



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130937** (13) **C2**
(51) МПК (2026.01)

G01H 11/00

G01H 11/04 (2006.01)

G01H 5/00

G01N 29/24 (2006.01)

B01B 1/08 (2006.01)

G01N 29/34 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2025 01818	(72) Винахідник(и): Бабак Віталій Павлович (UA), Богачев Ігор Володимирович (UA), Ковтун Світлана Іванівна (UA), Куц Юрій Васильович (UA), Хайдуров Владислав Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки:	22.04.2025	(73) Володілець (володільці): ІНСТИТУТ ЗАГАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	18.06.2026	(74) Представник: ПЕШКОВА ІРИНА БОРИСІВНА
(41) Публікація відомостей про заявку:	01.10.2025, Бюл.№ 40	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 115699 C2, 11.12.2017 UA 104567 C2, 10.02.2014 UA 107629 C2, 26.01.2015 CN 102589403 B, 02.07.2014 CN 111729833 A, 02.10.2020 CN 101793492 A, 04.08.2010 SU 1758547 A1, 30.08.1992 US 9960341 B1, 01.05.2018 US 5159838 A, 03.11.1992
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	17.06.2026, Бюл.№ 24	

(54) МАЛОАПЕРТУРНИЙ МАГНІТОСТРИКЦІЙНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

(57) Реферат:

Винахід стосується ультразвукового неруйнівного контролю і може бути використаний для виявлення дефектів та визначення товщини об'єктів в ультразвукових дефектоскопах і товщиномірах. Перетворювач містить корпус, хвилевід з магнітострикційного матеріалу, котушку збудження на хвилеводі, ультразвукове дзеркало, з'єднане з корпусом, демпфер на кінці хвилеводу, постійний магніт на котушці збудження та узгоджуючий трансформатор на демпфері, вхідна обмотка якого з'єднана з котушкою збудження, а вихідна - є входом перетворювача. Додатково перетворювач оснащений двосекційною вимірювальною котушкою між котушкою збудження та демпфером, ідентичні секції якої з'єднані послідовно зустрічно на відстані половини довжини хвилі одна від одної, другим постійним магнітом на вимірювальній котушці та другим узгоджуючим трансформатором на демпфері. На приймальному кінці хвилеводу розміщена ізолююча діелектрична накладка. Технічним результатом винаходу є збільшення чутливості перетворювача завдяки подвоєнню рівня вихідного сигналу

UA 130937 C2

вимірювальної котушки, суттєвому зменшенню електромагнітних завад та можливості контролю об'єктів зі значною кривизною поверхні через апертуру діаметром до 1 мм і менше.



Винахід стосується неруйнівного ультразвукового контролю і може знайти застосування в ультразвукових дефектоскопах та товщиномірах.

Відомий ультразвуковий малоапертурний магнітострикційний перетворювач, що містить корпус, в якому розміщено хвилевод з магнітострикційного матеріалу, котушку збудження, розташовану на хвилеводі, ультразвукове дзеркало, з'єднане з корпусом і розташоване на приймаючому кінці хвилеводу, демпфер, розташований на протилежному кінці хвилеводу та постійний магніт, закріплений на котушці збудження (Патент України 104567, G01N29/00, 29/04, опубл. 10.10.13, Бюл. № 19).

Відомий ультразвуковий перетворювач не має у своєму складі елементів узгодження котушки збудження з електронною схемою, що знижує ефективність перетворення електричної енергії в пружну у прямому і зворотному напрямках, отже не може одночасно ефективно використовуватись і як збуджувач, і як приймач ультразвукової хвилі.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого винаходу є ультразвуковий малоапертурний магнітострикційний сенсор, що містить корпус, хвилевод з магнітострикційного матеріалу, котушку збудження, розташовану на хвилеводі, ультразвукове дзеркало, з'єднане з корпусом, демпфер, розташований на кінці хвилеводу, постійний магніт, закріплений на котушці збудження та узгоджувачий трансформатор, закріплений на демпфері, вхідна обмотка якого електрично з'єднана з котушкою збудження, а вихідна обмотка служить входом перетворювача (Патент України 115699, G01N29/00, 29/04, опубл. 11.12.17, Бюл. № 23).

Цей ультразвуковий сенсор має у своєму складі один узгоджувачий трансформатор, однак не може бути одночасно використаний і для приймання, і для збудження ультразвукових коливань внаслідок різних умов узгодження котушки збудження з генератором та підсилювачем прийнятих сигналів. Крім того, значний рівень завад в режимі приймання не дає змоги отримати високу чутливість сенсора. Це обумовлено тим, що котушка збудження разом з магнітострикційним хвилеводом являє собою антену для приймання електромагнітних хвиль.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення ультразвукового перетворювача шляхом оснащення хвилеводу двосекційною вимірювальною котушкою з постійним магнітом та другим узгоджувачим трансформатором, що дає змогу перетворювати прийняті хвилеводом пружні коливання у електричні сигнали з одночасним пригніченням дії електромагнітних завад, що дозволяє підвищити чутливість перетворювача.

Поставлена задача вирішується тим, що малоапертурний магнітострикційний перетворювач, який містить корпус, хвилевод з магнітострикційного матеріалу, котушку збудження, розташовану на хвилеводі, ультразвукове дзеркало, з'єднане з корпусом, демпфер, розташований на кінці хвилеводу, постійний магніт, закріплений на котушці збудження, та узгоджувачий трансформатор, закріплений на демпфері, вхідна обмотка якого з'єднана з котушкою збудження, а вихідна - є входом перетворювача, згідно з винаходом, додатково містить двосекційну вимірювальну котушку, розміщену на хвилеводі між котушкою збудження та демпфером, ідентичні секції якої з'єднані послідовно зустрічно і розташовані одна від одної на відстані половини довжини хвилі, другий постійний магніт, закріплений на вимірювальній котушці, та другий узгоджувачий трансформатор, закріплений на демпфері, вхідна обмотка якого з'єднана з вимірювальною котушкою, а вихідна - є виходом перетворювача.

2. Малоапертурний магнітострикційний перетворювач за п. 1, в якому на приймальному кінці хвилеводу встановлено ізолюючу діелектричну накладку.

Внаслідок послідовного зустрічного з'єднання двох секцій вимірювальної котушки наведені в них електрорушійні сили, що виникають внаслідок дії зовнішніх електромагнітних завад, компенсуються. Натомість прийняті хвилеводом ультразвукові хвилі завдяки рознесенню секцій вимірювальної котушки на відстань половини довжини хвилі у хвилеводі та їх послідовному зустрічному з'єднанню, створюють в котушці електрорушійну силу подвоєної величини, що забезпечує підвищення чутливості перетворювача.

Крім того згідно з п. 2 винаходу хвилевід оснащений ізолюючою діелектричною накладкою, яка, в разі контролю електропровідних об'єктів, ізолює останні електрично від хвилеводу і виключає можливість потрапляння на нього наведених в об'єкті електричних сигналів. Це додатково підвищує чутливість перетворювача в разі контролю електропровідних об'єктів.

Запропонований ультразвуковий малоапертурний магнітострикційний перетворювач зображений на рисунку 1, де 1 - корпус, 2 - ультразвукове дзеркало, 3 - перший постійний магніт, 4 - котушка збудження, 5 - хвилевід, 6 - другий постійний магніт, 7 - двосекційна вимірювальна котушка, 8, 9 - узгоджувачі трансформатори, 10 - демпфер, 11 - роз'єм, 12 - ізолююча діелектрична накладка.

Принцип роботи запропонованого перетворювача полягає в наступному. Вхідний змінний електричний сигнал частотою f надходить на котушку збудження і створює у

магнітострикційному хвилеводі внаслідок дії прямого ефекту магнітострикції (ефекту Джоуля) поздовжні акустичні хвилі. При встановленні перетворювача на об'єкт контролю в останній передається практично вся енергія хвилі. Це забезпечується тим, що акустичний імпеданс хвилеводу близький до акустичного імпедансу об'єкта контролю, а акустичний імпеданс

ультразвукового дзеркала значно відрізняється від акустичного імпедансу хвилеводу. Акустичний сигнал, який досягне другого кінця хвилеводу, поглинається демпфером. Після поширення в об'єкті контролю і відбиття від неоднорідностей ультразвукова хвиля повертається до хвилеводу, сприймається ним і поширюється у хвилеводі зі швидкістю $c = \lambda f$, де λ - довжина акустичної хвилі в матеріалі хвилеводу. Ці акустичні хвилі, згідно магнітопружного ефекту (ефекту Віллари), змінюють намагніченість матеріалу хвилеводу, внаслідок чого у вимірювальній котушці виникає змінна електрорушійна сила. Електричний сигнал з вимірювальної котушки потрапляє на вхідну обмотку другого узгоджуючого трансформатора, яка підключена до роз'єму перетворювача і є його виходом.

Узгоджуючі трансформатори розташовані поблизу котушки збудження та вимірювальної котушки, що забезпечує суттєве зниження втрати енергії електричного сигналу на підвідних проводах до вимірювальних приладів. Крім того, вихідний електричний імпеданс перетворювача збільшується в n^2 разів, де n - коефіцієнт трансформації узгоджуючого трансформатора, що майже повністю виключає втрати енергії електричного сигналу при його передачі до вимірювальних приладів.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Малоапертурний магнітострикційний перетворювач, який містить корпус, хвилевід з магнітострикційного матеріалу, котушку збудження, розташовану на хвилеводі, ультразвукове дзеркало, з'єднане з корпусом, демпфер, розташований на кінці хвилеводу, постійний магніт, закріплений на котушці збудження, та узгоджуючий трансформатор, закріплений на демпфері, вхідна обмотка якого з'єднана з котушкою збудження, а вихідна - є входом перетворювача, який відрізняється тим, що додатково містить двосекційну вимірювальну котушку, розміщену на хвилеводі між котушкою збудження та демпфером, ідентичні секції якої з'єднані послідовно зустрічно і розташовані одна від одної на відстані половини довжини хвилі, другий постійний магніт, закріплений на вимірювальній котушці, та другий узгоджуючий трансформатор, закріплений на демпфері, вхідна обмотка якого з'єднана з вимірювальною котушкою, а вихідна - є виходом перетворювача.

2. Малоапертурний магнітострикційний перетворювач за п. 1, в якому на приймальному кінці хвилеводу встановлено ізолюючу діелектричну накладку.

