

СИСТЕМА ВИХРОСТРУМОВОЇ ДЕФЕКТОСКОПІЇ

С.В. Черепов, В.В. Лепеха

Інститут магнетизму НАН України та МОН України, Україна

The eddy current nondestructive testing of metal products is widely used in various industries. There are eddy current control techniques takes a significant place in energy sector. Current work presents the eddy current flaw detection system. Implementation of this eddy current flaw detection system will solve a wide range of problems of eddy current flaw.

Вихроструміві методи неруйнівного контролю металевих виробів, широко застосовуються в різних галузях промисловості - в металургії, машинобудуванні, енергетиці, на різних видах транспорту (у тому числі, трубопроводному та ін.) [1]. Це пов'язано з такими перевагами вихрострумівого методу контролю, як висока швидкість та точність вимірювань, безконтактність методу, висока чутливість як до структурних, так і фазових неоднорідностей матеріалів та ін. [2]. Вихрострумівий метод широко використовується для виявлення тріщин, корозії та інших дефектів в провідних матеріалах [3].

До недоліків вихрострумівого методу можна віднести те, що точність оцінки геометричних параметрів дефектів обмежена рядом факторів, таких як: величина зазору, стан поверхні, форма дефекту і його розташування. Також при проведенні ручного контролю значний вплив на похибку результатів вимірювань глибин дефектів впливають такі фактори як: крайовий ефект, зміна кута нахилу перетворювача, наявність непривідного зазору між вихрострумівим перетворювачем і контрольованою поверхнею, відрив перетворювача від поверхні, локальна зміна шорсткості і кривизни поверхні та ін. [4]. Тим не менш технічні засоби вихрострумівогої дефектоскопії металевих виробів і матеріалів забезпечують високу продуктивність і надійність завдяки застосуванню сучасної елементної бази та цифрової обробки даних [5].

Важливе місце вихрострумівий контроль займає в енергетиці. Однією з основних проблем в енергомашинобудуванні є забезпечення надійності та довговічності служби деталей і вузлів різних елементів енергетичного обладнання. Для цього необхідно застосовувати профілактичні заходи і своєчасно замінювати деталі і вузли, які відпрацювали свій ресурс. Зі збільшенням терміну експлуатації та наближенні його до ресурсного, все більш актуальними стають питання виявлення дефектів суцільності і прогнозування залишкового ресурсу по фактичному стану металу в найбільш навантажених вузлах. До високонавантажених і досить важливих елементів устаткування відносять труби. Існуючі методи і засоби неруйнівного контролю не завжди задовольняють повною мірою сучасним вимогам щодо оперативності та достовірності оцінки стану металу труб, часто відсутній комплексний підхід, що включає оцінку стану металу за його фізико-механічними характеристиками, які пов'язані з залишковим ресурсом та з виявленням з прийнятною ймовірністю найбільш характерних дефектів, що розвиваються в процесі експлуатації. У зв'язку з цим, розробка нових більш ефективних способів і засобів для оцінки стадій деградації металу і виявлення найбільш характерних та небезпечних дефектів в процесі експлуатації труб є актуальним завданням [6]. Одним із кроків по вирішенню даних задач є розробка сучасних систем вихрострумівогої дефектоскопії.

Існують різні технічні рішення що до вирішення поставленої задачі, наприклад [7-8] та ін., але вони мають ряд недоліків, таких як: низький динамічний діапазон, відсутність компенсації початкового сигналу з індуктивного сенсора по фазі та амплітуді, низьку термостабільність, завадостійкість, точність вимірювання та чутливість приладу, відсутність протоколювання даних як в реальному часі так і загалом. Тому було вирішено вдосконалити відомі прилади та перетворити їх в систему, шляхом введення нових блоків, що дозволить створити компенсацію початкового сигналу з індуктивного сенсора по фазі та амплітуді, підвищити динамічний діапазон, термостабільність, завадостійкість, точність вимірювання та

чутливість приладу, а також створити протоколювання даних як в реальному часі так і загалом.

На Рис. 1 представлена розроблена структурна схема системи вихрострумової дефектоскопії. Система вихрострумової дефектоскопії складається з наступних вузлів: опорний генератор 1, перший синтезатор частоти 2, другий синтезатор частоти 3, перший фільтр нижніх частот 4, другий фільтр нижніх частот 5, перетворювач напруга - струм 6, вихрострумний перетворювач 7, попередній підсилювач 8, диференційний підсилювач 9, основний підсилювач 10, цифро - аналоговий перетворювач 11, мікроконтролер 12, персональний комп'ютер 13.

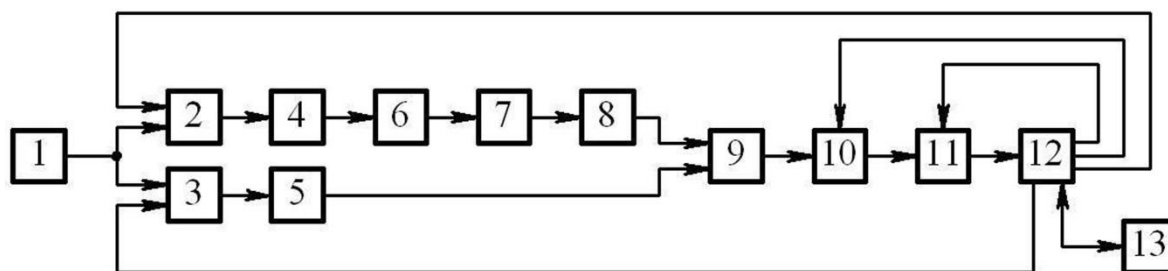


Рис. 1. Система вихрострумової дефектоскопії.

Система вихрострумової дефектоскопії працює наступним чином: за допомогою мікроконтролеру 12 формується команда керування першим синтезатором частоти 2, який генерує аналоговий сигнал відповідної частоти і через перший фільтр нижніх частот 4, сформований сигнал поступає на вхід перетворювача напруга-струм 6. Після відповідного перетворення сигнал потрапляє на вихрострумний перетворювач 7, який взаємодіє з об'єктом контролю. Після взаємодії з об'єктом контролю вимірюваний сигнал потрапляє на вхід попереднього підсилювача 8. Після підсилення отриманий сигнал поступає на вхід диференційного підсилювача 9. На другий вхід диференційного підсилювача 9 через другий фільтр нижніх частот 5 подається сигнал з другого синтезатора частоти 3, який створює необхідний за рівнем, фазою та частотою сигнал, відповідно до команди мікроконтролера 12 і якщо об'єкт контролю бездефектний на виході диференційного підсилювача ми отримуємо нульовий сигнал. Після проходження сигналів з вихрострумного перетворювача та системи компенсації через диференційний підсилювач 9, він потрапляє на основний підсилювач 10, й після підсилення оцифровується за допомогою цифро - аналогового перетворювача 11, який керується мікроконтролером 12 та надходить до мікроконтролера 12, де відбувається первина обробка отриманої вимірювальної інформації яка далі передається для подальшого опрацювання, візуалізації, інтерпретації та протоколювання даних як в реальному часі так і загалом до персонального комп'ютера 13. На основі вище запропонованої ідеї розробленої системи вихрострумової дефектоскопії, було отримано патент України на корисну модель [9].

Реалізація розробленої системи вихрострумової дефектоскопії дозволить вирішувати широке коло задач вихрострумової дефектоскопії.

Список літератури

1. Anthony Simm, Quantitative Interpretation of Magnetic Field Measurements in Eddy Current Defect Detection: A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy / School of Electrical and Electronic Engineering Newcastle University – Newcastle., 2012. – 121 с.
2. Шлеин Д.В. Повышение разрешающей способности технических средств вихретоковой дефектоскопии на основе вейвлет-анализа измеренного сигнала: Автореферат дис. Шлеин Д.В. кандидата тех. наук. / ЗАО «НИИИИ МНПО «Спектр». – М., 2009. – 21 с.
3. A. Simm, T. Theodoulidis, N. Poulakis, and G. Tian, Investigation of the magnetic field

- response from eddy current inspection of defects, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 54, pp. 223-230, April 2011.
4. Ефимов А.Г. Разработка адаптивных вихретоковых средств дефектометрии: Автореферат дис. Ефимов А.Г. кандидата тех. наук. – М., 2009. – 16 с
 5. Uchanin V. The investigation of low frequency eddy current probes with super high penetration // Abstracts of 16-th World Conference on Non-Destructive Testing, Montreal, august 30 — september 3, 2004. — P. 145.
 6. Ильин А.С. Оценка технического состояния трубопроводов энергоблоков в процессе их эксплуатации электромагнитным методом: Автореферат дис. Ильин А.С. кандидата тех. наук. – М., 2009. – 21 с.
 7. В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, В. В. Сухоруков, Электромагнитный контроль. - М.: Высшая школа, 1992.
 8. Патент України № 45908, опубл. 25.11.2009, бюл. № 22.
 9. Патент України № 97777, опубл. 10.04.2015, бюл. № 7.

DEVELOPMENT OF ULTRASONIC PHASED ARRAY TECHNOLOGY FOR IDENTIFICATION WELD DEFECTS AND DETERMINATION OF THEIR GEOMETRICAL DIMENSIONS

O.V. Popovych, M.O. Karpash

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;
76019, Ivano-Frankivsk, Karpatska str., 15, тел. (0342) 504708,
e-mail: olya.popovuch@gmail.com

Abstract. One of the main parameters characterizing the technical condition of the metal constructions are the presence or absence of defects such as discontinuity in welds. Critical for decision-making, here is the information about the type of defects. The phased array technology was presented as a unique method for identification, parametrization and type of defect determination.

One of the main parameters characterizing the technical condition of the metal constructions are the presence or absence of defects such as discontinuity in welds. Critical for decision-making, here is the information about the type of defects - cracks are dangerous because of the possibility of growth, while volume defects with permissible dimensions aren't so dangerous.

At the current stage of scientific development the main task is not only the identification of objects, but also to determine their type and size, to evaluate the remaining life of these objects and evaluate the technical condition of metal. Most methods give only information about the defect presence, and not its type and size.

Therefore, the burning problem is the issue to develop a new technology that will help to get all the necessary information about the defects of welds during its diagnostics.

According to [1.2] the most convenient and affordable method for the quality control of welded joints of structures is ultrasonic inspection. High sensitivity, safety of use, and efficiency of the ultrasonic method describes it as the most competitive among other NDT methods.

Analysis of the individual characteristics of the signals A-scan obtained from defects is rather laborious process and requires much time. Therefore there is a need for additional signal processing application. Previous studies have shown the feasibility of such an approach with the use of artificial intelligence algorithms for solving pattern recognition defects [3]. In addition, foreign literature confirm such findings. Additionally, a method that involves the separation of certain characteristics of the video signals from defects in neural networks has been implemented.

Conventional ultrasonic detection has only one display mode, image is not intuitive, and noise signal obvious, complex shape workpiece is hard to detect, to achieve a qualitative judgement