшується інтенсивність і форма оптичної дифракційної картини.

Фур'є-перетворення дифракційної картини представляє собою розподіл освітленості:

$$E(f_x, f_y) = \iint_{-\infty}^{\infty} E_0 \exp(-j \cdot \omega \cdot t) \cdot \exp(-j \cdot k \cdot \Delta n \cdot L \cdot \cos(Kx - \Omega t)) \cdot \exp(-j \cdot 2\pi \cdot (f_x \cdot x + f_y \cdot y)) dx dy$$

Формує дифракційний спектр з інтенсивністю максимуму першого порядку:

$$I_{+1} = I_0 \frac{\pi^2}{2} \left(\frac{I_a}{\rho \cdot V^3} \right) \left(\frac{n^3 PL}{\lambda} \right)^2$$

де I_{+1} - інтенсивність дифрагованого в +1 порядок світла;

I_0 - інтенсивність недифрагованої частини світла;

ρ - щільність середовища;

λ - довжина світлової хвилі.

Для реєстрації результуючого амплітудно-фазового спектру, отримане комплексне світлове поле сполучають з опорним пучком лазерного випромінювання. Порівнюючи з допустимими значеннями інтенсивності світлового потоку відхиленого від просторового розподілення комплексних амплітуд дифрагованого світла, визначають величину шорсткості поверхні.

Суть способу пояснюється кресленням, де на Фіг. зображена блок-схема ультразвукового контролю шорсткості поверхні.

Когерентне монохромне випромінювання, яке генерується джерелом 1, і в якості якого може бути використаний лазер, розщеплюють на дві частини блоком 2, в якості якого може бути використаний світлоділільний куб. Одну частину направляють на блок, який представляє собою прийомну

головку УЗК, в якості якого може бути використаний рідинний акустооптичний модулятор (АОМ). В робоче середовище АОМ 3 поміщають

досліджуваній об'єкт 4 в робочу частину (1)

випромінюваної головки 5 УЗК, яка збуджується електричним сигналом від опорного генератора ультразвуку. Перетворення Фур'є дифракційної картини, отриманої в площині вихідного вікна АОМ 3, здійснюють Фур'є-об'єктивом 6, який представляє собою тонку позитивну лінзу. Сполучення отриманого комплексного світлового поля з опорним здійснюють світло ділільним кубом чи пластиною 7. В задній фокальній площині Фур'є-об'єктива 6 розташований реєструючий приймач 8, по якому судять про шорсткість поверхні, в якості якого може бути використаний підсилювач і стрілочний індикатор рівня вихідного сигналу.

В якості базового об'єкту для порівняння вибраний прототип. Перевагами запропонованого способу, по порівнянню з базовим об'єктом являються: підвищенню точності вимірювання, (2) результати підвищення стабільності вимірювання і прийому акустичних коливань, за рахунок постійності акустичних зв'язків, і оптичної обробки інформаційні темпи вимірювань при акустичному методі контролю зростають на 8%, швидкодія системи, яка реалізує запропонований спосіб складає 10^{-6} с, що підвищує продуктивність в 2 рази.

