



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58670 (13) U
(51) МПК
G01N 27/90 (2011.01)
G01R 33/12 (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ВИХРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБІВ

1

(21) u201009863

(22) 09.08.2010

(24) 26.04.2011

(46) 26.04.2011, Бюл. № 8, 2011 р.

(72) УЧАНІН ВАЛЕНТИН МИКОЛАЙОВИЧ, ЧЕР-
ЛЕНЕВСЬКИЙ ВСЕВОЛОД ВАДИМОВИЧ

(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.
КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ

(57) 1. Пристрій вихрострумowego контролю пара-
метрів виробів, що складається з генератора си-
нусоїдальних коливань, вихід якого через вихрост-
румний перетворювач, попередній підсилювач і
формував з'єднаний з вимірювальним входом фа-
зометра, другий вихід генератора через фазообер-
тач і формував з'єднаний з опорним входом фа-

2

зометра, вихід якого з'єднано з індикатором, який
відрізняється тим, що формувачі вимірювального
і опорного каналів виконані у вигляді послідовно
з'єднаних підсилювача і гістерезисного компарато-
ра на операційному підсилювачі з додатним зво-
ротним зв'язком, а фазометр виконаний у вигляді
послідовно з'єднаних схеми перетворення різниці
фази в часовий інтервал на логічній схемі і інте-
рувального кола.

2. Пристрій по п. 1, в якому схема перетворення
різниці фази в часовий інтервал виконана на логі-
чній схемі "АБО-НІ".

3. Пристрій по п. 1, в якому схема перетворення
різниці фази в часовий інтервал виконана на логі-
чній схемі "Виключне АБО".

Корисна модель відноситься до засобів вихро-
струмового контролю виробів із металевих матері-
алів, яка може використовуватись при визначенні
дефектності, питомої електропровідності, товщини
неферромагнітних матеріалів і товщини діелектри-
чних покриттів на електропровідних матеріалах
фазовим способом.

Відомий вихрострумний пристрій для вимі-
рювання параметрів виробів, який складається із
генератора, вихід якого через підсилювач і розга-
лужувальну схему підключено на вхід вихростру-
мового перетворювача, а також через фазообер-
тач опорного сигналу підключено до опорного
входу фазового детектора. Вихід вихрострумowego
перетворювача через обмежувач і два підсилювачі
підключено до вимірювального входу фазового
детектора. Фазовий детектор виконано у вигляді
балансного модулятора. Вихід фазового детекто-
ра підключено на фільтр, вихідний сигнал якого
пропорційний фазовому зсуву сигналу і викорис-
товується для визначення питомої електропровід-
ності контрольованого об'єкту [1].

Недоліком відомого пристрою є низька точ-
ність за рахунок аналогової схеми побудови фазо-
вого детектора і відсутності формувача прямокут-
них імпульсів в опорному каналі, а також велика
складність пристрою.

Найбільш близьким до запропонованого кори-
сної моделі є пристрій вихрострумowego контролю
параметрів конструкцій, зокрема питомої електро-
провідності матеріалу, в якому використано зале-
жність фазового кута сигналу вихрострумowego
перетворювача від питомої електропровідності
матеріалу. Пристрій складається з генератора
синусоїдальних коливань, вихід якого підключено
до вихрострумowego перетворювача, вихід якого
через вхідний підсилювач і формувач прямокутних
сигналів підключено на вимірювальний вхід фазо-
вого детектора, виконаного по балансній схемі.
Другий вихід генератора підключено на вхід кана-
лу опорного сигналу, який складається з фазообер-
тача і формувача прямокутних сигналів, вихід
якого підключено на опорний вхід фазового детек-
тора. Кожний із формувачів прямокутних сигналів
(вимірювального і опорного каналів) виконані із
послідовно з'єднаних діодного обмежувача і вибірко-
вого підсилювача. Вихід фазового детектора
через підсилювач постійного струму підключено до
індикатора [2 - 4].

Недоліком відомого пристрою є низька точ-
ність при вимірюванні питомої електропровідності
за рахунок низької точності вимірювання зсуву
фази сигналу вихрострумowego перетворювача
при дії зовнішніх електронних завад. Крім того,

(19) UA (11) 58670 (13) U

відома схема має низьку стабільність через наявність вибіркового каскадів, а також складна при налаштуванні.

Метою запропонованого способу є підвищення точності вимірювання параметрів виробів.

Мета досягається тим, що пристрій вихрострумовевого контролю параметрів виробів складається з генератора синусоїдальних коливань, вихід якого через вихрострумове перетворювач, попередній підсилювач і формувач з'єднаний з вимірювальним входом фазометру, а другий вихід генератора через фазообертач і формувач з'єднаний з опорним входом фазометру, вихід якого з'єднано з індикатором. При цьому формувачі вимірювального і опорного каналів виконані у вигляді послідовно з'єднаних підсилювача і гістерезисного компаратора на операційному підсилювачі з додатнім зворотним зв'язком, а фазометр виконаний у вигляді послідовно з'єднаних схеми перетворення різниці фази в часовий інтервал на логічній схемі і інтегровального кола. Схема перетворення різниці фази в часовий інтервал може бути виконана на логічній схемі «АБО-НІ» або на логічній схемі «Виключальне АБО».

На фіг. 1 представлено функціональну схему пристрою вихрострумовевого контролю параметрів виробів.

Пристрій вихрострумовевого контролю параметрів виробів складається з генератора синусоїдальних коливань 1, вихід якого через вихрострумове перетворювач 2, попередній підсилювач 3 і формувач 4 з'єднаний з вимірювальним входом фазометру 7. Другий вихід генератора 1 через фазообертач 11 і формувач 12 з'єднаний з опорним входом фазометру 7. При цьому формувач 4 вимірювального каналу виконаний у вигляді послідовно з'єднаних підсилювача 5 і гістерезисного компаратора 6 на операційному підсилювачі з додатнім зворотним зв'язком. Формувач 12 опорного каналу також виконаний у вигляді послідовно з'єднаних підсилювача 13 і гістерезисного компаратора 14 на операційному підсилювачі з додатнім зворотним зв'язком (фіг. 1). Фазометр 7 виконаний у вигляді послідовно з'єднаних схеми перетворення різниці фази в часовий інтервал на логічній схемі 8 і інтегровального кола 9. Вихід інтегровального кола 9 з'єднано з індикатором 10. Схема перетворення різниці фази в часовий інтервал може бути виконана на логічній схемі «АБО-НІ» або логічній схемі «Виключальне АБО».

Розглянемо роботу пристрою вихрострумовевого контролю параметрів виробів на прикладі фазового вимірювача питомої електропровідності. За допомогою вихідної напруги генератора синусоїдальних коливань 1 в первинній обмотці вихрострумовевого перетворювача 2 створюється струм збудження робочої частоти, який наводить в контрольованому об'єкті (не показано) вихрові струми. Амплітуда і фаза вихрових струмів і, відповідно, амплітуда і фаза сигналу на вторинній обмотці вихрострумовевого перетворювача 2 залежить від питомої електропровідності контрольованого матеріалу і зазору між вихрострумевим перетворювачем 2 і контрольованою поверхнею. При цьому, вибором робочої точки забезпечують ре-

жим від троювання від впливу зазору, при якому фаза сигналу буде залежати переважно від питомої електропровідності. Сигнал вихрострумовевого перетворювача 2 після підсилення за допомогою попереднього підсилювача 3 надходить на вхід формувача 4 у вигляді послідовно з'єднаних підсилювача 5 і гістерезисного компаратора 6, за допомогою яких із синусоїдального сигналу формується прямокутний імпульс, положення фронтів якого залежить від значення фазового кута сигналу вихрострумовевого перетворювача 2. З виходу гістерезисного компаратора 6 прямокутний сигнал надходить на вимірювальний вхід фазометра 7. На опорний вхід фазометра 7 надходить прямокутний сигнал, який сформовано з сигналу генератора 1 за допомогою формувача 12 у вигляді підсилювача 13 і гістерезисного компаратора 14. При цьому фаза сигналу і, відповідно, положення фронтів прямокутного імпульсу в опорному каналі можна змінювати за допомогою фазообертача 11 для регулювання нуля пристрою. Фазометр 7 виконано за принципом перетворення фазового кута сигналу в інтервал часу [5]. Суть цього принципу полягає в визначенні затримки сигналів в часі, яку зазвичай визначають за моментами перетину сигналами нульового рівня. Перевагою цього способу є лінійне перетворення фазового зсуву у напругу, незалежність результатів вимірювання від частоти входних сигналів і відносна простота реалізації. Відомо, що недоліком таких схем є низька завадостійкість, так як шуми і вищі гармоніки можуть значним чином впливати на часові інтервали, що формуються за перетином нульового рівня [5]. При цьому можуть формуватися паразитні осциляції, які перешкоджають точному вимірюванню фази. Тому від цього способу побудови фазометрів часто відмовлялися на практиці. Для зменшення цього недоліку в нашому пристрої у формувачах 4 і 12 після підсилювачів 5 і 13 введено гістерезисні компаратори 6 і 14 відповідно. Компаратори 6 і 14 виконано на операційному підсилювачі з додатнім зворотним зв'язком. З такими компараторами прямокутні імпульси формуються не по перетинанню нульового рівня, а по моменту часу, коли амплітуда сигналу перетинає додатній і від'ємний порогові. Це знімає проблему паразитних осциляцій при формуванні прямокутних імпульсів. Фазометр, а точніше схему формування імпульсу, довжина якого відповідає фазовому зсуву сигналу, в цьому випадку можна побудувати на логічних схемах. Відомі фазометри на тригерній схемі, яка керується ключем [5]. Але в різних варіантах нашого пристрою використані логічна схема «АБО-НІ» або логічна схема «Виключальне АБО». Прямокутні сигнали на виході формувачів 4 і 12 зміщені на величину, пропорційну різниці фази вимірювального і опорного сигналів. Коли ці сигнали подають на логічну схему 8, на її виході формуються сигнали, тривалість яких пропорційна різниці фази сигналів. Ці імпульси інтегрують за допомогою інтегровального кола 9 і отримують постійну напругу, яка пропорційна різниці фази сигналу, яку вимірюють індикатором 10. При побудові фазового вимірювача електропровідності (фіг. 1) фаза сигналу вихрострумовевого перетворювача залежить

від питомої електропровідності контрольованого матеріалу.

Аналогічним чином, на базі запропонованого технічного рішення можуть бути реалізовані інші вихрострумові прилади, в основу яких покладено фазовий спосіб обробки сигналу вихрострумового перетворювача, зокрема, прилад для вимірювання товщини листових матеріалів із неферомагнітних матеріалів, прилад для вимірювання товщини діелектричних покриттів або дефектоскоп. Для цього під час настроювання вибирають робочу точку таким чином, щоб фаза сигналу найбільш змінювалась при змінах контрольованого параметра і була малочутлива до зміни заважаючого параметру.

Запропонована корисна модель використана при розробці портативного вихрострумового вимірювача питомої електропровідності алюмінієвих сплавів, яку використовують для контролю змін структури алюмінієвих сплавів авіаційних конструкцій, а також при розробці макету фазового вимірювача товщини діелектричних покриттів [6].

Література

1. Патент 5508610 США, МКИ G01N27/72, G01R33/12, G01R33/12 Electrical conductivity tester and methods thereof for accurately measuring time-varying and steady state conductivity using phase shift detection / R. K. Feeney, A. Rohatgi, D. Hertling; Georgia Tech Research Corp. - № 985635; Заявл 3.12.92; Опубл. 16.04.96; - 13 с.

2. Дорофеев А. Л., Казамапов Ю. Г. Электромагнитная дефектоскопия. - М.: Машиностроение, 1980. - 232 с. (стор. 106-107).

3. Дорофеев А. Л. Индукционная структуроскопия. - М.: Энергия, 1973. - 232 с. (стор. 49-50).

4. Измеритель электропроводности ИЗ-ТМ. Паспорт АШФ 2.008.002 ПС. - ОЗ ФМИ. - 1978.

5. Куц Ю.В., Щербак Л.М. Статистична фазометрія. - Тернопіль: Тернопільський держ. університет ім. І. Пулюя. - 2009. - 383 с.

6. Механіка руйнування і міцність матеріалів: довідн. посібник / Під. заг. ред. ВВ. Панасюка, Т. 9: Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О.П. Осташ, В.М. Федірко, В.М. Учанін та ін. - Львів: Вид-во «Сполом», 2007. - 1068 с.

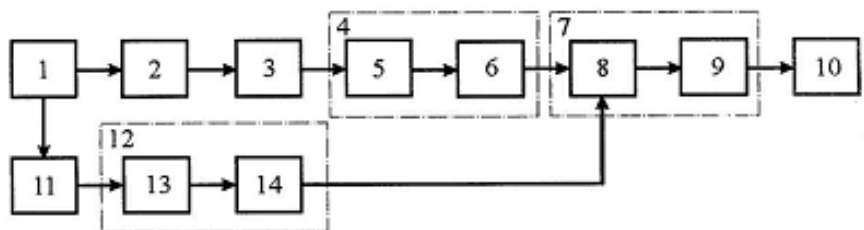


Fig. 1