



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116248** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 29/04** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

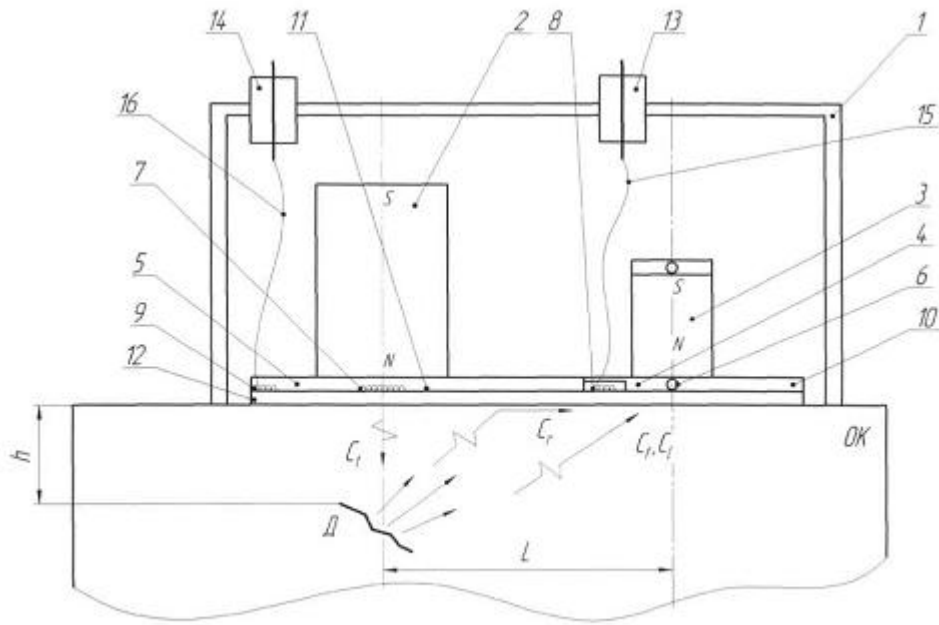
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2016 12502</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>08.12.2016</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.05.2017</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.05.2017, Бюл.№ 9</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Мигущенко Руслан Павлович (UA), Сучков Григорій Михайлович (UA), Петрищев Олег Миколайович (UA), Плеснецов Сергій Юрійович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</b></p>
---	--

**(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ РОЗДІЛЬНО-ПОЄДНАНИЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНО-АКУСТИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ФЕРОМАГНІТНИХ МЕТАЛОВИРОБІВ**

**(57) Реферат:**

Ультразвуковий роздільно-поєднаний електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю феромагнітних металовиробів має корпус та закріплені в ньому два джерела постійного магнітного поля, дві окремі плоскі високочастотні котушки індуктивності з робочими і неробочими ділянками, які розміщені в неелектропровідних неферомагнітних основах, одна, високочастотна котушка індуктивності, є збуджуючою, а друга - приймаючою, і протектор. Робоча ділянка збуджуючої високочастотної котушки індуктивності виконана в вигляді рядом розташованих в площині витків провідників і розміщена між полюсом першого джерела поляризуючого магнітного поля та металовиробом, а її неробоча ділянка - поза полюсом першого джерела поляризуючого магнітного поля. Робоча ділянка приймаючої високочастотної котушки індуктивності виконана у вигляді щільно упакованих провідників розміром менше довжини півхвилі акустичних коливань, які повинні збуджуватися в металовиробі, і розміщена між полюсом другого джерела поляризуючого магнітного поля та металовиробом, а її неробоча ділянка - поза полюсом другого джерела поляризуючого магнітного поля.

**UA 116248 U**



Фиг. 1

Корисна модель належить до засобів неруйнівного контролю і може бути використана для виявлення дефектів в поверхневих шарах феромагнітних металовиробів за допомогою ультразвукових імпульсів.

Відомі безконтактні електромагнітно-акустичні (ЕМА) перетворювачі (ЕМАП) [1] для збудження та прийому ультразвукових імпульсів різного типу, характеристики яких залежать від його конструкції. Оскільки об'єкт контролю (ОК) приймає безпосередню участь в збудженні і прийомі акустичних імпульсів, то його характеристики також слід враховувати при конструюванні ЕМАП. Металевий корпус ЕМА перетворювача виконує роль електромагнітного екрана, що в комплексі з іншими елементами конструкції підвищує завадостійкість і міцність конструкції. Важливою частиною перетворювача є джерело магнітного поля (ДМП) та джерело електромагнітного поля. Електромагнітне поле отримують завдяки електричним імпульсам струму, що протікають через плоску високочастотну котушку індуктивності (індуктор). Збудження і прийом акустичних хвиль реалізують шляхом використанням нормального до поверхні ОК магнітного і електромагнітного полів, формуючи в поверхневому шарі ОК поперечні ультразвукові коливання необхідної частоти. Недоліком даного ЕМАП є наявність неконтрольованого шару металу, що може приводити до пропуску дефектів і, в результаті, до неправильної оцінки якості ОК.

Найбільш близьким до запропонованого є ЕМА перетворювач [2], що складається з корпусу, протектора, з'єднувачів, плоского індуктора, виконаного з тонких провідників, над яким розміщено ДМП, що дає можливість формувати в поверхневому шарі феромагнітного виробу нормальне магнітне поле. Такий ЕМАП збуджує і приймає поперечні ультразвукові хвилі, довжина яких коротка, що дає можливість зменшити неконтрольовану поверхневу зону металу.

Недоліком такого ЕМАП є те, що при збудженні індуктора імпульсом високочастотного струму певної частоти, в ЕМА перетворювачі та в елементах ультразвукового дефектоскопа виникають перехідні процеси, які не дозволяють приймати з виробу імпульси відбиті від дефектів на протязі деякого часу. В результаті певний поверхневий шар металу залишається неконтрольованим, що може призвести до неправильної оцінки якості ОК.

В основу корисної моделі поставлена задача створити ЕМА перетворювач, нове виконання якого дозволило б забезпечити виявлення дефектів металу по всій товщині поверхневого шару ОК.

Поставлена задача вирішується тим, що має корпус та закріплені в ньому два джерела постійного магнітного поля, дві окремі плоскі високочастотні котушки індуктивності з робочими і неробочими ділянками, які розміщені в неелектропровідних неферомагнітних основах, одна, високочастотна котушка індуктивності, є збуджуючою, а друга - приймаючою, і протектор, згідно з корисною моделлю, робоча ділянка збуджуючої високочастотної котушки індуктивності виконана в вигляді рядом розташованих в площині витків провідників і розміщена між полюсом першого джерела поляризованого магнітного поля та металовиробом, а її неробоча ділянка - поза полюсом першого джерела поляризованого магнітного поля, робоча ділянка приймаючої високочастотної котушки індуктивності виконана у вигляді щільно упакованих провідників розміром менше довжини півхвилі акустичних коливань, які повинні збуджуватися в металовиробі, і розміщена між полюсом другого джерела поляризованого магнітного поля та металовиробом, а її неробоча ділянка - поза полюсом другого джерела поляризованого магнітного поля, при цьому відстань L між робочою ділянкою збуджуючої високочастотної котушки індуктивності і робочою ділянкою приймаючої високочастотної котушки індуктивності визначається виразом

$$L \geq 1,2 \cdot C_r \cdot (t_3 + t_p),$$

де  $C_r$  - швидкість розповсюдження ультразвукової поверхневої хвилі Релея;

$t_3$  - тривалість зондування ультразвукового імпульсу;

$t_p$  - тривалість перехідних процесів після впливу зондування імпульсу на елементи приладу

контролю.

На кресленні наведена схематичне зображення ультразвукового роздільно-поєднаного електромагнітно-акустичного перетворювача для контролю феромагнітних металовиробів та його розміщення на ОК.

На кресленні позначені елементи ЕМАП: 1 - корпус; 2 - перше джерело постійного поляризованого магнітного поля; 3 - друге джерело поляризованого постійного магнітного поля; 4 - приймаюча високочастотна котушка індуктивності з робочою 6 та неробочою 8 ділянками; 5 - збуджуюча високочастотна котушка індуктивності з робочою 7 та неробочою 9 ділянками; приймаюча високочастотна котушка 4 індуктивності розміщена в неелектропровідній неферомагнітній основі 10; збуджуюча високочастотна котушка 5 індуктивності розміщена в

неелектропровідній неферромагнітній основі 11; 12- протектор; 13 і 14 - з'єднувачі; 15 і 16 - з'єднувальні провідники; ОК - об'єкт контролю.

ЕМАП функціонує наступним чином. ЕМАП, який має корпус 1, розташовують на поверхні ОК, як це зображено на фіг. 1 так, щоб протектор 12 прилягав до поверхні ОК, захищаючи елементи ЕМАП від пошкоджень. Джерело 2 постійного поляризованого магнітного поля створює в поверхневому шарі ферромагнітного ОК поляризоване магнітне поле, силові лінії якого нормальні його поверхні. Імпульси високочастотного струму живлять високочастотну котушку 5 через роз'єм 14 і провідник 16, яка відповідно генерує електромагнітне поле. Взаємодія електромагнітного поля і магнітного поля в поверхневому шарі ОК проходить тільки під полюсом джерела 2 постійного поляризованого магнітного поля, під яким розташована робоча ділянка 7 високочастотної котушки 5 і не проходить під неробочою ділянкою 9 високочастотної котушки 5. В результаті, в ОК збуджуються акустичне поле імпульсів поперечних хвиль, які розповсюджуються нормально поверхні вглиб виробу зі швидкістю  $C_r$ . Основа 10 виготовлена з неелектропровідного і неферромагнітного матеріалу і необхідна для фіксації високочастотних котушок 4 і 5.

Якщо в зоні збудженого акустичного поля буде знаходитися дефект Д, то за рахунок дифракції на його поверхні будуть збуджені хвилі різних типів. В результаті в поверхневому шарі металу ОК під полюсом другого джерела 3 поляризованого постійного магнітного поля з'являються три типи хвиль: поверхнева (Релея) зі швидкістю розповсюдження  $C_r$ , поперечна зі швидкістю розповсюдження  $C_t$  та поздовжня, зі швидкістю розповсюдження  $C_l$ . Взаємодія вказаних хвиль з магнітним полем другого джерела 3 збудить над поверхнею металу ОК електромагнітне поле. Це поле наведе ЕРС в робочій ділянці 6 приймаючої високочастотної котушки 4 індуктивності і не наведе ЕРС в робочій ділянці 8 приймаючої високочастотної котушки 4 індуктивності. Виконання робочої ділянки 6 приймаючої високочастотної котушки 4 індуктивності у вигляді щільно упакованих провідників розміром менше довжини півхвилі акустичних коливань, які повинні збуджуватися в металовиробі, гарантує прийом сигналів з максимальною амплітудою. Прийнятий імпульс, який несе інформацію про наявність дефекту Д і його характеристики, через провідник 15 поступає на з'єднувач 13. Відстань L між робочою ділянкою 7 збуджуючої високочастотної котушки 5 індуктивності і робочою ділянкою 6 приймаючої високочастотної котушки 4 індуктивності визначається виразом

$$L \geq 1,2 \cdot C_r \cdot (t_z + t_p),$$

де  $C_r$  - швидкість розповсюдження ультразвукової поверхневої хвилі Релея;

$t_z$  - тривалість зондування ультразвукового імпульсу;

$t_p$  - тривалість перехідних процесів після впливу зондування імпульсу на елементи приладу

контролю.

При такому встановленні величини L імпульс, який несе інформацію про дефект Д, з'являється в часовій площині після закінчення перехідних процесів в елементах дефектоскопа і буде обов'язково зареєстрований приладом контролю. Експериментально встановлено, що розроблений ЕМАП гарантує виявлення дефектів, які знаходяться на глибинах 0...30 мм від поверхні ОК.

Технічним результатом корисної моделі є те, що перетворювач даної конструкції, в порівнянні з традиційними, забезпечує виявлення дефектів в поверхневому шарі металу, починаючи з поверхні ОК.

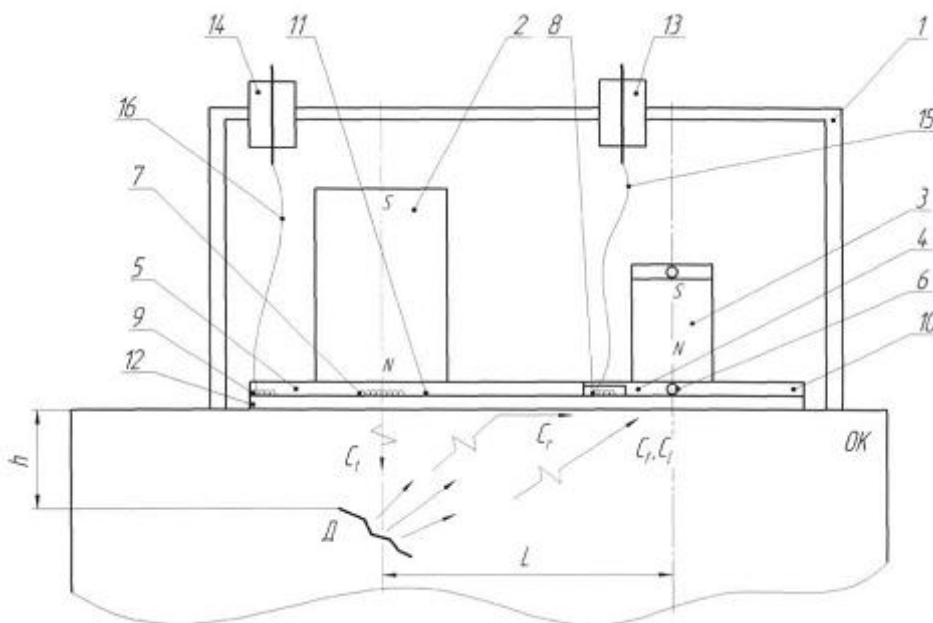
Джерела інформації:

1. Комаров В.А. Квазистационарное электромагнитно-акустическое преобразование в металлах / В.А. Комаров. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. - 235 с.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под ред. В.В. Клюева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. - М.: Машиностроение, 2004. - 864 с.

## 50 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Ультразвуковий роздільно-поєднаний електромагнітно-акустичний перетворювач для контролю ферромагнітних металовиробів, що має корпус та закріплені в ньому два джерела постійного магнітного поля, дві окремі плоскі високочастотні котушки індуктивності з робочими і неробочими ділянками, які розміщені в неелектропровідних неферромагнітних основах, одна, високочастотна котушка індуктивності, є збуджуючою, а друга - приймаючою, і протектор, який **відрізняється** тим, що робоча ділянка збуджуючої високочастотної котушки індуктивності виконана в вигляді рядом розташованих в площині витків провідників і розміщена між полюсом першого джерела поляризованого магнітного поля та металовиробом, а її неробоча ділянка -

- поза полюсом першого джерела поляризованого магнітного поля, робоча ділянка приймаючої високочастотної котушки індуктивності виконана у вигляді щільно упакованих провідників розміром менше довжини півхвилі акустичних коливань, які повинні збуджуватися в металовиробі, і розміщена між полюсом другого джерела поляризованого магнітного поля та металовиробом, а її неробоча ділянка - поза полюсом другого джерела поляризованого магнітного поля, при цьому відстань  $L$  між робочою ділянкою збуджуючої високочастотної котушки індуктивності і робочою ділянкою приймаючої високочастотної котушки індуктивності визначається виразом
- $$L \geq 1,2 \cdot C_r \cdot (t_3 + t_p),$$
- де  $C_r$  - швидкість розповсюдження ультразвукової поверхневої хвилі Релея;  
 $t_3$  - тривалість зондуючого ультразвукового імпульсу;  
 $t_p$  - тривалість перехідних процесів після впливу зондуючого імпульсу на елементи приладу контролю.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601