



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75290 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01B 17/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ ВИРОБІВ

1

2

(21) 20041008412

(22) 18.10.2004

(24) 15.03.2006

(46) 15.03.2006, Бюл. № 3, 2006 р.

(72) Марченко Артем Володимирович, Руженцев Віктор Ігорович

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

(56) Сучков Г.М. Обработка информации. Возможности корреляционного анализа при толщинометрии ЭМА методом // Контроль. Диагностика, 2002г., №8, С.37-40

WO 2004/036155 A1, 29.04.2004

US 5197019, 23.03.1993

EP 0957337 A2, 17.11.1999

EP 0409054 B1, 29.04.1992

US 4750117, 07.06.1988

EP 0186610 A2, 02.07.1986

FR 2682193 A1, 09.04.1993

US 4512194, 23.04.1985

RU 2065176 C1, 10.08.1996

SU 1233208 A1, 23.05.1986

(57) Спосіб вимірювання товщини виробів, що включає збудження ультразвукових механічних коливань у виробі, прийом відбитого від дна виробу сигналу, визначення кореляційної функції, який відрізняється тим, що додатково визначають спектр кореляційної функції, інтервал між сусідніми спектральними складовими, період проходження радіоімпульсів кореляційної функції.

Винахід відноситься до галузі метрології і може бути використаний для вимірювання товщини електропровідних і феромагнітних виробів при малих відносинах сигнал/шум.

Відомий електромагнітоакустичний спосіб вимірювання товщини, заснований на фізичному ефекті взаємної трансформації електромагнітних коливань у пружні (Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля, М.: «Машиностроение». 1981. 240 с.).

До недоліків електромагнітоакустичного способу варто віднести його низьку чутливість.

Найбільш близьким по сукупності ознак до винаходу є кореляційний електромагнітоакустичний спосіб вимірювання товщини виробів (Сучков Г. М. Обработка информации. Возможности корреляционного анализа при толщинометрии ЭМА методом// Контроль. Диагностика, 2002. №8. С. 37-40.), що полягає у формуванні зондувальних радіоімпульсів, збудженні ультразвукових механічних коливань у виробі, прийомі відбитого від дна виробу сигналу й обчисленні кореляційної функції

$$q(\lambda) = \frac{2}{N} \int_0^T \xi(t) s(t, \lambda) dt$$

де N - однобічна спектральна щільність шуму;
 $\xi(t)$ - коливання, прийняте на кінцевому інтервалі Г;

$s(t, \lambda)$ - корисний сигнал, прийнятий на фоні адитивного гаусовського білого шуму.

Значення параметру Л, що відповідає максимуму кореляційної функції, однозначно зв'язано з товщиною виробу і дорівнює часу проходження радіоімпульсом відстані, що відповідає подвоєній товщині виробу.

Даний спосіб має значну погрішність при малих відносинах сигнал/шум і вимагає застосування спеціальних процедур для визначення максимумів взаємнокореляційної чи автокореляційної функції.

В основу винаходу поставлена задача підвищення точності вимірювання товщини виробів при малих відносинах сигнал/шум.

Такий технічний результат може бути досягнутий тим, що в спосіб вимірювання товщини виробів, що включає збудження ультразвукових механічних коливань у виробі, прийом відбитого від дна виробу сигналу, визначення кореляційної функції, відповідно до винаходу, додатково введено визначення спектру кореляційної функції, інтервалу між сусідніми спектральними складовими, періоду проходження радіоімпульсів кореляційної функції.

На практиці кореляційна (взаємнокореляційна чи автокореляційна) функція через багаторазові відбиття зондувального сигналу носить періодичний характер.

(13) C2

(11) 75290

(19) UA

Спектр періодичної кореляційної функції носить дискретний характер, причому інтервал між сусідніми спектральними складовими відповідає частоті проходження радіоімпульсів кореляційної функції. Знаючи частоту проходження радіоімпульсів кореляційної функції, обчислюється період проходження радіоімпульсів, що відповідає часу проходження радіоімпульсом відстані, рівного подвоєній товщині виробу.

Пропонований спосіб дозволяє значно підвищити точність вимірювання товщини виробів при малих відносинах сигнал/шум і позбутися від застосування спеціальних процедур для визначення максимумів кореляційної функції.

На фіг.1 представлений корисний сигнал прийнятої послідовності; на фіг.2 - гістограма випадкової величини, що моделює гаусовський шум; на фіг.3 - сума корисного сигналу і шумового; на фіг.4 - взаємнокореляційна функція; на фіг.5 - автокореляційна функція; на фіг.6 - спектр взаємнокореляційної функції; на фіг.7 - спектр автокореляційної функції.

Розглянемо приклад застосування представленого способу вимірювання товщини виробів шляхом моделювання процесу проходження радіоімпульсу в об'єкті контролю з використанням

ЕОМ.

Задано наступними вихідними даними: частота заповнення радіоімпульсу $f=1\text{ МГц}$; амплітуда $A=3$; кількість періодів височастотного заповнення в радіоімпульсі $n=2$; швидкість поширення механічних коливань у матеріалі $c=500\text{ м/с}$; товщина виробу $h=3\text{ мм}$; час спостереження $T=50\text{ мкс}$; середнє квадратичне відхилення випадкової величини, що моделює гаусовський шум $\sigma=2$. Значення амплітуди і середнього квадратичного відхилення наведені без вказівки одиниць вимірювання, оскільки нас цікавить тільки їхнє співвідношення.

Порівняємо представлені рисунки. Через мале відношення сигнал-шум автокореляційна функція (фіг.6) не дозволяє одержати значення A , що відповідають максимумам автокореляційної функції. Взаємнокореляційна функція (фіг.4) дає можливість вимірити товщину виробу з великою погрешністю. Разом з тим спектр автокореляційної функції (фіг.7) дозволяє точно обчислити інтервал між спектральними складовими, що відповідає частоті проходження радіоімпульсів і однозначно пов'язаний з товщиною виробу. Фіг.6 і фіг.7 свідчать про те, що використання спектра автокореляційної функції більш прийнятне в порівнянні зі спектром взаємнокореляційної функції.

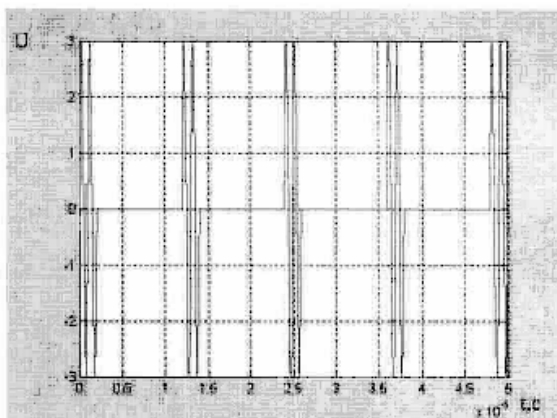


Рис. 1

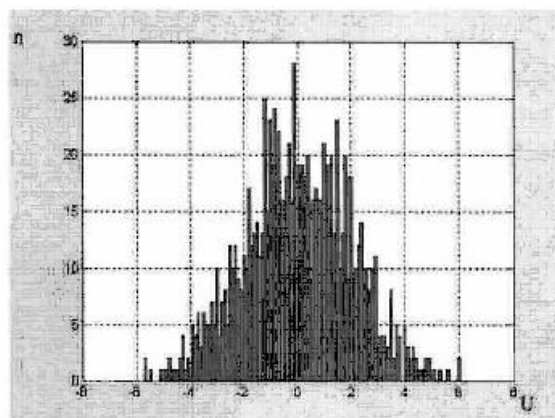


Рис. 2

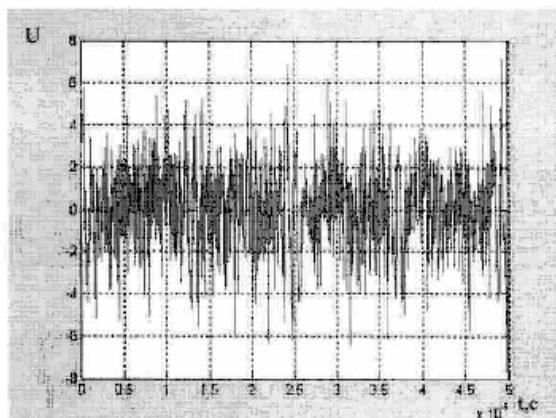


Рис. 3

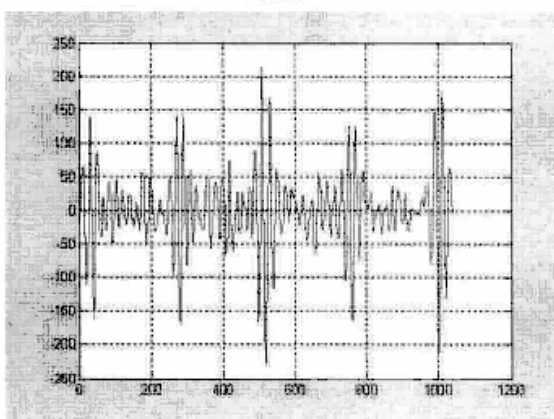


Рис. 4

5

75290

6

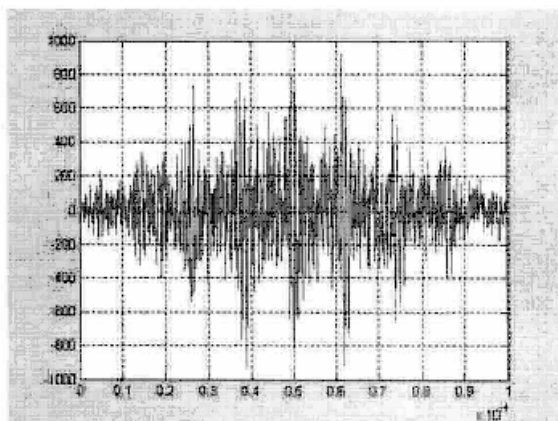


Рис. 5

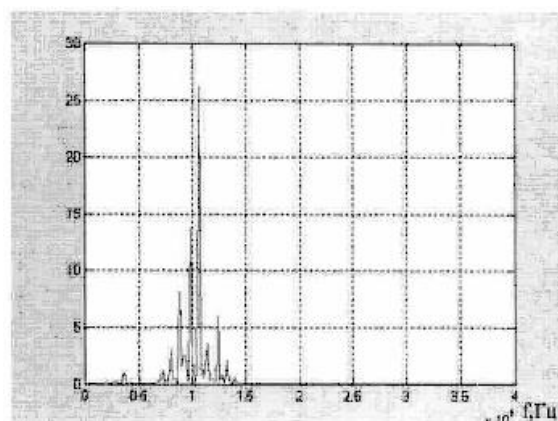


Рис. 6

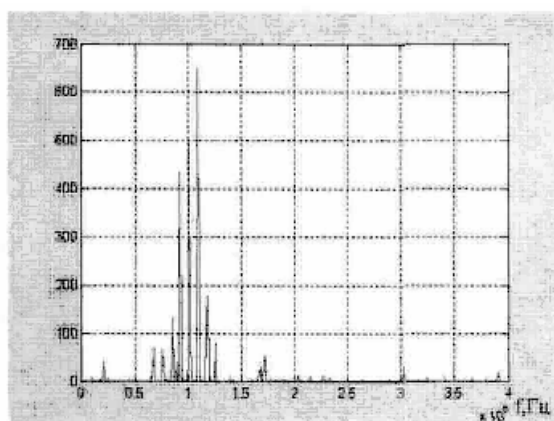


Рис. 7