

УДК К 620:9

Ігор Богачев*, канд. техн. наук, ст. досл., <https://orcid.org/0000-0001-7781-5767>**Станіслав Созонов**, <https://orcid.org/0000-0002-7584-4529>

Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна

*Автор-кореспондент: biv_vdoe@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ ШВІВ

Ключові слова: дефектоскоп, малоапертурний магнітострикційний перетворювач, ультразвуковий контроль.

Мета роботи. Метою даної роботи є перевірка можливості використання та розробка методики проведення контролю зварних швів за допомогою існуючого віртуального ультразвукового дефектоскопу з малоапертурними магнітострикційними перетворювачами.

Результати роботи. Магнітострикційний метод ультразвукової дефектоскопії має певні переваги перед іншими методами неруйнівного контролю: можливість контролю об'єктів зі складною геометрією, можливість контролю об'єктів при сухому контакті перетворювача з об'єктом, можливість контролю об'єктів за високих температур та в умовах ускладненого доступу до контрольованої зони тощо [1–3].

В якості платформи для реалізації розрахункових алгоритмів у вигляді прикладного програмного забезпечення було обрано середовище графічного програмування LabVIEW компанії National Instruments. Це середовище дозволяє реалізовувати обчислювальні алгоритми у вигляді блок-схем, де етапи виконання алгоритму реалізовані у вигляді блоків (компонентів) з використанням графічних іконок.

Також середовище LabVIEW містить віджети для реалізації графічного інтерфейсу користувача. Ці віджети є джерелами даних для обчислювальних алгоритмів, а також джерелами керуючих сигналів, які визначають послідовність виконання операцій. Практична реалізація вищезазначених пунктів була здійснена у вигляді прикладного програмного забезпечення. Програмне забезпечення є важливою складовою системи неруйнівного контролю, оскільки дозволяє автоматизувати процеси виконання чисельних розрахунків вимірюваних даних. Зручність використання програмного забезпечення досягається завдяки розвиненому інтерфейсу користувача. Крім того, програмне забезпечення дозволяє реалізувати задані алгоритми розрахунків для аналізу вимірюваних даних та візуалізації надісланих та отриманих імпульсних сигналів.

Фотографія віртуального ультразвукового дефектоскопу для збору та аналізу даних вимірювань з малоапертурними магнітострикційними перетворювачами наведена на рис. 1. До складу системи входять випромінювальний і приймальний перетворювачі, змонтовані в спеціальному тримачі, електронний блок формування електричного радіоімпульсного сигналу збудження і прийому ультразвукового сигналу від малоапертурного магнітострикційного датчика, ПК-осцилограф INSTRUSTAR ISDS220B і персональний комп'ютер. Передня панель віртуального пристрою (ВП) містить віджети індикаторів для відображення вимірюваної інформації та результатів розрахунків. Виміряні сигнали (відправлені та отримані) відображаються на одному графіку. На графіку відображаються як виміряні сигнали, так і їхні відфільтровані варіанти [4, 5]. Ліва вертикальна вісь графіка відображає значення напруги надісланого сигналу, права вісь – напруги прийнятого сигналу.

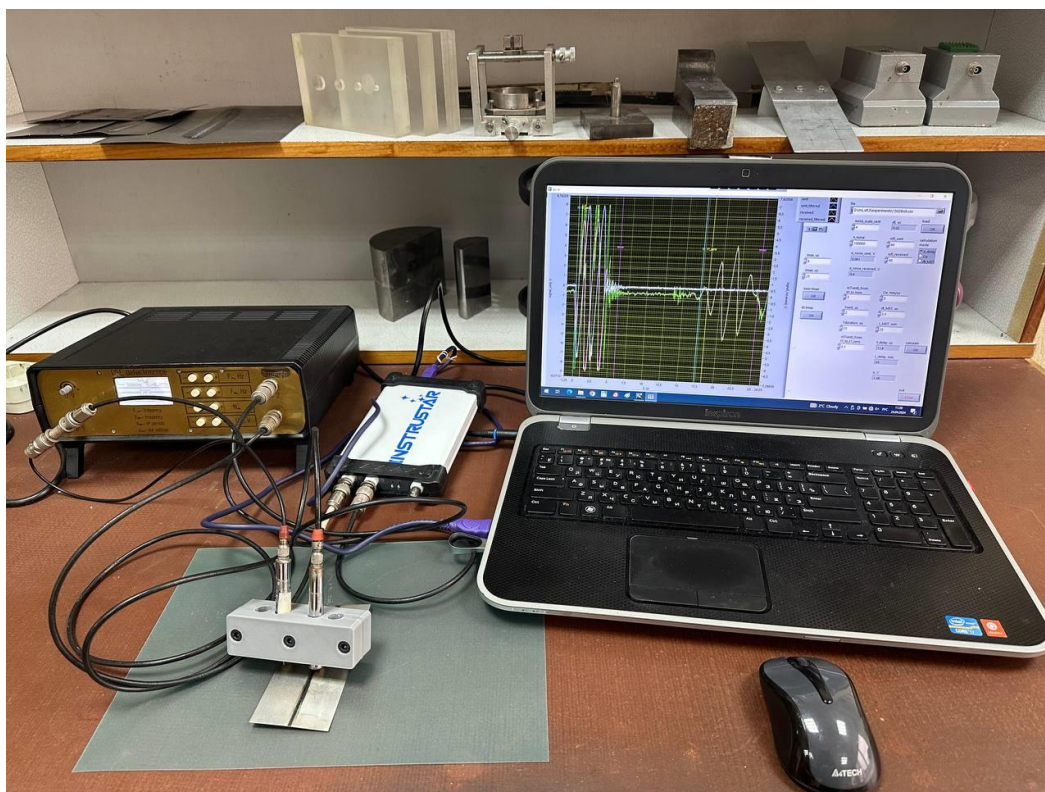


Рисунок 1. Віртуальний ультразвуковий дефектоскоп з малоапертурними магнітострикційними перетворювачами

Також на індикаторах відображаються результати як проміжних розрахунків, так і результати розрахунку цільових параметрів.

Керування роботою ВП здійснюється за допомогою віджетів керування – кнопок. Вибір режиму роботи здійснюється за допомогою наступних кнопок:

- кнопка завантаження даних, відображення та розрахунку параметрів;
- кнопка розрахунку даних після внесення змін до віджетів керування;
- кнопки для зміни вікна відображення сигналу.

Магнітострикційні перетворювачі закріплені в спеціально виготовленому тримачі. Відстань між ними заноситься до ПК.

Для перевірки працездатності ВП при контролі зварних швів було розроблено та виготовлено спеціальний контрольний зразок з каліброваними отворами різних діаметрів. Проведені дослідження показали, що збільшення діаметру отвору, наприклад, з 2 до 3 мм призводить до зменшення амплітуди прийнятого сигналу на 20 % та збільшенню часу затримки на 1,08 мкс.

Висновки. Розроблена система була випробувана для визначення швидкості поширення поверхневих та поздовжніх хвиль у різних зразках, а також для вимірювання лінійних розмірів і товщини цих зразків. Результати показали, що похибка вимірювань не перевищує 1–2 %.

Використання системи при контролі зварних швів дозволило з високою роздільною здатністю визначати розміри і розташування різних дефектів.

Використання фазової обробки інформації при вимірюваннях дозволить підвищити точність вимірювань і достовірність контролю.

Посилання

1. Shi Y., Xu J., Ye J. Enhanced near-field radiation of acoustic-actuated antennas using embedded magnetoelectric composites. *Composite Structures*. 2023. Vol. 314. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2023.116975>

2. Ashish A., Rajagopal P., Balasubramaniam K., Kumar A., Rao B., Jayakumar T. Bulk ultrasonic NDE of metallic components at high temperature using magnetostrictive transducers. *In AIP Conference Proceedings*. 2017. Vol. 1806. Iss. 1. <https://doi.org/10.1063/1.4974604>
3. Bohachev I., Babak V., Zaporozhets A. Novel small-aperture transducers based on magnetostrictive effect for diagnostic systems. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2022. No. 3. P. 69–78. <https://doi.org/10.15407/technd2022.03.069>
4. Grivel E., Berthelot B., Colin G., Legrand P., Ibanez V. Benefits of Zero-Phase or Linear Phase Filters to Design Multiscale Entropy: Theory and Application. *Entropy*. 2024. Vol. 26. Iss. 4. 332. <https://doi.org/10.3390/e26040332>
5. Zero Phase Filter (Cascade, DBL) VI. URL: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/labview-api-ref/page/vi-lib/analysis/3filter-llb/zero-phase-filter-cascade-dbl-vi.html> (дата звернення: 05.01.2024).

USING A VIRTUAL DEVICE ULTRASONIC FLAW DETECTOR TO INSPECT WELDS

Ihor Bohachev*, PhD (Engin.), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-7781-5767>

Stanislav Sozonov, <https://orcid.org/0000-0002-7584-4529>

General Energy Institute of NAS of Ukraine, 172, Antonovycha St., Kyiv, 03150, Ukraine

*Corresponding author: biv_vdoe@ukr.net

Abstract. *The magnetostrictive method of ultrasonic flaw detection has certain advantages over other methods of non-destructive testing: the ability to control objects with complex geometry, the ability to control objects in dry contact of the transducer with the object, the ability to control objects at high temperatures and in conditions of difficult access to the controlled area, etc. This work aims to verify the possibility of using and developing a methodology for inspecting welds using an existing virtual ultrasonic flaw detector with small-aperture magnetostrictive transducers. The National Instruments LabVIEW graphical programming environment was chosen as a platform for implementing computational algorithms in the form of application software.*

Keywords: ultrasonic flaw detector, weld, small-aperture magnetostrictive transducer, ultrasonic wave, radio pulse excitation signal, ultrasonic control.