



**Вимірювання фізико-механічних
параметрів речовин**

Прийнято 27.08.2025. Прорецензовано 21.12.2025. Опубліковано 29.12.2025.

УДК 620.179.16: 620.179.17

DOI: 10.31471/1993-9981-2025-2(55)-50-59

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ТРАДИЦІЙНИХ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ВИМІРЮВАНЬ, КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ

Кальницький М. Е.

Аспірант

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

61002, вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна

<https://orcid.org/0009-0000-5056-2085>

e-mail: kalnytsky94@gmail.com

Сучков Г. М.*

Доктор технічних наук, професор

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

61002, вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-1805-0466>

e-mail: hpi.suchkov@gmail.com

Мигущенко Р. П.

Доктор технічних наук, професор

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

61002, вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-3287-9772>

e-mail: mrp1@ukr.net

Кропачек О. Ю.

Доктор технічних наук, професор

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

61002, вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна

<https://orcid.org/0000-0001-5899-0252>

e-mail: kropachek@ukr.net

Запропоноване посилання: Кальницький, М. Е., Сучков, Г. М., Мигущенко, Р. П. & Кропачек, О. Ю. (2025). Розширення можливостей традиційних ультразвукових приладів для досліджень, вимірювань, контролю та діагностики. *Методи та прилади контролю якості*, 2(55), 50-59. doi: 10.31471/1993-9981-2025-2(55)-50-59

* Відповідальний автор



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Анотація. Переваги використання електромагнітно-акустичних перетворювачів (ЕМАП) при контролі якості поверхні та внутрішніх об'ємів феромагнітних металовиробів позовжніми та поперечними хвилями та хвилями Релея відомі і широко використовуються. Частина традиційних контактних ультразвукових дефектоскопів, товщиномірів тощо, як правило, постачаються ЕМАП з постійними магнітами, які мають ряд суттєвих недоліків. Останнім часом розроблено перетворювачі, що і використовують імпульсні джерела магнітного поля, ускладнюючи, таким чином, конструкцію ультразвукових приладів та технологію їх використання. При цьому існує нагальна необхідність пристосовувати такі ультразвукові прилади для контролю металовиробів виготовлених з різних феромагнітних матеріалів. В результаті ультразвукові прилади з ЕМАП з імпульсним намагнічуванням є суттєво дорогими і потребують індивідуального налаштування при контролі металовиробів із різних феромагнітних матеріалів. Для вирішення цієї проблеми запропоновано розробити універсальний додатковий засіб до традиційних ультразвукових дефектоскопів, який дасть можливість виконувати контроль, не використовуючи ЕМАП індивідуального типу. В роботі наведено дані з розробки універсального додаткового засобу, який дає можливість використовувати ЕМАП з імпульсним намагнічуванням для контролю феромагнітних металовиробів з будь-якого матеріалу з корекцією раціональних параметрів контролю; використання пакетних ультразвукових імпульсів; встановлення раціонального часового положення імпульсів намагнічування та високочастотного імпульсу; пригнічення вільних коливань у ланцюгах додаткового засобу. Такий засіб може використовуватися разом з більшістю стандартних ультразвукових приладів, зменшуючи витрати на їх виготовлення та експлуатацію.

Ключові слова: дослідження, якість, контроль, вимірювання, діагностика, ультразвуковий, електромагнітно-акустичний, імпульсне намагнічування, феромагнітний металовиріб.

Вступ

Керівництво України приділяє значну увагу підвищенню якості продукції [1] та розробки приладів для її забезпечення [2].

Традиційно для ультразвукового контролю, діагностики та вимірювань використовують прилади з п'єзоелектричними перетворювачами (ПЕП) [3]. Останнім часом доволі часто для контролю металовиробів, які випускаються великими об'ємами (листи, рейки, балки, швелери тощо), використовують прилади з електромагнітно-акустичними перетворювачами [4-7]. Перевагами приладів з ЕМАП є висока продуктивність контролю, низькі вимоги до якості поверхні та температури, висока виявлюваність надтонких дефектів [8]. Але є і недоліки: необхідність забезпечення значних величин індукції постійного магнітного поля, значна сила притягування до феромагнітних металовиробів, когерентні завади від окалини і інших феромагнітних частинок [7, 9]. Багато авторів пропонують вирішити вказані недоліки шляхом використання імпульсного намагнічування металовиробів [10-12]. Нові хімічні джерела електроенергії та потужні радіоелементи [13] забезпечують можливості щодо створення малогабаритних приладів з ЕМАП для ультразвукового контролю феромагнітних металовиробів, в яких може використовуватися імпульсне намагнічування. Проте для використання імпульсного на-

магнічування необхідне доволі серйозне ускладнення конструкції ультразвукового приладу. Причому, при ультразвуковому контролі металовиробів різного типу і з різних матеріалів необхідно додаткові технічні і технологічні розробки [14]. Таке положення вимагає значних економічних вкладень. Для кожного серійного ультразвукового приладу це не є доцільним.

Автори статті пропонують доповнити серійні ультразвукові дефектоскопи, товщиноміри тощо (далі прилади) окремими додатковими засобами, які б дозволяли враховувати особливості ультразвукового контролю металовиробів різного типу і з різних матеріалів. Універсальний додатковий засіб може використовуватися з різними серійними ультразвуковими приладами, що зменшує витрати на виготовлення ультразвукових приладів, оскільки нові засоби можуть забезпечити дослідження якості більшості феромагнітних металовиробів, які випускаються та експлуатуються в промисловості.

Мета роботи – розширення можливостей серійних ультразвукових приладів за рахунок універсального додаткового засобу для контролю феромагнітних металовиробів електромагнітно-акустичними перетворювачами з імпульсним намагнічуванням.

Розроблення додаткового засобу з ЕМА перетворювачем з імпульсним на-магнічуванням для традиційних ультра-звукових приладів.

На основі відомих досліджень з використання ЕМАП, в яких застосовується постійне та імпульсне намагнічування, авторами розроблено блок-схему додаткового засобу до ультразвукового приладу (рис. 1).

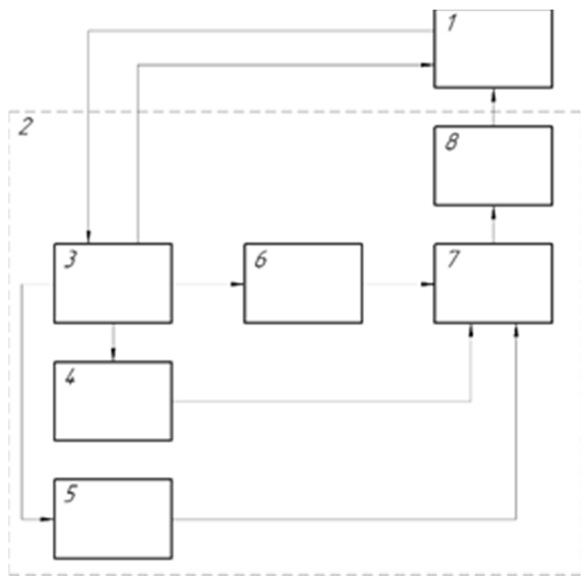


Рисунок 1 – Спрощена блок-схема ультразвукового приладу з додатковим засобом для безконтактного контролю феромагнітних металовиробів

На рисунку 1 позначено: 1 – серійний ультразвуковий прилад; 2 – додатковий засіб; 3 – формувач імпульсів управління; 4 – блок пригнічення вільних коливань у ланцюгах і блоках додаткового засобу та ЕМАП; 5 – блок живлення імпульсного магніту ЕМАП; 6 – генератор високочастотних пакетних імпульсів для живлення ЕМАП; 7 – ЕМАП; 8 – попередній посилювач прийнятих ультразвукових імпульсів.

Пояснення роботи ультразвукового приладу з додатковим засобом наступне. Серійний ультразвуковий прилад 1 видає на додатковий засіб 2 синхронізуючий імпульс, який поступає на формувач імпульсів управління 3. Формувач імпульсів управління 3 виробляє: синхронізуючий імпульс, затриманий у часі для запуску розгортки ультразвукового приладу 1;

імпульс тривалості високочастотного пакетного імпульсу, необхідного для живлення ЕМАП 7; два імпульси у вигляді меандрів, зміщених у часі один відносно одного на 180^0 ; імпульс пригнічення вільних коливань для блоку 4 та імпульс управління блоком 5 для збудження імпульсу струму живлення імпульсного магніту ЕМАП 7. Попередній посилювач 8 посилює прийняті ЕМАП 7 ультразвукові імпульси до рівня, що забезпечує ефективну роботу ультразвукового приладу.

Слід відзначити, що генератор високо-частотних пакетних імпульсів 6 може бути виконаний в різних відомих модифікаціях [5, 15-16]. ЕМАП 7 повинен використовувати для своєї роботи пакетні високочастотні імпульси, наприклад, як в роботах [5, 17]. В якості блока 4 пригнічення вільних коливань в ланцюгах і блоках додаткового засобу доцільно використати розробку, наведену в статті [18]. Дані щодо блоку живлення імпульсного магніту ЕМАП наведені в [14], а щодо попереднього посилювача 8 прийнятих ультразвукових імпульсів – в дисертації [5]. Можуть використовуватися також інші аналогічні блоки та пристрої.

Основним блоком додаткового пристрою є формувач 3 імпульсів управління, який був розроблений авторами. Його спрощена блок-схема наведена на рис. 2.

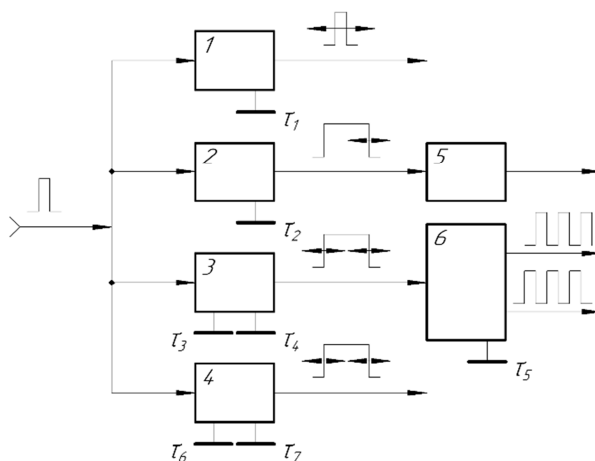


Рисунок 2 – Спрощена блок-схема формувача імпульсів формування та управління додаткового засобу

На рисунку 2 позначено: 1 – блок формування затриманого синхроімпульсу для запуску розгортки ультразвукового при-

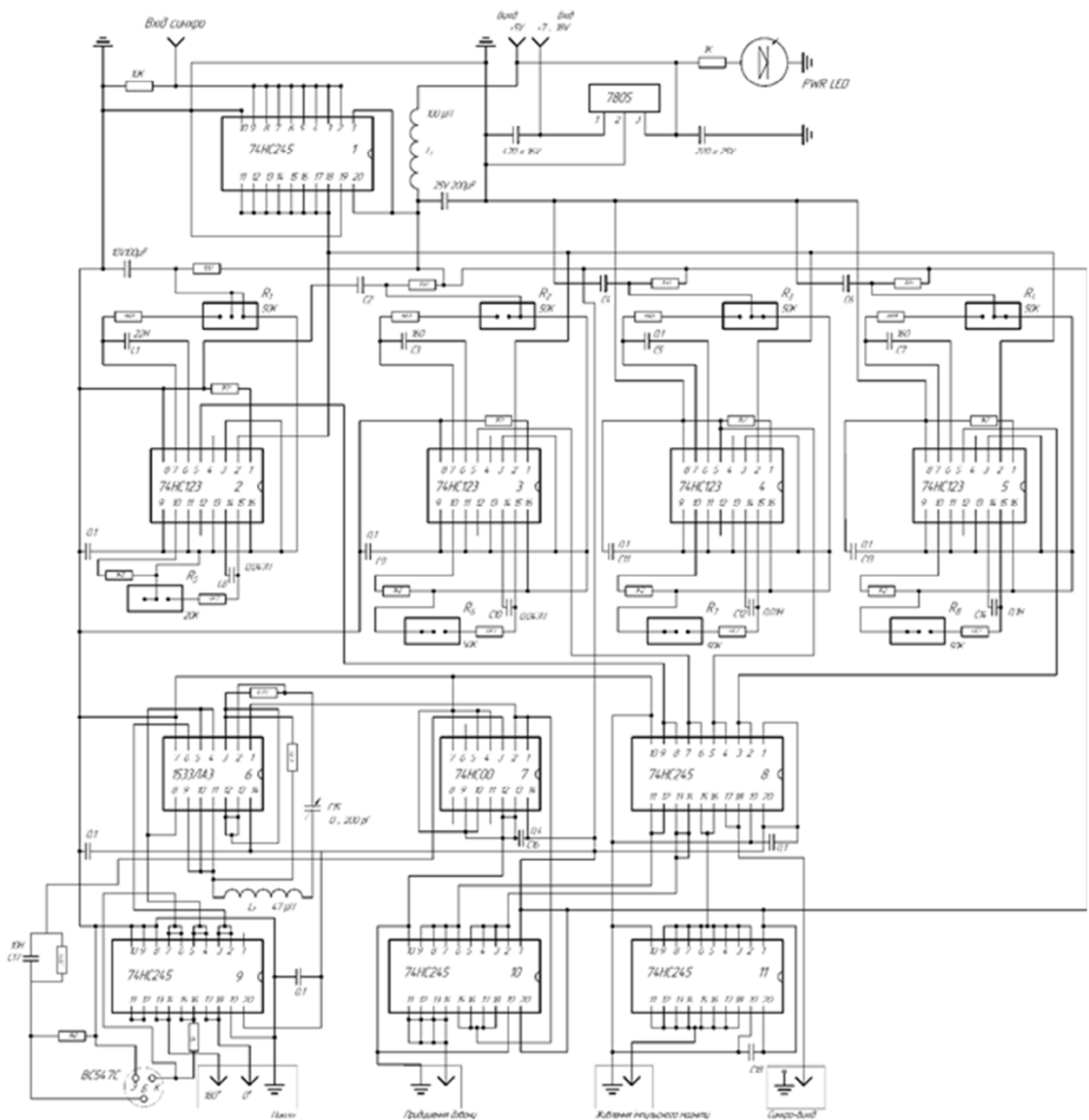


Рисунок 3 – Принципова електрична схема засобу для формування, управління та збудження імпульсів, необхідних для забезпечення роботи ультразвукового приладу

ладу за рис. 1, затримка якого встановлюється регулятором τ_1 ; 2 – блок формування імпульсу намагнічування, тривалість якого встановлюється регулятором τ_2 ; 3 – блок формування імпульсу тривалості пакетного імпульсу, яка визначається регулятором τ_3 , та його часового положення, яке визначається τ_3 ; 4 – блок формування імпульсу для пригнічення вільних коливань у ланцюгах і блоках додаткового засобу, тривалість якого визначається регулятором τ_5 , та його часового положення, яке визначається регулятором τ_6 ; 5 – посилювач потужності струму живлення імпульсного магніту;

6 – блок формування імпульсів у вигляді двох меандрів, зсунутих один відносно одного на 180°, з яких складається пакетний височастотний імпульс, частота заповнення якого встановлюється регулятором τ_6 .

На рис. 3. наведена розроблена авторами електрична принципова схема формувача імпульсів управління додаткового пристрою. Формувач імпульсів працює наступним чином. З ультразвукового приладу на мікросхему 1 надходить синхроімпульс

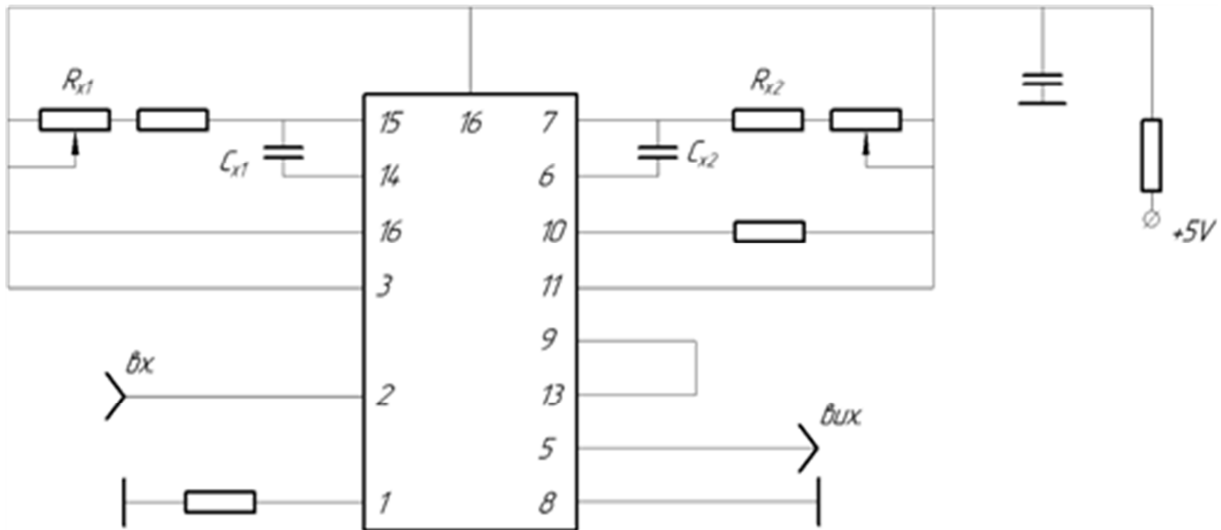


Рисунок 4 – Типова принципова електрична схема моностабільного мультивібратора з регулюванням часу включення і вимкнення імпульсу, що формується [14]

де він посилюється і передається на мікросхеми 2 – 5. На мікросхемах 2 – 5 виготовлені блоки 1 – 4 (рис. 2) за типовою схемою, наведеною на рис. 4. Надалі імпульси, що сформовані мікросхемами 2 – 5, посилюються.

За допомогою мікросхеми 6 (LC генератор) збуджуються, а потім з використанням мікросхем 6 та 9 виділяються по 2 послідовності меандрів з фазами 00 і 1800 відповідно.

Посилені мікросхемами 9 – 11 імпульси, сформовані блоками 1 – 4 (рис. 2), надходять на виходи формувача 3 за рис. 1.

Сформувати імпульси з часовою тривалістю та часовим положенням можна за типовою схемою, що наведена на рис. 4 [14].

В конкретному випадку блок, що відповідає рис. 4, виконаний за типовою схемою на базі мікросхеми 1533АГЗ без використання мікропроцесорної техніки, що обумовлено необхідністю виключення широкосмугових шумів від роботи тактових генераторів.

Регулювання переднього фронту імпульсу формування високочастотного сигналу (за необхідності) (рис. 4), виконується змінним опором R_{x1} , а заднього фронту – змінним опором R_{x2} .

Наведений на рис. 4. блок включається при надходженні синхронізуючого імпульсу тривалістю близько 1 мкс на вхід 2 мік-

росхеми. Отриманий в результаті імпульс формується на виході 5 мікросхеми.

Параметри сформованих імпульсів визначені експериментально на зразках з вуглецевих сталей і наведені в таблиці.

Зовнішній вигляд розробленого формувача імпульсів наведено на рис. 5.

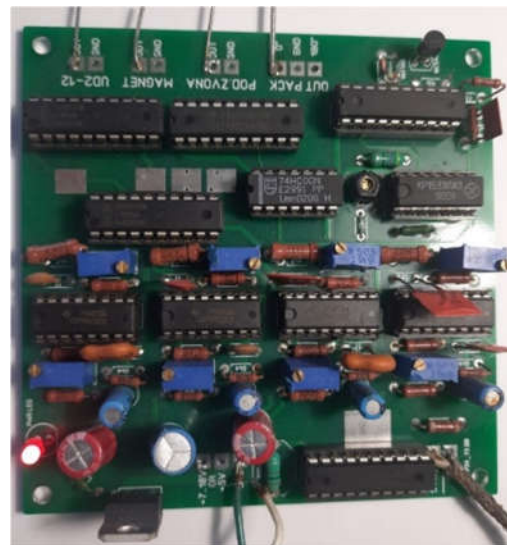


Рисунок 5 – Зовнішній вигляд виготовленого формувача імпульсів

Узагальнюючи викладене, технологічні операції та послідовність роботи ультразвукового приладу з додатковим засобом (технологічна карта) можливо представити наступним чином (рис. 6).

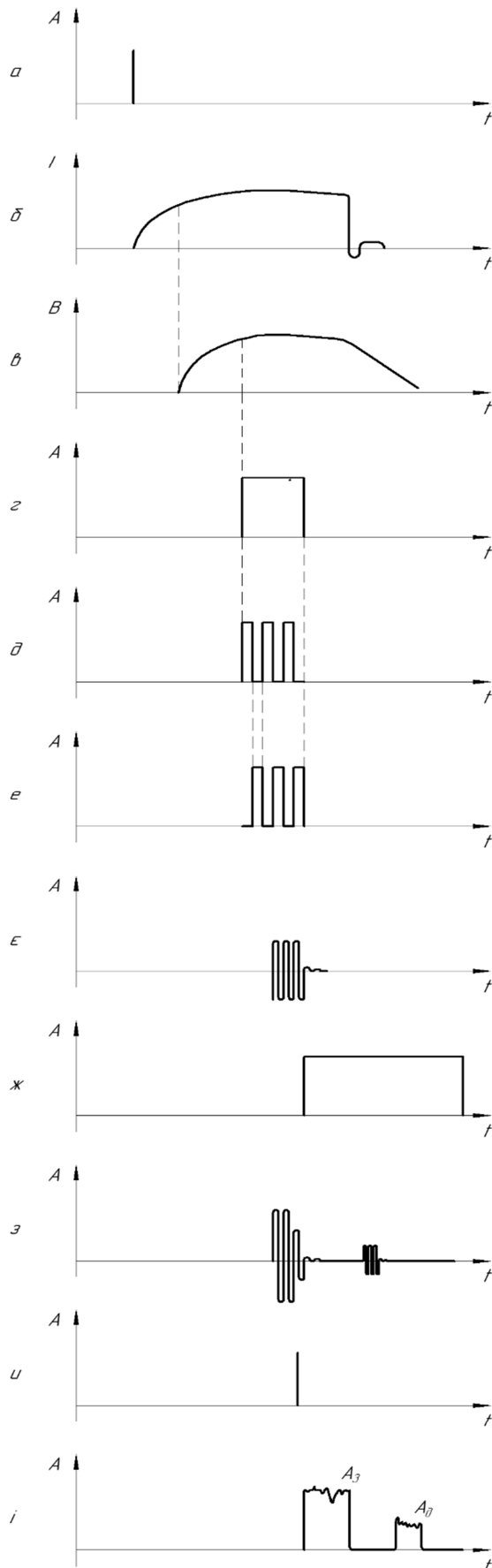


Рисунок 6 – Технологічна карта роботи ультразвукового приладу з додатковим засобом

На рис. 6 позначені: *a* – часова розгортка з синхроімпульсом, що формується ультразвуковим приладом; *б* – імпульс струму в імпульсному магніті; *в* – імпульс індукції магнітного поля, що створюється в поверхневому шарі феромагнітного металовиробу; *г* – імпульс тривалості пакетного високочастотного імпульсу; *д* – послідовність імпульсів для формування високочастотного пакету з фазою 00; *е* – послідовність імпульсів для формування високочастотного пакету з фазою 1800; *є* – високочастотний пакетний імпульс, наведений в ЕМАП; *ж* – імпульс пригнічення вільних коливань в елементах додаткового засобу; *з* – прийняті ЕМАП ультразвукові імпульси і посилені попереднім посилювачем; *и* – затриманий синхронізуючий імпульс, який запускає розгортку ультразвукового дефектоскопа; *і* – інформаційні імпульси на екрані дефектоскопа. *A* – напруга. *B* – індукція магнітного поля. *I* – струм. *A_з* – амплітуда зонduючого імпульсу. *A_д* – амплітуда імпульсу, відбитого дефектом з об'єму феромагнітного металовиробу.

Згідно з рис. 6 ультразвуковий прилад (рис. 1), формує синхроімпульс (розгортка *a*). В обмотці імпульсного магніту збуджується потужний струм (розгортка *б*), в результаті дії якого із затримкою, що залежить від матеріалу металовиробу, призводить до створення в поверхневому шарі феромагнітного металовиробу індукції магнітного поля (розгортка *в*). Після формування із затримкою, що залежить від матеріалу металовиробу, максимального значення індукції магнітного поля створюється імпульс тривалістю високочастотного пакетного імпульсу (розгортка *г*). В рамках дії цього імпульсу формуються дві послідовності (розгортки *д* і *е*), які необхідні для створення пакетного високочастотного імпульсу з заданою кількістю періодів заповнення (в прикладі наведено три періоди). Посилений пакетний імпульс збуджує в ЕМАП потужний зонduючий імпульс (розгортка *є*). Після завершення зонduючого імпульсу збуджується імпульс пригнічення вільних коливань (розгортка *ж*).

Прийняті з металовиробу ЕМАП ультразвукові імпульси посилюються до зада-

ної величини (розгортка *з*); після цього на ультразвуковий прилад з додаткового засобу подається другий затриманий синхронізований імпульс (розгортка *и*), який запускає розгортку *і* на екрані ультразвукового приладу. За параметрами прийнятих ультразвукових імпульсів визначають якість дослідженого об'єму металовиробу.

Висновки

Визначено та обґрунтовано необхідність розроблення універсального додаткового засобу до серійних ультразвукових приладів, що зменшить витрати на їх виготовлення та експлуатацію:

– показано, що в складі універсального додаткового засобу доцільно використати відомі ЕМАП, малозавадний посилювач прийнятих ультразвукових імпульсів, блок придушення вільних коливань в ланцюгах засобу;

– розроблено технологічну карту функціонування блоків універсального додаткового засобу разом з ультразвуковим приладом;

– розроблено блок формування імпульсів живлення пристроїв універсального додаткового засобу та управління їх роботою.

Подяки

Відсутні.

Конфлікт інтересів

Відсутній.

Список використаних джерел

1. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року : від 15.03.2006р. № 145-р. Розпорядження Кабінету Міністрів України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>
2. Закон України № 3715-VI від 05.12.2012 «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні». (Напрямок «Приладобудування, як основа високотехнологічного оновлення всіх галузей виробництва»).
3. Карпаш М.О., Рибіцький І.В., Котурбаш Т.Т., Бондаренко О.Г., Карпаш О.М.. К-21. Акустичний контроль конструкцій та устаткування у нафтогазовій галузі. Монографія. Видавництво: ІФНТУНГ. 2012. 420 с.
4. Сучков Г.М., Катасонов Ю.А., Гарькавий В.В. Возможности бесконтактных электромагнитных методов неразрушающего контроля качества труб. *Питання розвитку газової промисловості України. Вип. XXVIII. Діагностування трубопроводів, технологічного і енергомеханічного обладнання нафтової та газової промисловості. УкрНДІГаз*. 2000. С.102–109.
5. Десятиченко О.В. Електромагнітно-акустичний товщиномір для контролю металовиробів з діелектричними покриттями: дис. канд. техн. наук. Харків: НТУ «ХП», 2015. 172 с.
6. Сайт канадської фірми Innerspec [електронний ресурс]. URL: <https://www.innerspec.com/portable/emat-sensors> (Дата звернення: 19.09.2021).
7. Сучков Г.М. Розробка і впровадження технології безперервного автоматичного виявлення дефектів макроструктури об'ємно-зміцнених рейок безконтактним ультразвуковим методом: автореф. дис. канд. техн. наук. Харків: УкрНДІМет". 1988. 24 с. doi: 10.15407/techned2025.02.085
8. Сучков Г.М., Мигущенко Р.П., Плєснецов С.Ю., Плєснецов Ю.О., Курандо О.І., Алексієв А.Г., Борошенко О.М., Бутенко О.І., Рибалко А.О. Підвищення чутливості електромагнітно-акустичних перетворювачів для контролю, вимірювання і діагностики феромагнітних металовиробів за рахунок збільшення величини індукції магнітного поля (огляд). *Технічна електродинаміка*. 2025. № 2. С. 85-95. doi: 10.15407/techned2025.02.085
9. Суворова М.Д. Розробка намагнічувальних джерел для ЕМА перетворювачів на основі потужних постійних магнітів. *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: Електроенергетика та перетворювальна техніка. 2019. № 1. С. 63-73. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/b622d95b-faa3-4ee4-afce-ae6a33c54c67/content>

10. Донченко А.В., Мигущенко Р.П., Сучков Г.М., Кропачек О.Ю. Патент на корисну модель №156088. Накладний суміщений електромагнітно-акустичний перетворювач з імпульсним намагнічуванням для контролю феромагнітних металовиробів. Заявка №U202304534 від 25.05.2023 р. Опубл. 08.05.2024. Бюл. №19.
11. Heng Zhang, Shu-juan Wang, Guo-fu Zhai, Ri-liang Su. Design of bulk wave EMAT using a pulsed electromagnet. *IEEE Far East Forum on Nondestructive Evaluation/Testing (FENDT)*. Chengdu. China. 20-23 June 2014. doi: [10.1109/FENDT.2014.6928272](https://doi.org/10.1109/FENDT.2014.6928272)
12. Suzhen Liu, Ke Chai, Chuang Zhang, Liang Jin and Qingxin Yang. Electromagnetic Acoustic Detection of Steel Plate Defects Based on High-Energy Pulse Excitation. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10(16). doi: [10.3390/app10165534](https://doi.org/10.3390/app10165534)
13. Сайт компанії International Rectifier [електронний ресурс]. URL: <https://datasheetspdf.com/pdf/643573/InternationalRectifier/> (Дата звернення: 10.03.2023).
14. Сучков, Г. М., Кальницький, М. Е., Дмитренко, М. В. Бобров, О. Г. Універсальний стенд та обладнання для дослідження електромагнітно-акустичних перетворювачів з імпульсним джерелом поляризованого магнітного поля. *Методи та прилади контролю якості*. 2025. 1(54).С. 13-28. doi: [10.31471/1993-9981-2025-1\(54\)-13-28](https://doi.org/10.31471/1993-9981-2025-1(54)-13-28)
15. Plesnetsov S.Yu., Petrishchev O.N., Mygushchenko R.P. etc Powerful sources of pulse high-frequency electromechanical transducers for measurement, testing and diagnostics. *Electrical Engineering Electromechanics*. 2018. No 2. С. 31-35. doi: [10.20998/2074-272X.2018.2.05](https://doi.org/10.20998/2074-272X.2018.2.05)
16. Мигущенко Р.П., Сучков Г.М., Тараненко Ю.К. та інші. Генератори зондуючих імпульсів для живлення портативних електромагнітно – акустичних перетворювачів. *Методи та прилади контролю якості*. 2015. № 2 (35). С. 5-11. URL: <https://mpky.nung.edu.ua/index.php/mpky/article/view/267>
17. Буссі Салам. Електромагнітно-акустичні перетворювачі для ультразвукового контролю металовиробів. Дис. к.т.н. 2020. НТУ «ХПІ». 158 с.
18. Познякова М.Є. , Сучков Г.М. , Мигущенко Р.П. , Кропачек О.Ю. , Донченко А.В. Вдосконалення вимірювального ультразвукового електромагнітно-акустичного перетворювача. *Український метрологічний журнал*. 2023. № 1. с. 27-33. doi: [10.24027/2306-7039.1.2023.282540](https://doi.org/10.24027/2306-7039.1.2023.282540)

References

1. Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2030 roku : vid 15.03.2006r. № 145-r. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy - Rezhym dostupu: <http://zakon.rada.gov.ua> [in Ukrainian]
2. Zakon Ukrainy № 3715-VI vid 05.12.2012 «Pro prioritytni napriamy innovatsiinoi diialnosti v Ukraini», (Napriam «Pryladobuduvannia, yak osnova vysokotekhnolohichnoho onovlennia vsikh haluzei vyrobnytstva»). [in Ukrainian]
3. Karpash M.O., Rybitskyi I.V., Koturbash T.T., Bondarenko O.H., Karpash O.M.. K-21. Akustychnyi kontrol konstrukttsii ta ustatkovannia u naftohazovii haluzi. Monohrafiia. Vydavnytstvo: IFNTUNH. 2012. 420 p. [in Ukrainian]
4. Suchkov H.M., Katasonov Yu.A., Harkavyi V.V. Vozmozhnosity beskontaknykh elektromahnytnykh metodov nerazrushaiushcheho kontroliia kachestva trub. Pytannia rozvytku hazovoi promyslovosti Ukrainy. Vyp. KhKhVIII. Diahnostuvannia truboprovodiv, tekhnolohichnoho i enerh?-mekhanichnoho obladnannia naftovoi ta hazovoi promyslovosti. UkrNDIHaz. 2000. P.102–109. [in Ukrainian].
5. Desiatnichenko O.V. Elektromahnitno-akustychnyi tovshchynomir dlia kontroliu metalovyrobiv z dielektrychnymy pokryttiamy: dys. kand. tekhn. nauk. Kharkiv: NTU “KhPI”, 2015. 172 p.[in Ukrainian].
6. Sait kanadskoi firmy Innerspec [elektronnyi resurs] URL: <https://www.innerspec.com/portable/emat-sensors> (Data zvernennia: 19.09.2021). [in Ukrainian].
7. Suchkov H.M. Rozrobka i vprovadzhennia tekhnolohii bezperevnoho avtomatychnoho vyivlennia defektiv makrostruktury obiemno-zmitsnennykh reioz bezkontaktnym ultrazvukovym metodom: avtoref. dys. kand. tekhn. nauk. Kharkiv: UkrDNDIMet”. 1988. 24 p. doi: [10.15407/techned2025.02.085](https://doi.org/10.15407/techned2025.02.085) [in Ukrainian].

8. Suchkov H.M., Myhushchenko R.P., Pliesnetsov S.Iu., Pliesnetsov Yu.O., Kurando O.I., Aleksiiv A.H., Borodenko O.M., Butenko O.I., Rybalko A.O. Pidvyshchennia chutlyvosti elektromahnitno-akustychnykh peretvoriuvachiv dlia kontroliu, vymiriuvannia i diahnostyky feromahnitnykh metalovyrobiv za rakhunok zbilshennia velychyny induktsii mahnitnoho polia (ohliad). *Tekhnichna elektrodynamika*. 2025. № 2. P. 85-95. doi: [10.15407/techmed2025.02.085](https://doi.org/10.15407/techmed2025.02.085) [in Ukrainian].

9. Suvorova M.D. Rozrobka namahnichuvalnykh dzherel dlia EMA peretvoriuvachiv na osnovi potuzhnykh postiinykh mahnitiv. *Visnyk NTU «KhPI»*. Seriia: Elektroenerhetyka ta peretvoriuvalna tekhnika. № 1. 2019. P. 63-73. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/b622d95b-faa3-4ee4-afce-ae6a33c54c67/content> [in Ukrainian].

10. Donchenko A.V., Myhushchenko R.P., Suchkov H.M., Kropachek O.Iu. Patent na korysnu model №156088. Nakladnyi sumishchenyi elektromahnitno - akustychnyi peretvoriuvach z impulsnym namahnichuvanniam dlia kontroliu feromahnitnykh metalovyrobiv. Zaiavka № U202304534 vid 25.05.2023 r. Opubl. 08.05.2024. Biul. №19. [in Ukrainian].

11. Heng Zhang, Shu-juan Wang, Guo-fu Zhai, Ri-liang Su. Design of bulk wave EMAT using a pulsed electromagnet. *IEEE Far East Forum on Nondestructive Evaluation/Testing (FENDT)*. Chengdu. China. 20-23 June 2014. doi: [10.1109/FENDT.2014.6928272](https://doi.org/10.1109/FENDT.2014.6928272)

12. Suzhen Liu, Ke Chai, Chuang Zhang, Liang Jin and Qingxin Yang. Electromagnetic Acoustic Detection of Steel Plate Defects Based on High-Energy Pulse Excitation. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10(16). doi: [10.3390/app10165534](https://doi.org/10.3390/app10165534)

13. Sait kompanii International Rectifier [elektronnyi resurs]. URL: <https://datasheetspdf.com/pdf/643573/InternationalRectifier> (Data zvernennia: 10.03.2023). [in Ukrainian]

14. Suchkov H. M., Kalnytskyi M. E., Dmytrenko M. V. Bobrov O. H. Universalnyi stend ta obladnannia dlia doslidzhennia elektromahnitno-akustychnykh peretvoriuvachiv z impulsnym dzherelom poliaryzuiuchoho mahnitnoho polia. *Metody ta prylady kontroliu yakosti*. 2025. 1(54). P.13-28. doi: [10.31471/1993-9981-2025-1\(54\)-13-28](https://doi.org/10.31471/1993-9981-2025-1(54)-13-28) [in Ukrainian].

15. Pliesnetsov S.Yu., Petrishchev O.N., Mygushchenko R.P. etc Powerful sources of pulse high-frequency electromechanical transducers for measurement, testing and diagnostics. *Elektrotekhnika i Elektromekhanika*. 2018. № 2. p. 31-35. doi: [10.20998/2074-272X.2018.2.05](https://doi.org/10.20998/2074-272X.2018.2.05)

16. Myhushchenko R.P., Suchkov H.M., Taranenko Yu.K. ta insh. Heneratory zonduiuchykh impulsiv dlia zhyvlennia portatyvnykh elektromahnitno – akustychnykh peretvoriuvachiv. *Metody ta prylady*. 2015. № 2 (35). p.5-11. URL: <https://mpky.nung.edu.ua/index.php/mpky/article/view/267> [in Ukrainian].

17. Bussi Salam. Elektromahnitno – akustychni peretvoriuvachi dlia ultrazvukovoho kontroliu metalovyrobiv. *Dys. k.t.n.* 2020. NTU «KhPI». 158 p. [in Ukrainian].

18. Pozniakova M. Ie. , Suchkov H.M. , Myhushchenko R.P. , Kropachek O.Iu. , Donchenko A.V. Vdoskonalennia vymiriuvalnoho ultrazvukovoho elektromahnitno-akustychnoho peretvoriuvacha *Ukrainskyi metrolohichnyi zhurnal*. 2023. № 1. p. 27-33. doi: [10.24027/2306-7039.1.2023.282540](https://doi.org/10.24027/2306-7039.1.2023.282540) [in Ukrainian].

EXPANDING THE CAPABILITIES OF TRADITIONAL ULTRASONIC INSTRUMENTS FOR RESEARCH, MEASUREMENT, INSPECTION, AND DIAGNOSTICS

Kalnytskyi M. E.

Postgraduate student of the Department of Information and Measuring Technologies
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
61002, St. Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0000-5056-2085>
e-mail: kalnytsky94@gmail.com

Suchkov G. M.

Doctor of Technical Sciences, Professor
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
61002, St. Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1805-0466>
e-mail: hpi.suchkov@gmail.com

Migushchenko R. P.

Doctor of Technical Sciences, Professor
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
61002, St. Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3287-9772>
e-mail: mrp1@ukr.net

Kropachek O. Y.

Doctor of Technical Sciences, Professor
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
61002, St. Kirpychova, 2, Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5899-0252>
e-mail: kropachek@ukr.net

Abstract. The advantages of using electromagnetic–acoustic transducers (EMATs) for surface-quality control and internal-volume inspection of ferromagnetic metal products with longitudinal and transverse waves, as well as Rayleigh waves, are well known and widely applied. A portion of traditional contact ultrasonic flaw detectors, thickness gauges, and similar devices are typically equipped with EMATs based on permanent magnets, which have a number of significant drawbacks. Recently, EMATs using pulsed magnetic-field sources have been developed, which complicates the design of ultrasonic instruments and the technology of their application. At the same time, there is an acute need to adapt such ultrasonic instruments for the inspection of metal products manufactured from different materials. As a result, ultrasonic instruments with pulsed-magnetization EMATs turn out to be substantially more expensive and require individual setup when inspecting metal products made of different ferromagnetic materials. To address this problem, we propose the development of a universal add-on for traditional ultrasonic flaw detectors that enables inspection without the need for EMATs of an individual type. This work presents data on the development of a universal auxiliary device that allows the use of pulsed-magnetization EMATs to inspect ferromagnetic metal products made of any material, with correction of rational inspection parameters, such as: the use of packet ultrasonic pulses; setting the rational temporal position of magnetization pulses and the high-frequency pulse; and suppression of free oscillations in the circuits of the auxiliary device. Such a device can be used with most standard ultrasonic instruments, reducing the costs of their manufacture and operation.

Keywords: research, quality, inspection, measurement, diagnostics, ultrasonic, electromagnetic-acoustic, pulsed magnetization, ferromagnetic, metal product.