



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 90052

(13) C2

(51) МПК (2009)  
G01B 17/02МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ТОВЩИНОМІР

1

2

(21) а200811619

(22) 29.09.2008

(24) 25.03.2010

(46) 25.03.2010, Бюл.№ 6, 2010 р.

(72) ЛЮТАК ІГОР ЗІНОВІЙОВИЧ

(73) ЛЮТАК ІГОР ЗІНОВІЙОВИЧ

(56) SU 1499116, G01B17/02, 07.08.1989

UA 38264, G01B17/02, 15.05.2001

UA 25435, G01B17/02, 30.10.1998

UA 61035, G01B17/02, 15.10.2003

RU 2158901, G01B17/02, 10.11.2000

RU 2163351, G01B17/02, 20.02.2001

RU 2185600, G01B17/02, 20.07.2002

US 4088028, G01N29/04, 09.05.1978

RU 2130169, G01B17/02, 10.05.1999

SU 1188533, G01B17/02, 30.10.1985

US 4840066, G01N29/00, 20.06.1989

WO 8704783, G01B17/02, 13.08.1987

SU 1193463, G01B17/02, 23.11.1985

(57) Ультразвуковий товщиномір, який містить послідовно з'єднаний синхронізатор, генератор зондуючих імпульсів, випромінювальну частину роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача, приймальну частину роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача, підсилювач, цифровий індикатор, детектор, формувач часових інтервалів, формувач імпульсів, логічний елемент І, який **відрізняється** тим, що додатково введено блок підстроювання частоти, блок порівняння частоти, мікропроцесор, блок п'єзоелектричних перетворювачів, тригер, лічильник, при цьому перший вихід блока підстроювання частоти з'єднаний з

другим входом генератора зондуючих імпульсів, другий вихід з'єднаний з першим входом мікропроцесора, а вхід з'єднаний з виходом блока порівняння частоти, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора зондуючих імпульсів, а другий вхід з'єднаний з виходом підсилювача і паралельно з входом формувача імпульсів і з входом детектора, вихід якого з'єднаний з входом формувача часових інтервалів, вихід якого з'єднаний з другим входом схеми І, перший вхід якої з'єднаний з виходом формувача імпульсів, а вихід з першим входом тригера, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом синхронізатора і паралельно з першим входом лічильника, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом лічильника, другий вихід з'єднаний з другим входом мікропроцесора, третій вхід якого з'єднаний з виходом лічильника, четвертий вхід з'єднаний через роз'єм з блоком п'єзоелектричних перетворювачів, а вихід з'єднаний з входом цифрового індикатора, а блок п'єзоелектричних перетворювачів містить напрямну з валиком переміщення, роз'єм з кабелем підключення сигналів, посудину для поповнення контактної рідини, раму, індуктивний давач, підшипники, на одному з яких встановлені магнітні пластини, корпус, роздільно-суміщений ультразвуковий перетворювач блока п'єзоелектричних перетворювачів, а індуктивний давач являє собою індуктивну котушку, і магнітопровідні пластини розміщені на одному із підшипників, що дає можливість визначати координати переміщення.

Винахід стосується галузі неруйнівного контролю ультразвуковим методом і може бути використаним для вимірювання товщини різних складно профільованих виробів в машинобудуванні, авіабудуванні, кораблебудуванні, нафтогазовій промисловості.

Відомий товщиномір для вимірювання товщини матеріалів, що містить синхронізатор і генератор зондуючих сигналів, послідовно з'єднаний перетворювач і приймальний підсилювач, індикатор, послідовно з'єднані з виходом генератора зондуючих сигналів, перший суматор, другий вхід якого

з'єднаний з входом першої електричної лінії затримки і підсилювач потужності, вихід якого з'єднаний з перетворювачем, послідовно з'єднані друга електрична лінія затримки, ідентична першій, підключена до виходу приймального підсилювача, другий суматор і першу схему "І", вихід якої з'єднаний з індикатором і другу схему "І", перший вхід якої з'єднаний з входом другої електричної лінії затримки, другий вхід з виходом другої лінії затримки, вихід з другим входом першої схеми "І", а другий вхід другого суматора з'єднаний з входом другої електричної лінії затримки. (Г.А. Алатырев, В.К.

(13) C2

(11) 90052

(19) UA

Качанов, И.В. Соколов, А.Ю. Зорин, В.В. Рябов, Л.В. Мякинкова. Авт. свид. СССР №1499116 Кл. G01B17/02 Бюл. №29 от 07.08.89).

Вказаний товщиномір відрізняється тим, що має низьку точність вимірювання, а також низьку чутливість. Це пов'язано з тим, що досліджувані матеріали мають різний акустичний імпеданс, а отже луносигнали в вигляді коротких радіоімпульсів після багатократних відбиттів будуть мати на часовій осі не однаково спадаючу амплітуду і при їх обробці вказаним пристроєм буде виникати похибка.

Відомий також пристрій для вимірювання товщини матеріалів, найбільш близький до винаходу за сукупністю ознак, який містить послідовно з'єднаний синхронізатор, генератор зонduючих імпульсів, роздільно-суміщений ультразвуковий перетворювач, підсилювач і пороговий пристрій, послідовно з'єднаний формувач часових інтервалів, аналого-цифровий перетворювач і цифровий індикатор, генератор імпульсів затримки, вхід якого з'єднаний з виходом генератора зонduючих імпульсів, а вихід з виходом формувача часових інтервалів, формувач імпульсів, вхід якого з'єднаний з виходом порогового пристрою, послідовно з'єднаний підсилювач - обмежувач, детектор, логічний елемент "І", другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача імпульсів, перший і другий входи формувача часових інтервалів з'єднані відповідно з виходами генератора імпульсів затримки і логічного елемента "І", а підсилювач-обмежувач з'єднаний з виходом підсилювача. (В.Н. Юрин. Авт. свид. СССР №1193463. Кл. G01B17/02. Бюл. №43 от 23.11.85).

Вказаний пристрій не забезпечує високу точність вимірювання товщини, через те, що номінальна робоча частота ультразвукового перетворювача змінюється під дією зміни температури об'єкту контролю і навколишнього середовища, а також внаслідок старіння матеріалу чутливого елемента ультразвукового перетворювача. Старіння матеріалу чутливого елемента ультразвукового перетворювача приводить до зміни величини його п'єзомодулів, внаслідок чого номінальна робоча частота змінюється на певну величину і відповідно проходить розбалансування роботи пари випромінювальної та приймальної частини ультразвукового перетворювача, що в кінцевому результаті приводить до зменшення амплітуди сигналу, тобто до зменшення швидкості наростання фронту сигналу, що при його обробці приводить до збільшення похибки контролю. Вимірювання робочої частоти випромінюючого і приймального ультразвукового перетворювача і підстроювання її до номінальної підвищить його чутливість і точність контролю.

У вказаному пристрою використовується точковий метод контролю товщини матеріалів, який має низьку продуктивність, а також існує ймовір-

ність пропущення контрольованих дефектів при вимірюванні товщини, що в свою чергу зменшує достовірність результатів.

В основу винаходу покладено задачу підвищення точності і чутливості вимірювання товщини матеріалу шляхом постійного контролю частоти як генеруючого так і приймаючого ультразвукового перетворювача і підстроювання генератора збудження на номінальну частоту, а також безперервного контролю товщини з можливістю визначення координати переміщення ультразвукового перетворювача, що підвищить продуктивність контролю і достовірність результатів.

Поставлена задача вирішується наступним чином. У відомий ультразвуковий товщиномір, який містить загальні з прототипом ознаки такі, як послідовно з'єднаний синхронізатор, генератор зонduючих імпульсів, випромінювальна частина роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача, приймальна частина роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача, підсилювач, цифровий індикатор, детектор, формувач часових інтервалів, формувач імпульсів, логічний елемент "І", згідно з винаходом додатково вводиться блок підстроювання частоти, блок порівняння частоти, мікропроцесор, блок п'єзоелектричних перетворювачів, тригер, лічильник, при цьому перший вихід блоку підстроювання частоти з'єднаний з другим входом генератора зонduючих імпульсів, другий вихід з'єднаний з першим входом мікропроцесора, а вхід з'єднаний з виходом блоку порівняння частоти, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора зонduючих імпульсів, а другий вхід з'єднаний з виходом підсилювача і паралельно з входом формувача імпульсів і з входом детектора, вихід якого з'єднаний з входом формувача часових інтервалів, вихід якого з'єднаний з другим входом схеми "І", перший вхід якої з'єднаний з виходом формувача імпульсів, а вихід з першим входом тригера, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом синхронізатора і паралельно з першим входом лічильника, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом лічильника, другий вихід з'єднаний з другим входом мікропроцесора, третій вхід якого з'єднаний з виходом лічильника, четвертий вхід з'єднаний через роз'єм з блоком п'єзоелектричних перетворювачів, а вихід з'єднаний з входом цифрового індикатора, при цьому блок п'єзоелектричних перетворювачів містить направляючу з валиком переміщення, роз'єм з кабелем підключення сигналів, посудину для поповнення контактної рідини, раму, індуктивний давач, підшипники, на одному з яких встановлені магнітні пластини, корпус, роздільно-суміщений ультразвуковий перетворювач блоку п'єзоелектричних перетворювачів, а індуктивний давач, представляє собою індуктивну котушку і магнітопровідні пластини розміщені на одному із підшипників, що дає можливість визначати координати переміщення.

На Фіг.1 зображена блок-схема ультразвукового товщиноміра, на Фіг.2 - блок п'єзоелектричних перетворювачів, на Фіг.3 - індуктивний давач, на Фіг.4 - часові діаграми роботи ультразвукового товщиноміра.

Ультразвуковий товщиномір містить послідовно з'єднаний синхронізатор 1, генератор зондуючих імпульсів 3, випромінювальна частина роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача блоку п'єзоелектричних перетворювачів 9, приймальна частина роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача 23 блоку п'єзоелектричних перетворювачів 9, підсилювач 10, блок підстроювання частоти 4, перший вихід якого з'єднаний з другим входом генератора зондуючих імпульсів 3, другий вихід з першим входом мікропроцесора 8, а вхід з'єднаний з виходом блоку порівняння частоти 5, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора зондуючих імпульсів 3, а другий вхід з'єднаний з виходом підсилювача 10 і паралельно з входом формувача імпульсів 11 і з входом детектора 6, вихід якого з'єднаний з входом формувача часових інтервалів 7, вихід якого з'єднаний з другим входом схеми "I" 12, перший вхід якої з'єднаний з виходом формувача імпульсів 11, а вихід з першим входом тригера 13, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом синхронізатора 1 і паралельно з першим входом лічильника 14, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом лічильника 14, другий вихід з'єднаний з другим входом мікропроцесора 8, третій вхід якого з'єднаний з виходом лічильника 14, четвертий вхід з'єднаний через роз'єм 15 з блоком п'єзоелектричних перетворювачів 9, а вихід з'єднаний з входом цифрового індикатора 2, при цьому блок п'єзоелектричного перетворювача містить направляючу з валиком переміщення 15, роз'єм з кабелем підключення сигналів 16, посудину для поповнення контактної рідини 17, раму 18, індуктивний давач 19, підшипники 20, на одному з яких якому встановлені магнітні пластини 21, корпус 22, роздільно-суміщений ультразвуковий перетворювач 23 блоку п'єзоелектричних перетворювачів 9.

Індуктивний давач 19, представляє собою 20 індуктивну котушку 24 і розділені магнітопровідні пластини 21 розміщені на одному із підшипників 20, що дає можливість визначати координати переміщення.

Введення в схему ультразвукового товщиноміра блоку підстроювання частоти 4 і блоку порівняння частоти 5 дасть можливість проводити постійний моніторинг частоти луно-сигналу і в випадку відхилення її від номінальної, підстроювати генератор зондуючих імпульсів 3 до номінальної шляхом порівняння частоти на виході підсилювача 10 і генератора зондуючих імпульсів 3, що підвищить чутливість і точність контролю, тригер 13 і лічильник 14 служать для обчислення часових інтервалів, а мікропроцесор 8 дасть можливість

визначати товщину матеріалу і координати переміщення блоку п'єзоелектричних перетворювачів, що підвищить продуктивність контролю і достовірність їх результатів.

Ультразвуковий товщиномір працює наступним чином.

При подачі живлення синхронізатор 1 видає сигнали прямокутної форми 25, перший імпульс 26 поступає на генератор зондуючих імпульсів 3, формується з певною тривалістю і амплітудою 27 для збудження випромінюючої частини роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача 23 блоку п'єзоелектричних перетворювачів 9 і одночасно встановлення тригера 13 в одиничне положення, що дає початок відліку вимірювального часу 33. При цьому початок відліку вимірювального часу 33 завжди співпадає з переднім фронтом зондуючого імпульсу 27. Ультразвукові коливання пройшовши через товщину зразка поступають в вигляді донних імпульсів на приймальну частину роздільно-суміщеного ультразвукового перетворювача 23 блоку п'єзоелектричних перетворювачів 9 і поступають на підсилювач 10, де підсилюються до певної величини 28. Підсилені імпульси, які мають спадаючу по амплітуді форму, перетворюються детектором 6 в відеоімпульси до форми 29 і поступають на формувач часових інтервалів 7, де по передньому фронту детектованого сигналу 29 створюється затримка на величину одного півперіоду луно-сигналу 30, який поступає на схему "I" 12, на другий вхід якої поступають імпульси від формувача імпульсів, на якому нормуються до певної амплітуди 31. На виході схеми "I" 12 виділяється один півперіод донного імпульсу 32, який встановлює тригер 13 в вихідне положення і формує задній фронт вимірювального інтервалу 33. Тригер 13 управляє лічильником 14 вимірювального інтервалу 33 і мікропроцесором 8, який вираховує товщину матеріалу, а на цифровому індикаторі 2 висвічується результат. В випадку не співпадання частоти підсиленого сигналу і частоти генеруючого сигналу, які порівнюються на блоку порівняння частоти 5 різницевий сигнал поступає на блок підстроювання частоти 4, через який підстроюється генератор зондуючих імпульсів 3 до номінальної частоти. Коли частота відмінна від номінальної, то мікропроцесор 8 оцінює її величину і в вигляді правки додає до результату контролю. При переміщенні блоку п'єзоелектричних перетворювачів 9 сигнал із індуктивного давача 19, коли магнітопровідні пластини 21 знаходяться співвісно з індуктивною котушкою 24, поступає на мікропроцесор 8, де визначається координата його переміщення.

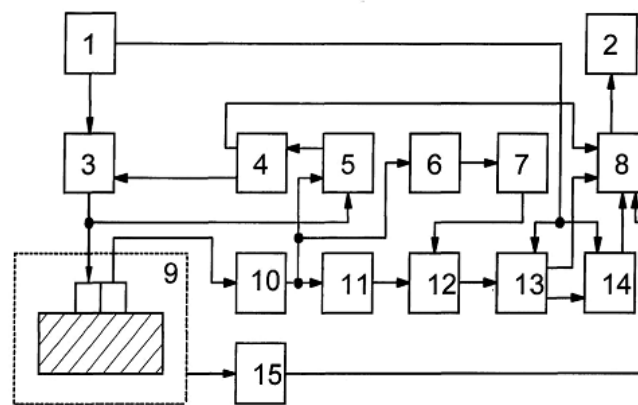


Fig. 1

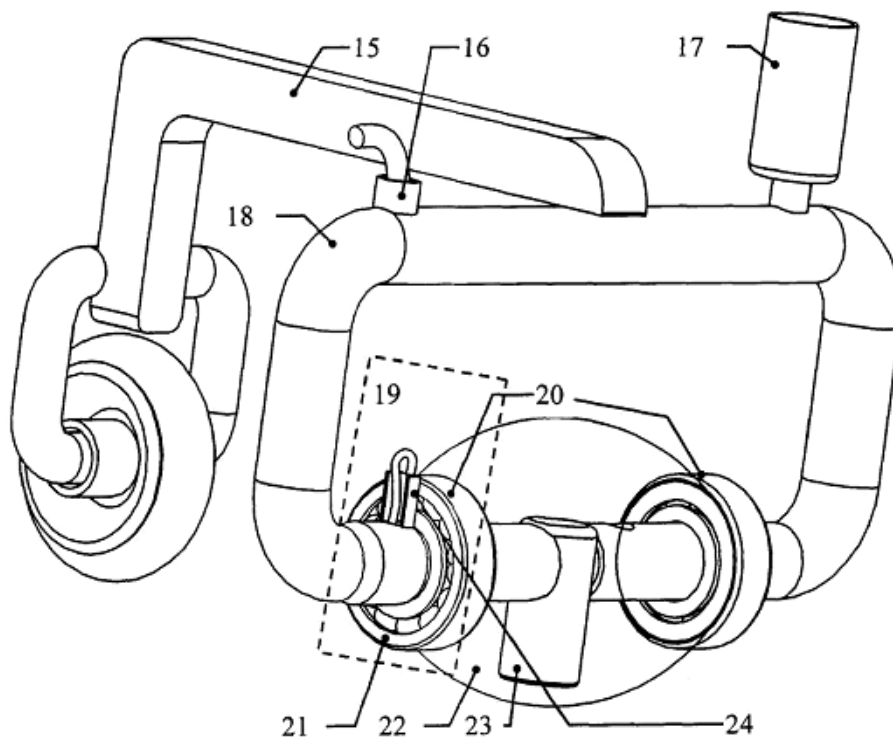
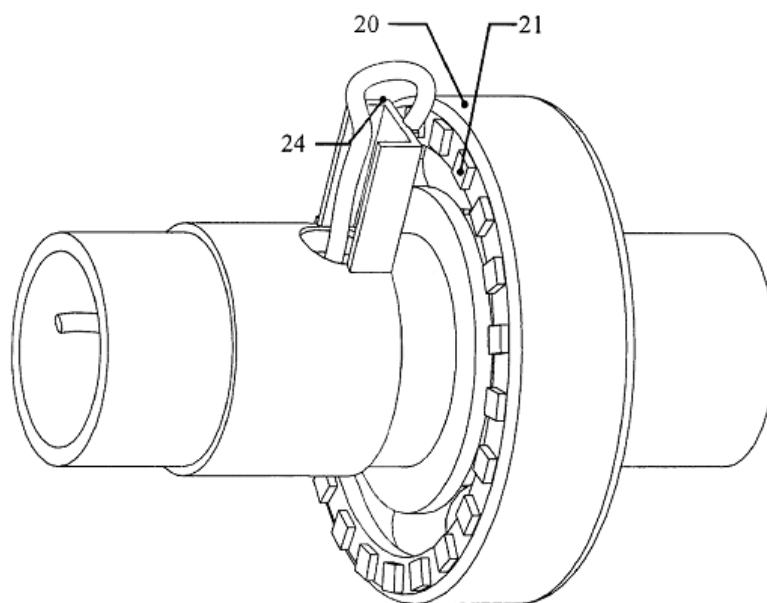
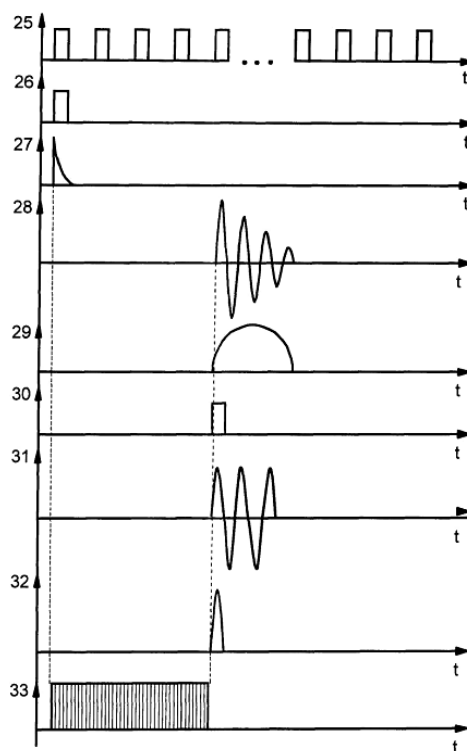


Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4