

ефективніших алгоритмів попередньої обробки акустичних сигналів для визначення різниць відстаней від джерела сигналів до мікрофонів.

1. Spiesberger J.L. Utilization of Auto and Cross-Correlation Functions in Methods for Locating a Source of a Primary Signal and for Localizing Signals, US Patent No. 6,160,758, Dec. 12, 2000. – 37 p. 2. Berdugo B., Doron M.A., Rosenhouse J., Azhari H. On Direction Finding of an Emitting Source from Time Delays. – 33 p. – [http://www.andraelectronics.com/pdf\\_files/DFTAwhite.pdf](http://www.andraelectronics.com/pdf_files/DFTAwhite.pdf). 3. Rui Y., Florencio D. New Direct Approaches to Robust Sound Source Localization / Proc. of IEEE International Conf. on Multimedia Expo (ICME) 2003, Baltimore, MD, July 6–9, p. 1: 737–740. – <http://www.research.microsoft.com/~yongrui/ps/icme03.pdf>. 4. Spichenkov S., Romanyshyn Yu., Hotz V., Paramud Ya. Localization of the Source of Acoustic Signals with the Use of Their Space-Time Processing / Proceedings of the VIII<sup>th</sup> International Conference CADSM'2005 “The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics”. – Lviv-Polyana, Ukraine, 2005. – P. 228–229. 5. Алефельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления / Пер. с англ. – М., 1987. 6. Бахвалов Н.С. Численные методы (анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения). – М., 1973.

УДК 621.317

Я.Г. Притуляк, К.М. Радіончик, Ю.І. Шаповалов

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра радіоелектронних пристроїв та систем

### ОСОБЛИВОСТІ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛУ ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ, ЩО ҐРУНТУЮТЬСЯ НА СКАНУВАЛЬНОМУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ МЕТОДІ

© Притуляк Я.Г., Радіончик К.М., Шаповалов Ю.І., 2005

Розглянуто особливості процесу відбору і первинної обробки інформації в засобах технічної діагностики, що ґрунтуються на сканувальному електромагнітному (ЕМ) методі із застосуванням обертового магнітного поля або обертової азимутальної неоднорідності.

The features of information selection and primary information processing by technical testing devices are considered. The technical testing devices to be discussed are based on the scanning electromagnetic method with the use of a rotary magnetic field or a rotary azimuth nonuniformity.

#### Постановка проблеми

Основними проблемами технічної діагностики з контролю складних струмопровідних об'єктів є: істотне збільшення кількості інформації, яку можна зняти з контрольованої поверхні з метою отримання достовірніших даних про визначення впливу дефектів на ресурс роботоздатності; збільшення продуктивності контролю на кілька порядків; з метою повного автоматизування контролю необхідно спростити процес сканування.

Цього можна досягнути, якщо застосувати електрично сканувальні вихрострумові перетворювачі з обертовим магнітним полем [1] і обертовою азимутальною неоднорідністю [2]. Особливістю таких перетворювачів є те, що з вимірювальної котушки знімаються квадратурні складові сигналу  $U^c = f(x, y, t)$  і  $U^s = f(x, y, t)$ , які несуть просторову інформацію. Іншою особливістю є пригнічування заваджальної просторової складової первинного збуджувального поля з високим ступенем, який приводить до збільшення чутливості контролю.

## Обробка сигналу із скануючих електромагнітних перетворювачів

Сканувальні електромагнітні (ЕМ) перетворювачі [1; 2] побудовані на двох кільцевих магнітопроводах, на яких розташовані збуджувальні і вимірювальні котушки. Електрично сканувальні ЕМ поля збуджувальної котушки в зоні вимірювальної котушки обертаються на  $360^\circ$ . В результаті електричного сканування отримуємо двовимірне зображення неоднорідності струмопровідної поверхні. Його інформативне вторинне поле є функцією двох координат  $F(X, Y)$ . Опишемо процес електричного сканування у вигляді лінійного перетворення  $P(\cdot)$  в просторі полярних координат:

$$I(r, \theta) = \int_{X_{\min}}^{X_{\max}} \int_{Y_{\min}}^{Y_{\max}} F(X, Y) P(X, Y, r, \theta) dXdY,$$

де  $F(X, Y)$  – перевипромінювальна здатність неоднорідності струмопровідного матеріалу;  $(X_{\min}, X_{\max}, Y_{\min}, Y_{\max})$  – границі визначення перевипромінювальної здатності шуканого дефекту;  $I(r, \theta)$  – сформоване зображення в полярних координатах;  $P$  – ядро перетворення.

Застосовуючи сканувальні перетворювачі, з виходу яких знімаються квадратурні сигнали  $U^c, U^s$ , сформуємо тракт первинної обробки, який є також квадратурним із застосуванням квадратурного детектора, в якого відсутня випадкова фаза (рис. 1).

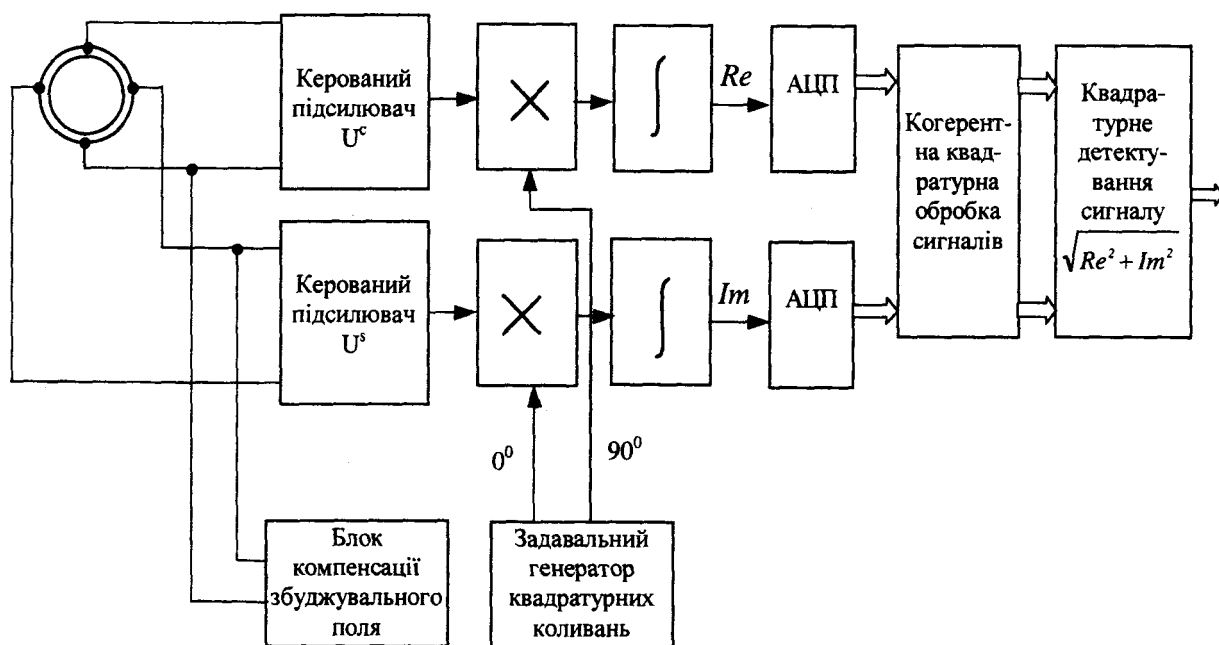


Рис. 1. Тракт первинної обробки квадратурного сигналу

Із відношення  $\frac{U^s}{U^c} = \operatorname{tg} \alpha$  квадратурних сигналів маємо можливість визначити кут місця знаходження дефекту.

### Компенсація первинного поля

Вузол компенсації використовується для пригнічення збуджувального первинного поля  $E_T$ , яке індукується в струмопровідному матеріалі збуджувальною котушкою і відповідно наводиться у вимірювальній котушці. При цьому

$$E_I \gg E_c,$$

де  $E_c$  – амплітуда наведеного сигналу від вторинного поля.

Також вузол компенсації ефективно пригнічує несинхронні завади, оскільки вплив неоднорідності електричних властивостей струмопровідного матеріалу, що пов'язано з його анізотропією, і які неможливо компенсувати традиційними методами, які застосовуються у вихрострумівій дефектоскопії [3].

Збільшення потужності збуджувального поля не впливає при цьому на відношення сигнал/завада, але є обмеження на величину наведеної електрорушійної сили  $E_I$ , яка не повинна перевищувати половину напруги живлення тракту обробки. Використовуючи на вході схеми пасивний атенюатор ПА (рис. 2), ці обмеження можна зняти, якщо встановити необхідний рівень під час калібрування. В подальшому коливання оцифровуються в АЦП за циклічної просторової розгортки, як це відбувається в сканувальних ЕМ перетворювачах, і записується в ОЗП1. Ці коливання являють собою фон (1), який складається із завад. Він відтворюється із ОЗП1 і в ЦАП1 перетворюється в аналогову форму, а у віднімальному пристрої ВП1 віднімається від вхідного сигналу  $E_{вх} = E_I + E_c$ . Амплітуда сигналу  $E_c$  на виході першого каналу визначається за виразом

$$E_c = K_{п1} \left( \frac{E_{вх}}{K_d} - E_I \right),$$

де  $K_{п1}$  – коефіцієнт підсилення підсилювача ВП1;  $K_d$  – коефіцієнт ділення вхідного подільника.

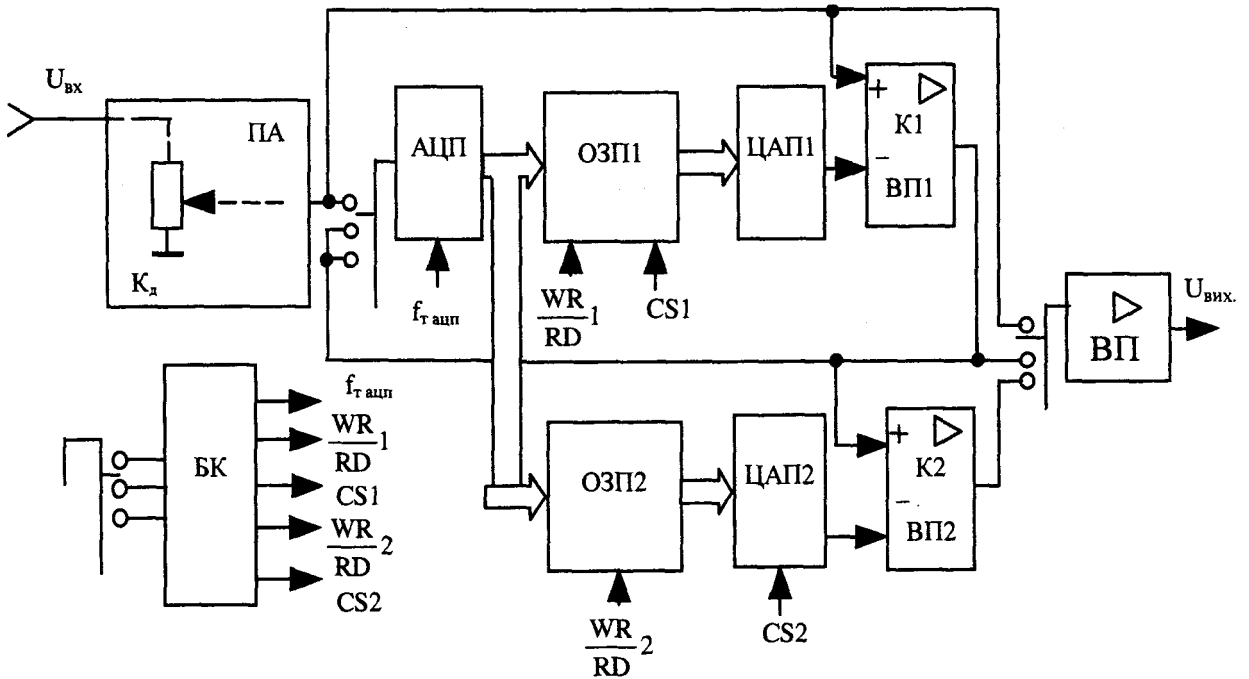


Рис. 2. Вузол компенсації завад

Різницевий сигнал у ВП1 збільшується в  $K_{y1}$  разів до величини нормованого максимального вхідного сигналу АЦП і подається на його вхід. Оцифрований в АЦП різницевий сигнал записується в пам'ять ОЗП2, який є вторинною завадою 2. В подальшому під час відтворення з ОЗП2 цей сигнал перетворюється в ЦАП2 в аналогову форму і віднімається в пристрої ВП2 від різницевого сигналу з виходу ВП1. Вторинний різницевий сигнал у ВП2 дорівнює

$$E_{c2} = K_{y2} \left[ K_{y1} \left( \frac{E_{вх}}{K_d} - E_I \right) - E_2 \right].$$

В блоці керування БК формуються керуючі сигнали  $f_{т_ацп}$  з тактовою частотою АЦП; сигнали запису і зчитування  $WR/RD$ , а також  $CS$ -вибірки комірок пам'яті ОЗП1 і ОЗП2; тактові імпульси синхронні із збуджувальними коливаннями сканувальних перетворювачів.

## Висновки

В первинній обробці сигналів із ЕМ сканувальними перетворювачами відбувається оптимальна обробка сигналів, а пригнічення завад дає змогу отримати високу чутливість контролю.

1. Патент України № 20586А. Електричноскануючий вихрострумний пристрій / Притуляк Я.Г., Прудис І.Н., Сумик М.М. – Опубл. в Бюл. № 1, 1997. 2. АС СССР № 1820314А. Способ электрического сканирования для неразрушающего контроля электропроводящих изделий / Гуляев В.А., Чаплыга В.М., Притуляк Я.Г. – Опубл. в Б.И. № 25, 1993. 3. Обишта А.Ф., Притуляк Я.Г. Особенности построения аппаратных средств при сканирующем электромагнитном контроле: Зб. наук. праць / Інститут проблем моделювання в енергетиці. – 2000. – Вип. 10. – К. – С. 57–60.

УДК 621.317.07

Ю. Скрипник, К. Шевченко, О. Яненко

Київський національний університет технологій та дизайну

### РАДИОМЕТР З АВТОМАТИЧНОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ ПОХИБКИ ВІД ВПЛИВУ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ШУМІВ

© Скрипник Ю., Шевченко К., Яненко О., 2005

**Розглянуто можливість побудови кореляційного радіометричного перетворювача надвисокочастотного діапазону, в якому за рахунок фазової модуляції сигналу в одному з каналів радіометра унеможливлено вплив корельованих шумів підсилювачів та істотно знижено флуктуаційний поріг чутливості**

**In the paper the possibility of radio metrical correlation transformer of RF region design is described. In this transformer because of signal phase modulation in the one of the channels the influence of correlated noises of amplifier is low**

#### Вступ

Проблема вимірювання інтенсивності слабких та понадслабких шумоподібних електромагнітних випромінювань є доволі важливою для багатьох областей науки і техніки. Особливо це стосується надвисокочастотного (НВЧ) діапазону електромагнітних хвиль. По рівню потужності НВЧ-випромінювання судять про температуру, склад і властивості різних об'єктів живої і неживої природи. Для проведення вимірювань інтенсивності електромагнітного випромінювання використовують спеціальні прилади – радіометри, які забезпечують можливість реєстрації слабких сигналів на рівні  $10^{-13} \dots 10^{-12}$  Вт. В той самий час у радіоастрономії, радіолокації, при створенні систем зв'язку і дослідженнях власного випромінювання фізичних та біологічних об'єктів стоїть задача оцінки інтенсивності сигналів на рівні  $10^{-14} \dots 10^{-16}$  Вт. Як правило, досліджувані в задачах такого плану НВЧ-випромінювання мають шумовий характер і нерозрізнені на фоні власних шумів приймача радіометра. Через це виникають серйозні труднощі в прийомі, посиленні і реєстрації НВЧ-сигналів такого малого рівня.

#### Стан проблеми та формулювання задачі досліджень

Для оцінки рівня понадслабких шумових сигналів не можуть бути використані традиційні методи вимірювань з прямим підсиленням досліджуваного сигналу. Обумовлено це тим, що вхідним ланцюгам електронної апаратури НВЧ-діапазону властиві власні електричні шуми, рівень яких може бути більшим від рівня корисного сигналу, який приймається НВЧ-антенною і теж має