



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57134 (13) U
(51) МПК
G01R 19/08 (2011.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ВІДНОСНОГО РОЗПОДІЛУ ЩІЛЬНОСТІ СТРУМУ В ПРОВІДНИКУ

1

2

(21) u201009413

(22) 27.07.2010

(24) 10.02.2011

(46) 10.02.2011, Бюл.№ 3, 2011 р.

(72) БАТИГІН ЮРІЙ ВІКТОРОВИЧ, БОНДАРЕНКО
ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ, ХАВІН ВАЛЕРІЙ ЛЬВО-
ВИЧ, АВТОНОМОВА ЛЮДМИЛА ВОЛОДИМИРІВ-
НА(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"(57) Спосіб вимірювання відносного розподілу
щільності струму в провіднику, який полягає у ви-
мірюванні параметрів струму за допомогою поясу
Роговського, охоплюючого перешийок, утворений

двома отворами, виконаними в провіднику, який відрізняється тим, що в отвори на всю глибину провідника встановлюють два електроди, між якими вимірюють падіння напруги, а відносний розподіл щільності струму визначають із співвідношення:

$$\frac{J_i}{J_6} = \frac{U_i}{U_6},$$

де U_i, J_i - падіння напруги між електродами і щільність струму на i -ій ділянці спостереження, U_6, J_6 - падіння напруги між електродами і щільність струму на базовій ділянці.

Корисна модель відноситься до області електричних вимірювань і може знайти застосування при дослідженні та фізичному моделюванні електромагнітних полів плоскої або плоскомеридіанної структури пристроїв, які призначені для високочастотного нагріву деталей, магнітно-імпульсної обробки металів і інших електротехнічних технологічних процесів.

Відомі способи вимірювання розподілу щільності струму в провіднику [1-4].

Суть способу визначення розподілу відносної поверхневої щільності струму [1] полягає у вимірюванні ЕДС, індукованої в поясі Роговського, який охоплює досліджуваний провідник, і в індукційному датчику, що знаходиться в досліджуваній точці. По набутих значеннях розрахунковим шляхом визначають відносну поверхневу щільність струму.

Недоліком способу, описаного в роботі [1], є наявність різкого скін-ефекту в досліджуваному провіднику, тобто тільки високочастотний діапазон вимірюваних струмів.

Спосіб вимірювання, описаний в роботі [2], базується на застосуванні електродів, які встановлюються в задані точки вимірювання рідкометалевого провідника.

Недоліком способу, описаного в роботі [2], є обмежений високочастотний діапазон вимірюваних струмів і застосування рідкометалевих провідників.

Суть способу вимірювання щільності струму в провіднику, описаного в роботі [3], полягає у вимірюванні падіння напруги між двома електродами, які контактують з поверхнею досліджуваного провідника.

Недоліком способу, описаного в роботі [3], є можливість вимірювання тільки поверхневої щільності струму, оскільки контакт між досліджуваним провідником і вимірювальною системою здійснюється в двох точках на поверхні провідника. Такий спосіб вимірювання застосовується тільки для постійного струму і за умови різкого поверхневого ефекту, тобто також тільки для діапазону високих частот.

Спосіб вимірювання, описаний в роботі [4], полягає у тому, що вимірювальні електроди встановлюються тільки на задану глибину в досліджуваній провідник, виконаний із спеціального сплаву.

Недоліком способу, описаного в роботі [4], є вимірювання тільки частини струму, яка визначається глибиною установки датчика в метал досліджуваного провідника, і застосування спеціального сплаву для досліджуваних провідників.

Найбільш близьким за своєю суттю до запропонованого є спосіб вимірювання відносного розподілу щільності струму в провіднику, що описаний у роботі [5] «Вихревые токи в тонких металлических листах при их магнитно-импульсной обработке» авторов Батыгина Ю.В., Лавинского В.И., Бондаренко А.Ю. Суть способу-прототипу полягає у

(13) U
(11) 57134
(19) UA

вимірюванні струму, протікаючого через перешийок, утворений двома отворами, виконаними в провіднику, за допомогою поясу Роговського [5].

Недоліком прототипу є необхідність виконання двох отворів з мінімальним діаметром 3 мм у досліджуваному провіднику, що приводить до спотворення реального розподілу щільності струму, а також погрішності, що вносяться в результати вимірювань поясом Роговського за рахунок необхідності інтеграції ЕДС, індукованої в поясі Роговського.

Задачею запропонованої корисної моделі є підвищення точності вимірювання відносного розподілу щільності струму в провіднику і спрощення процесу вимірювання.

Поставлена задача досягається тим, що вимірювання відносного розподілу щільності струму в провіднику полягає у вимірюванні параметрів струму, що протікає між двома отворами, виконаними в провіднику, причому, в отвори на всю глибину провідника встановлюють два електрода, між якими вимірюють падіння напруги, а розподіл відносної щільності струму визначають із співвідношення:

$$\frac{J_i}{J_6} = \frac{U_i}{U_6},$$

де U_i , J_i - падіння напруги між електродами і щільність струму на i -ій ділянці спостереження відповідно,

U_6 , J_6 - падіння напруги між електродами і щільність струму на базовій ділянці.

Одна з можливих схем реалізації запропонованого способу зображена на Фіг.1, на якій цифрами позначені: 1 - джерело струму, 2 - досліджуваний провідник, 3 - електрода, 4 - вимірювальний кабель, 5 - реєструючий прилад.

Пропонований спосіб реалізується таким чином.

Перед проведенням вимірювань в досліджуваний провідник 2 встановлюють по два електрода 3 на відстані декількох міліметрів один від одного (залежно від розмірів провідника) на ділянках, де необхідно провести вимірювання.

Діаметр отворів під електрода не перевищує 0,5 мм. Електрода за допомогою вимірювального кабелю 4 підключаються до реєструючого приладу 5. Досліджуваний провідник 2 підключається до джерела струму 1. При протіканні струму в досліджуваному провіднику між парою електродів 3 виникає падіння напруги, яке вимірюється за допомогою реєструючого приладу 5 і дорівнює:

$$U = E \cdot l, \quad (1)$$

де E - напруженість електричного поля в металі заготовки,

l - відстань між електродами.

Згідно закону Ома:

$$j = \gamma E, \quad (2)$$

де j - щільність струму

γ - питома електрична провідність матеріалу досліджуваного провідника.

Вимірювання напруги між електродами проводять як мінімум на двох ділянках, одна з яких прийнята за базову. З формул (1) і (2) одержуємо співвідношення для визначення розподілу щільності струму:

$$\frac{J_i}{J_6} = \frac{U_i}{U_6} \quad (3)$$

де U_i , J_i - падіння напруги між електродами і щільність струму на i -ій ділянці спостереження відповідно,

U_6 , J_6 - падіння напруги між електродами і щільність струму на базовій ділянці.

Приклад здійснення способу

У металевій пластині були просвердлені 4 отвори діаметром 0,5 мм, в які упаяні електрода на всю товщину пластини. Електрода за допомогою вимірювального кабелю підключалися до осцилографа. Пластина підключалася до струмовиводів низьковольтного генератора імпульсних струмів. При протіканні імпульсного струму в пластині, з двох пар електродів знімалося падіння напруги. Аналогічні вимірювання були проведені в такій же пластині за допомогою поясу Роговського. Для цього в пластині були виконані отвори діаметром 5 мм.

Характер зміни відносного розподілу густини струму в досліджуваному провіднику для обох способів вимірювання однаковий. Незначна кількісна відмінність між одержаними результатами обумовлена тим, що погрішність вимірювання за допомогою поясу Роговського більше, ніж в пропонованому способі вимірювання.

Спосіб вимірювання відносного розподілу щільності струму в провіднику розроблений в Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут".

Джерела інформації:

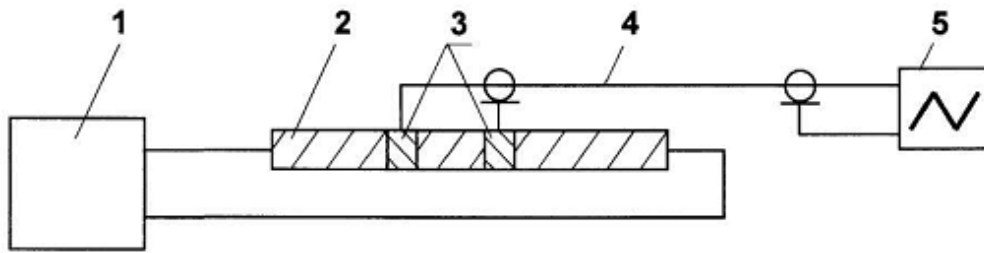
1. А.с. №945809 СССР, М.Кл³ G01R 10/00. Способ измерения распределения относительной поверхностной плотности импульсного тока в проводнике / В.М. Михайлов. - 2786214/18-21; Заяв. 29.06.79; Опубл. 23.07.82, Бюлл. №27.

2. P. Earl Burke, Robert T/H/ Alden / Current Density Probes // IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. - 1969. - vol. Pas-88. - №2. - P.181-185.

3. Нейман Л.Р., Демирчян К.С., Юринов В.М. Руководство к лаборатории электромагнитного поля. - №-е изд. - М.: Высшая школа, 1966, - с. 61-65.

4. Горелик Е.И., Гутник А.Г., Михайлов В.М. Физическое моделирование распределения импульсного тока // Электричество. - 1988. - №9. - с. 77-79.

5. Батыгин Ю.В., Лавинский В.И., Бондаренко А.Ю. Вихревые токи в тонких металлических листах при их магнитно-импульсной обработке // Электричество. - 2009. №9. - С. 61-65.



Фиг. 1