



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60751 (13) U
(51) МПК
G01N 27/90 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВИХРОСТРУМОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЮ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ФЕРОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) u201015087

(22) 15.12.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) УЧАНІН ВАЛЕНТИН МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ.
Г.В.КАРПЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ

(57) 1. Вихрострумний перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів, що складається з індуктивних обмоток, магніту для створення постійного поля намагнічування матеріалу зони контролю і корпусу, який **відрізняється** тим, що в конструкцію перетворювача введено додатковий магніт і магнітний екран, основний і додатковий магніти, орієнтовані відносно робочої поверхні перетворювача протилежними полюсами і розміщені на рівній відстані з протилежних сторін відносно осі перетворювача, магнітний екран розміщено між індуктивними обмотками і магнітами.

2. Вихрострумний перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів за п. 1, який **відрізняється** тим, що основний і додатковий магніти мають форму прямокутного паралелепіпеда.

3. Вихрострумний перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що на кінцях магнітів зі сторони робочої поверхні перетворювача розмі-

щено додатково два концентратори магнітного потоку у формі зрізаного прямокутного паралелепіпеда, основа якого прилягає до робочого полюса магнітів, бічна зрізана грань концентраторів розташована з зовнішніх сторін перетворювача, а друга бічна грань концентратора лежить з внутрішньою гранню магніту в одній площині.

4. Вихрострумний перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів за п. 1, який **відрізняється** тим, що основний і додатковий магніти виконані у формі зрізаного прямокутного паралелепіпеда і встановлені таким чином, що бічна зрізана грань магнітів розташована з зовнішньої сторони відносно осі перетворювача, кожний магніт встановлений з однаковим нахилом в сторону, протилежну від осі перетворювача, таким чином, що бічна зрізана грань магніту співпадає з площиною робочої поверхні перетворювача.

5. Вихрострумний перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів за пп. 1, 4, який **відрізняється** тим, що магнітний екран виконаний у вигляді тіла обертання з осьовим круговим отвором, в якому розташовані обмотки перетворювача, а зовнішня поверхня має форму конуса.

6. Вихрострумний перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів за п. 1, який **відрізняється** тим, що обмотки вихрострумного перетворювача розміщені на феритових осердях.

Корисна модель до методів вихрострумного контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів і може бути використаний, наприклад, для дефектоскопії в енергетиці, нафтогазовій, хімічній промисловості тощо.

Відомий вихрострумний перетворювач, що складається із обмоток збудження і вимірювальних обмоток, які розташовані на феритових осердях. Відомі вихрострумні перетворювачі забезпечують високу чутливість до дефектів у виробках із неферомагнітних матеріалів або феромагнітних матеріалів з однорідними магнітними властивостями в різних зонах виробу [1].

Недоліком відомого вихрострумного перетворювача є невисока достовірність і чутливість контролю виробів із феромагнітних матеріалів через сильні завади, пов'язані з неоднорідністю магнітних властивостей феромагнітних матеріалів або неоднорідною залишковою намагніченістю в різних зонах виробу.

Відомий вихрострумний перетворювач для контролю труб із феромагнітних матеріалів, обмотки якого є концентричними відносно поверхні контрольованої труби. Для зменшення впливу неоднорідності магнітних властивостей перетворювач

(13) U

(11) 60751

(19) UA

забезпечений постійним магнітом для підмагнічування зони контролю [2].

Недоліком відомого вихрострумowego перетворювача є неможливість контролю виробів, які не мають форму труби, наприклад ділянок конструкцій з плоскою поверхнею або великим радіусом кривизни.

Відомий накладний вихрострумowy перетворювач для контролю феромагнітних матеріалів з вимірювальною і збуджувальною обмотками, які розташовані на феромагнітних осердях [3]. Перетворювач має в складі обмотку намагнічування, за допомогою якої зону контролю доводять до стану технічного насичення, що стабілізує умови контролю.

Недоліком відомого вихрострумowego перетворювача є ускладнення конструкції апаратури контролю, яка повинна мати в складі потужне джерело постійного струму. Крім того, для доведення контрольованого матеріалу до стану технічного насичення необхідно до матеріалу прикласти досить великі магнітні поля. Це можливо або за великої кількості витків обмотки, що збільшує розміри перетворювача, або при використанні великих постійних струмів, що може призвести до нагріву перетворювача. Нагрів перетворювача може призводити до втрати властивостей феритових осердь. У відомій конструкції магнітний потік обмотки намагнічування проходить безпосередньо через феритові осердя, що також призводить до погіршення їх властивостей і зменшення чутливості перетворювача.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є вихрострумowy перетворювач для контролю феромагнітних матеріалів, який містить обмотку збудження і, розташовані на її торцях, вимірювальну і компенсаційну обмотки, які включені диференційно. Розташуванням компенсатора відносно вимірювальної і компенсаційної обмоток досягають високого рівня компенсації первинного поля обмотки збудження. Всі обмотки вихрострумowego перетворювача охоплено циліндричним магнітом для створення постійного поля намагнічування в зоні контролю.

Недоліком відомого вихрострумowego перетворювача для контролю феромагнітних матеріалів є невисока чутливість через неможливість використання обмоток з феритовими осердями, що можна пояснити впливом постійного магнітного поля, так як постійне поле кільцевого магніту діє безпосередньо на обмотки перетворювача. Крім того форма магніту у відомому перетворювачі ускладнює формування високого рівня поля намагнічування в зоні контролю.

Метою запропонованого способу є збільшення достовірності і чутливості контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів в умовах неоднорідності магнітних властивостей за рахунок зменшення впливу поля намагнічування на осердя обмоток перетворювача.

Мета досягається тим, що у вихрострумowy перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів, який складається із індуктивних обмоток, магніту для створення постійного поля намагнічування матеріалу зони контролю і

корпусу, введено додатковий магніт і магнітний екран. Основний і додатковий магніти орієнтовані відносно робочої поверхні перетворювача протилежними полюсами і розміщені на рівній відстані з протилежних сторін відносно осі перетворювача, а магнітний екран розміщено між індуктивними обмотками і магнітами.

Основний і додатковий магніти можуть мати форму прямокутного паралелепіпеда. При цьому, на кінцях магнітів зі сторони робочої поверхні перетворювача можуть бути розміщені два додаткових концентратори магнітного потоку в формі зрізаного прямокутного паралелепіпеда, основа якого прилягає до робочого полюсу магнітів. Бічна зрізана грань концентраторів розташована з зовнішніх сторін перетворювача, а друга бічна грань концентратора лежить в одній площині з внутрішньою гранню магніту.

Основний і додатковий магніти можуть бути виконаними також у формі зрізаного прямокутного паралелепіпеда і встановлені таким чином, що бічна зрізана грань магніту розташована з зовнішньої сторони відносно осі перетворювача. При цьому кожний магніт встановлений з однаковим нахилом в сторону, протилежну від осі перетворювача таким чином, що бічна зрізана грань магніту співпадає з площиною робочої поверхні перетворювача. Магнітний екран в цьому випадку може бути виконаний у вигляді тіла обертання з осьовим круговим отвором, в якому розташовані обмотки перетворювача, а зовнішня поверхня має форму конуса.

Обмотки вихрострумowego перетворювача можуть бути розміщені на феритових осердях.

На фіг. 1 представлено запроповану конструкцію вихрострумowego перетворювача для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів з магнітами у формі паралелепіпеда і концентраторами у формі зрізаного паралелепіпеда.

На фіг. 2 представлено варіант виконання запропонованого вихрострумowego перетворювача з нахиленими магнітами і концентраторами у формі конусу.

Запропонований вихрострумowy перетворювач складається із феритового осердя 1 з індуктивними обмотками 2, розташованими якнайближче до робочої поверхні 3 перетворювача (фіг. 1). По обидва боки на рівній відстані від осі перетворювача і його обмоток 2 розташовано два магніти 4 і 5, які встановлено на робочу поверхню 3 перетворювача протилежними полюсами (різні полюси магнітів позначено на фіг. 1 і 2 знаками «S» і «N»). Магніти можуть бути виконані із сучасних магнітних матеріалів, які дозволяють створювати високі рівні магнітного поля, наприклад матеріали на основі інтерметалічних сполук «самарій-кобальт» [5]. На ближчих до робочої поверхні перетворювача кінцях магнітів встановлені концентратори 6 і 7 у вигляді зрізаних паралелепіпедів. Між обмотками 2 перетворювача і магнітами 4 і 5 розташовано магнітний екран 8. Магнітний екран 8 може бути виконаний із матеріалів з високими магнітними (висока магнітна проникність і індукція насичення) і механічними властивостями, наприклад карбонільного або технічно чистого заліза [5]. Під час кон-

тролю перетворювач встановлюють робочою поверхню 3 на поверхню контрольованої конструкції 9. Магніти можуть бути виконані у формі прямокутного паралелепіпеда (фіг. 1) або у формі зрізаного прямокутного паралелепіпеда (фіг. 2). У варіанті на фіг. 2 кожний магніт 4 і 5 встановлений з однаковим нахилом в сторону, протилежну від осі перетворювача таким чином, що бічна зрізана грань магніту співпадає з площиною робочої поверхні 3 перетворювача. В цьому випадку магнітний екран 8 може бути виконаний у вигляді конусу (фіг. 2), в осьовому отворі якого розміщено індуктивні обмотки перетворювача. Всі елементи перетворювача розміщено в корпусі 10 і зафіксовано за допомогою компаунду (не показано).

Розглянемо роботу запропонованого вихрострумового перетворювача. При встановленні перетворювача робочою поверхню 3 на конструкцію 9 змінне електромагнітне поле обмоток вихрострумового перетворювача взаємодіє з контрольованим матеріалом і в його об'ємі збуджуються вихрові струми. За допомогою обмоток перетворювача реєструється електромагнітне поле вихрових струмів, яке несе інформацію про контрольовану конструкцію, зокрема про наявність дефектів. Одночасно, зона контролю намагнічується постійним магнітним полем за допомогою магнітів 4 і 5. В залежності від поставленої задачі вибирають різний рівень намагнічування. Це може бути намагнічування до стану технічного насичення, що призводить до переведення феромагнітного матеріалу в немагнітний стан. Такий стан необхідний для збільшення глибини контролю за рахунок зменшення скін-ефекту або для зменшення впливу неоднорідності магнітних властивостей матеріалу. В інших випадках матеріал намагнічується до ненасиченого стану, який характеризують більшим або максимальним значенням магнітної проникності, що призводить до збільшення чутливості контролю при виявленні дефектів. За рахунок запропонованого розташування магнітів 4 і 5 намагнічується переважно зона контролю між їхніми полюсами. За такого виконання магнітної системи і

наявності магнітних екранів постійне магнітне поле практично не впливає на феритові осердя 1 перетворювача. Використання феритових осердь 1 забезпечує вищі параметри чутливості індуктивних обмоток 2 перетворювача. Варіант виконання магнітів 4 і 5 і магнітного екрану 8 у варіанті на фіг. 2 ще більше зменшує вплив постійного магнітного поля на індуктивні обмотки в порівнянні з варіантом на фіг. 1.

Запропонований вихрострумовий перетворювач для контролю конструкцій із феромагнітних матеріалів забезпечує збільшення чутливості і достовірності контролю за рахунок зменшення завад через неоднорідність магнітних властивостей матеріалу і використання обмоток з феритовими осердями. Крім того, використання обмоток з феритовими осердями дозволяє зменшити розміри індуктивних обмоток при збільшенні їх чутливості.

1. А.с. 1767409 СССР, МКИ G01N27/90. Вихретоковый преобразователь / В.Н. Учанин, Ю.С. Грабский (СССР). - № 4869272/28; Заявлено 19.07.90; Опубл. 07.10.92, Бюл. №37. - 3 с.

2. Патент 5117182 США. МКИ G01N27/90. Ferromagnetic eddy current probe having multiple levels of magnetization / V. Cecco, J.R. Carter (Canada). - № 535521; Заявл. 08.06.1990; Опубл. 26.05.1992; НКИ 324/220. - 7 с.

3. А.с. 926587 СССР. МКИ GO IN 27/90. Накладной электромагнитный преобразователь / Н.Н. Зацепин, В.Ф. Кунцевич (СССР). - № 2987487/25-28; Заявлено 26.09.80; Опубл. 07.05.82, Бюл. № 17. - 6 с.

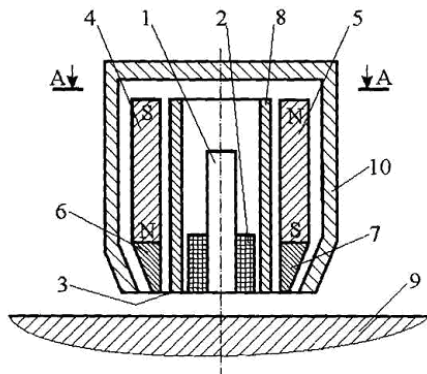
4. А.с. 508735 СССР. МКИ² G01n27/86. Электромагнитный преобразователь для неразрушающего контроля ферромагнитных материалов / Н.Н. Зацепин, Н.О. Гусак, А.В. Чернышев (СССР). - № 2016136/25-28; Заявлено 17.04.74; Опубл. 30.03.76, Бюл. № 12. - 3 с.

5. Постоянные магниты: Справочник / Альтман А.Б., Герберг А.Н., Гладышев П.А. и др.; под ред. Ю.М. Пятина. - 2-е изд. - М.: Энергия, 1980. - 488с.

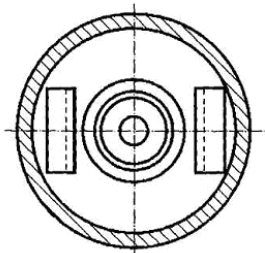
7

60751

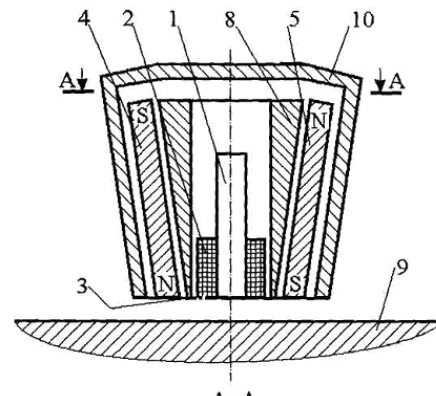
8



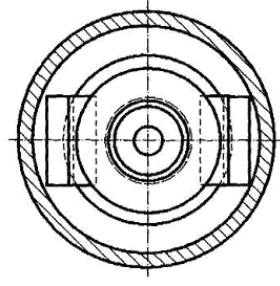
A-A



Фиг. 1



A-A



Фиг. 2