



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79648** (13) **U**
(51) МПК
G01N 27/90 (2006.01)

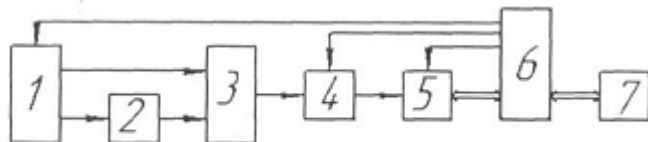
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 13068	(72) Винахідник(и): Куц Юрій Васильович (UA), Лисенко Юлія Юріївна (UA), Цапенко Володимир Кузьмич (UA), Протасов Анатолій Георгійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 16.11.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2013, Бюл.№ 8	(73) Власник(и): Куц Юрій Васильович, Дніпровська набережна, 3, кв. 48, м. Київ, 03098 (UA), Лисенко Юлія Юріївна, вул. Грушевського, 17, кв. 234, м. Бровари, Київська обл., 07400 (UA), Цапенко Володимир Кузьмич, пр. Перемоги, 43, кв. 13, м. Київ (UA), Протасов Анатолій Георгійович, бул. Лесі Українки, 36-в, кв. 12, м. Київ (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛУ ДЛЯ ВИХРОСТРУМОВОЇ ДЕФЕКТОСКОПІЇ

(57) Реферат:

Спосіб визначення характеристик сигналу для вихрострумової дефектоскопії включає формування сигналів, один з яких подають на вихрострумовий перетворювач, а другий використовують як сигнал компенсації, збудження вихрових струмів в об'єкті контролю, приймання інформативного сигналу, параметри якого містять інформацію про характеристики об'єкта контролю та можливі дефекти в ньому, визначення внесеного сигналу як різниці інформативного та компенсаційного сигналів, виконання підсилення та аналогово-цифрового перетворення внесеного сигналу, передачі отриманого результату до персонального комп'ютера, що керує параметрами компенсаційного сигналу, підсилення та аналогово-цифрового перетворення. Обробку внесеного сигналу проводять, виконуючи його дискретне перетворення Гільберта, з наступним визначенням амплітудної та фазової характеристик внесеного сигналу, а також ідентифікують дефекти за цими характеристиками.



Фіг. 1

UA 79648 U

Корисна модель належить до засобів неруйнівного контролю і може бути використана в електромагнітній дефектоскопії для пошуку неоднорідностей та дефектів типу тріщина в поверхневому та приповерхневих шарах виробів з електропровідних матеріалів, наприклад для виявлення прихованих дефектів виробів в машинобудівній, авіабудівній, кораблебудівній та інших галузях промисловості.

Відомий вихрострумний спосіб контролю, реалізований в приладі [1], що ґрунтується на визначенні дефектів за допомогою виявлення зміни амплітуди чи початкової фази інформативного сигналу, який отримано від вихрострумного перетворювача при скануванні дефектної зони об'єкта контролю з електропровідного матеріалу.

Такий спосіб забезпечує можливість визначення дефектів у підповерхневому шарі та на поверхні об'єкта контролю, однак має низьку швидкодію та вірогідність контролю.

Найбільш близьким по технічній суті до способу, що заявляється, є спосіб, який реалізовано в багатофункціональному вихрострумному дефектоскопі [2], що оснований на аналізі амплітудно-фазових параметрів інформативного сигналу вихрострумного перетворювача, які отримуються за допомогою синхронного детектування з подальшим визначення амплітуди та початкової фази сигналу.

Такий спосіб дозволяє підвищити точність визначення амплітудно-фазових параметрів інформативного сигналу, проте потребує значного часу для його реалізації і не дозволяє визначати зміну параметрів сигналів на часових інтервалах менших за період інформативного сигналу, що особливо актуально під час контролю виробів безпосередньо в технологічному процесі їх виготовлення.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення відомого способу вихрострумової дефектоскопії та підвищення швидкодії при визначенні локальних змін параметрів інформативного сигналу в межах одного чи декількох періодів сигналу, до яких призводить наявність дефектів в зоні сканування об'єкта вихрострумним перетворювачем, шляхом збудження в об'єкті контролю поля вихрових струмів, приймання інформативного сигналу, який є реакцією поля вихрових струмів на об'єкт контролю, визначення внесеного сигналу як різниці інформативного та компенсаційного, аналого-цифрового перетворення цього сигналу з частотою дискретизації значно вищою за частоту інформативного сигналу, його дискретного перетворення Гільберта і визначення за прийнятим сигналом та його гільберт-образом одночасно амплітудних і фазових характеристик інформаційного сигналу, а також ідентифікація дефектів за цими характеристиками.

Застосування способу цифрової обробки сигналу на основі перетворення Гільберта дозволяє відмовитись від використання синхронних детекторів, які мають значну інерційність, збільшити швидкодію і отримати більше інформації у цифровій формі, що створює підґрунтя для застосування статистичних методів обробки даних з метою підвищення точності вимірювання характеристик сигналу та вірогідності вихрострумного контролю.

На фіг. 1 зображено структурну схему пристрою, що реалізує запропонований спосіб, яка містить 1 - двофазний генератор, 2 - вихрострумний перетворювач трансформаторного типу, 3 - суматор, 4 - керований підсилювач, 5 - аналого-цифровий перетворювач, 6 - інтерфейс, 7 - комп'ютер.

На фіг. 2 зображено графік сигналу $u_0(t)$ з двофазного генератора, фіг. 3 - графік функції $\varphi_M(t)$ модуляції фази сигналу, фіг. 4 - амплітуда $U_M(t)$ модульованого сигналу, фіг. 5 - сигнал $U(t)$, отриманий з $u_0(t)$ шляхом модуляції його фази і амплітуди з використанням функцій $\varphi_M(t)$ та $U_M(t)$, фіг. 6 - функції $\varphi_M(t)$ (крива 1 - вихідна функція, крива 2 - отримана за результатами обробки сигналу $U(t)$), фіг. 7 - амплітудна характеристика сигналу $U_M(t)$ (крива 1 - вихідна функція, крива 2 - отримана за результатами обробки сигналу $U(t)$).

Спосіб реалізується на прикладі відомих функціональних блоків та пристроїв (див. фіг. 1).

Двофазний генератор 1 на одному з виходів формує сигнал $u(t) = U \cos 2\pi ft$, де U - амплітуда сигналу, f - частота сигналу, який подається на котушку збудження вихрострумного перетворювача 2. Амплітудна та фазова характеристики вихідного сигналу, що формується на виході вимірювальної котушки перетворювача 2, залежать від фізико-механічних параметрів об'єкта контролю та можливих дефектів у ньому. Для компенсації напруги холостого ходу $u_0(t) = U_0 \cos(2\pi ft - \varphi_0)$, де φ_0 - початкова фаза, $\varphi_0 \in [0, 2\pi]$, інформативний сигнал подають на суматор 3, до другого входу якого надходить сигнал компенсації $u_K(t) = -u_0(t)$ з другого виходу двофазного генератора 1, який може змінюватись як за амплітудою, так і за фазою. Отримана в такий спосіб внесена напруга $u_{BH}(t) = u(t) - u_0(t)$ підсилюється підсилювачем 4 та подається на аналогово-цифровий перетворювач 5, і далі через цифровий інтерфейс 6 до персонального комп'ютера 7. Керування параметрами сигналу компенсації, роботою підсилювача 4 та аналого-цифрового перетворювача 5 здійснюється персональним комп'ютером 7. Персональний

комп'ютер реалізує дискретне перетворення Гільберта, обчислює амплітудні та фазові характеристики сигналів, а також ідентифікує сигнали від дефектів.

Обробка сигналу та відтворення результатів контролю виконуються наступним чином. Для отриманого цифрового представлення сигналу $u_{BH}(t)$ в персональному комп'ютері програмним шляхом за допомогою дискретного перетворення Гільберта [3] формують його гільберт-образ $\hat{u}_{BH}(t) = H[u_{BH}(t)]$, де H - оператор дискретного перетворення Гільберта. Обчислення амплітудної та фазової характеристик сигналу проводиться за формулами:

$$A(t) = \sqrt{u_{BH}^2(t) + \hat{u}_{BH}^2(t)}, \quad (1)$$

$$\Phi(t) = \arctg \frac{\hat{u}_{BH}(t)}{u_{BH}(t)} + L(\hat{u}_{BH}(t), u_{BH}(t)), \quad (2)$$

де $L(\hat{u}_{BH}(t), u_{BH}(t))$ - оператор розгортання ФХС в часі за межі інтервалу $(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$. Функція модуляції фази сигналу, яка необхідна для ідентифікації дефектів об'єкта контролю за відомої частоти сигналу, визначається як:

$$\varphi_M(t) = \varphi(t) - 2\pi f t. \quad (3)$$

Функції (1), (3) здатні передавати і повільні, і швидкі (в межах одного періоду) зміни характеристик сигналу, які відбуваються внаслідок взаємодії перетворювача і об'єкта контролю в процесі сканування. Ідентифікація дефектів проводиться шляхом виявлення змін амплітудної та фазової характеристик сигналів, отриманих під час сканування певної ділянки об'єкта контролю.

Отримання фазової та амплітудної характеристик сигналів дозволяє створювати бібліотеки характеристик для найбільш типових дефектів і виконувати на цій основі їх ідентифікацію.

Описаний вище спосіб дозволяє підвищити швидкість визначення амплітудних та фазових характеристик інформативного сигналу за рахунок забезпечення можливості оцінки їх миттєвих значень в умовах сканування об'єкта контролю, слідкувати за зміною амплітудної та фазової характеристик на інтервалах часу, співставних з періодом сигналу, і отримувати значно більші об'єми інформації, що створює можливість застосування статистичних методів обробки інформації.

Джерела інформації:

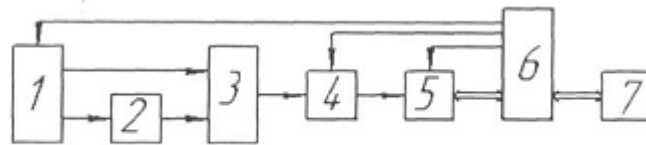
1. Патент РФ на винахід № 2312333. Вихретоковое устройство для обнаружения поверхностных и подповерхностных трещин в деталях из токопроводящих материалов. В.Ф. Мужикский, А.Г. Ефимов, А.Е. Шубочкин - Оpubл. 10.12.2007.

2. Патент України на корисну модель № 45908 Багатофункціональний вихрострумний дефектоскоп. В.Г. Баженов, В.М. Клімашевська, К.А. Гльойнік - Оpubл. 25.1 1.2009 Бюл. № 22, 2009.

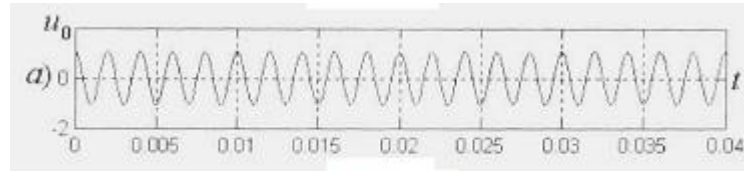
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. - СПб.: Питер, 2003.-604 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

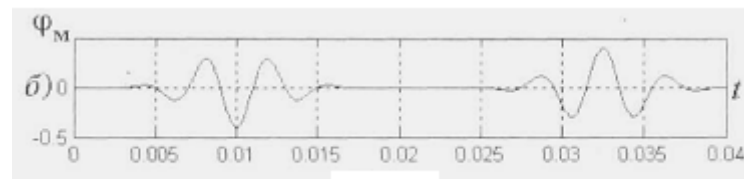
Спосіб визначення характеристик сигналу для вихрострумової дефектоскопії, що включає формування сигналів, один з яких подають на вихрострумний перетворювач, а другий використовують як сигнал компенсації, збудження вихрових струмів в об'єкті контролю, приймання інформативного сигналу, параметри якого містять інформацію про характеристики об'єкта контролю та можливі дефекти в ньому, визначення внесеного сигналу як різниці інформативного та компенсаційного сигналів, виконання підсилення та аналогово-цифрового перетворення внесеного сигналу, передачі отриманого результату до персонального комп'ютера, що керує параметрами компенсаційного сигналу, підсилення та аналогово-цифрового перетворення, який **відрізняється** тим, що обробку внесеного сигналу проводять, виконуючи його дискретне перетворення Гільберта, з наступним визначенням амплітудної та фазової характеристик внесеного сигналу, а також ідентифікують дефекти за цими характеристиками.



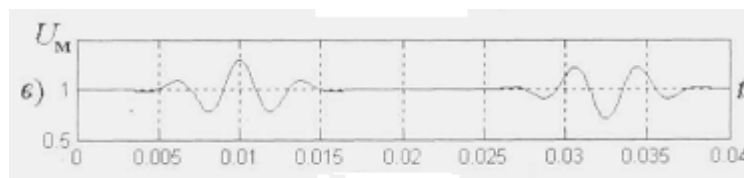
Фиг. 1



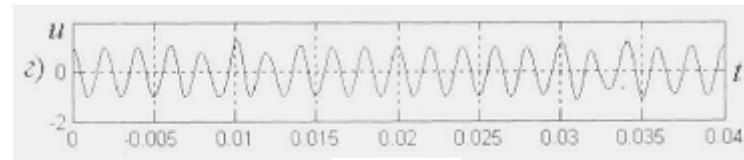
Фиг. 2



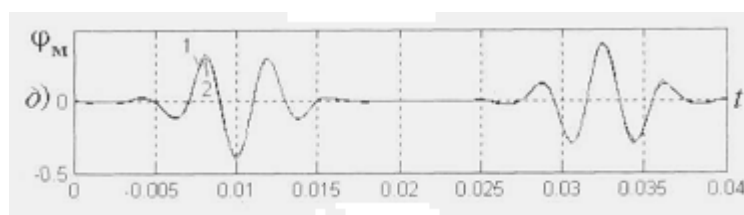
Фиг. 3



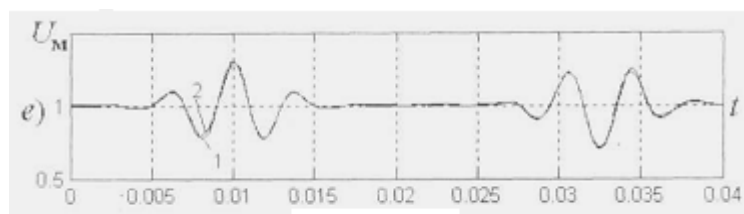
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601