MAGNETIC INDUCTION INTROSCOPY USING THE SCANNING MATRIX OF INDUCTION COILS

Sukhanov D. Ya., Berzina E. S.
Tomsk State University
36, Lenin ave., Tomsk, 634050, Russian Federation
Ph.: (3822) 412583, e-mail: sdy@mail.tsu.ru

Abstract — An installation for visualization of objects using conductive magnetic induction measurements by the matrix of flat spiral coils is designed. The coils are installed in a matrix of 4 rows, each row shift allows increasing density measurements in case of a linear scan. The results of experimental studies of visualization of different metal objects are presented.

МАГНИТОИНДУКЦИОННАЯ ИНТРОСКОПИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СКАНИРУЮЩЕЙ МАТРИЦЫ ИНДУКЦИОННЫХ КАТУШЕК

Суханов Д. Я., Берзина Е. С.
Томский государственный университет
пр. Ленина, 36, Томск, 634050, Россия
тел.: (3822) 412583, e-mail: sdy@mail.tsu.ru

Аннотация — Разработана установка для визуализации электропроводящих объектов с помощью магнитоиндукционных измерений с применением матрицы плоских спиральных катушек. Катушки в матрице установлены в 4 ряда, сдвиг каждого ряда позволяет повысить плотность измерений при линейном сканировании. Представлены результаты экспериментальных исследований по визуализации различных металлических объектов.

I. Введение

Индукционная интроскопия находит применение для поиска дефектов и обнаружения металлических объектов [1]. В работе [2] был предложен метод визуализации индукционных токов по измерениям двумерного распределения одной компоненты вектора магнитной индукции.

В данной работе представлен разработанный лабораторный макет на основе матрицы индукционных плоских катушек и линейного сканирующего устройства, позволяющий измерять двумерное распределение компоненты вектора магнитной индукции.

II. Основная часть

Схема разработанной установки представлена на рис. 1. Основным элементом установки является матрица индукционных катушек. Применение катушек более целесообразно, чем других датчиков [3]. Используются прямоугольные плоские спиральные катушки из 20 витков изготовленные на печатной плате. Размеры каждой катушки 2 на 2 см. Все 64 катушки размещены в 4 ряда со смещением 5 мм, что позволяет при сканировании производить измерения с шагом 5 мм.

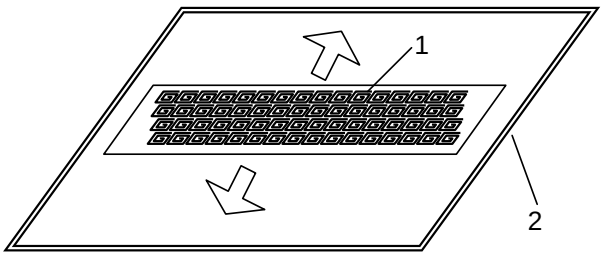


Рис. 1. Схема измерительной установки (1 — матрица индукционных катушек, 2 — катушка источник).

Fig. 1. Measurement setup scheme (1 — matrix of induction coils, 2 — source coil)

Матрица индукционных катушек установлена на линейном сканирующем устройстве управляемым шаговым двигателем. Сканер позволяет перемещать матрицу с шагом 5 мм. Катушка источник размещается в плоскости матрицы и охватывает всю область измерений. Установка управляется через микроконтроллер STM32F407, который осуществляет 8-ми канальную оцифровку сигналов с частотой до 20 кГц, мультиплексирование и управление двигателем. Кроме того, микроконтроллер осуществляет предварительную обработку данных и передачу их в компьютер.

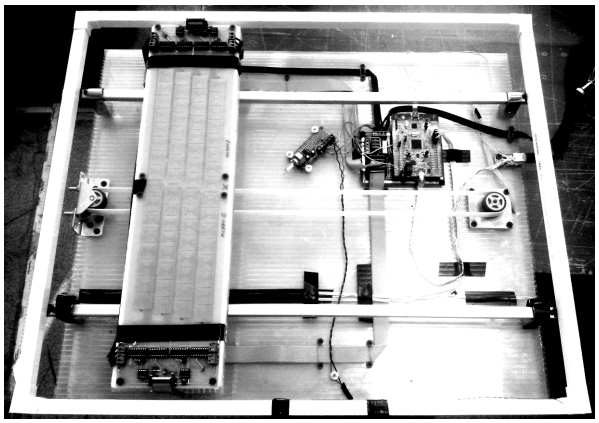


Рис. 2. Фотография лабораторного макета.

Fig. 2. Photograph of the laboratory setup

Измерения осуществляются следующим образом. Микроконтроллер, через цифро-аналоговый преобразователь и усилитель, подаёт гармонический сигнал в катушку-источник. Одновременно с этим осуществляется оцифровка сигналов в катушках матрицы. Далее, двигатель смещает матрицу на 5 мм, и измерения повторяются.

Перед измерениями на объектах, производится калибровочное измерение для воздуха. При этом измеряется сигнал, наводимый напрямую катушкой — источником в приёмных катушках. Далее после изме-

2014 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2014). 7—13 September, Sevastopol, Crimea, Russia
© 2014: CriMiCo'2014 Organizing Committee; CrSTC. ISBN: 978-966-335-412-5. IEEE Catalog Number: CFP14788

рений на исследуемых объектах, калибровочный сигнал вычитается из измеренного сигнала. Данная операция позволяет получить поля, создаваемые исключительно индукционными токами в объектах.

Были проведены эксперименты по визуализации различных металлических объектов на частоте 10 кГц на дальности 2 см. На рис. 3 представлена амплитуда сигнала на выходе катушек измерительной матрицы при измерениях на 6-ти алюминиевых полосках различной толщины от 30 мкм до 180 мкм. Полоски были размещены вплотную, но без электрического контакта.

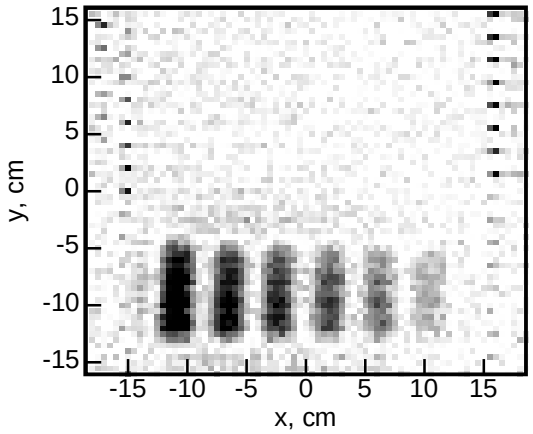


Рис. 3. Изображение алюминиевых полосок различной толщины.

Fig. 3. Aluminum strips of different thickness

Можно отчётливо различить каждую полоску, при этом амплитуда сигнала увеличивается с увеличением толщины пластины.

Следующие эксперименты были проведены с металлическими пластинками с надрезом. На рис. 4 представлено восстановленное изображение прямоугольной латунной пластинки толщиной 0,5 мм с надрезом шириной 1 мм. На рис. 5 представлено изображение алюминиевого треугольника толщиной 0,2 мм с надрезом шириной 15 мм.

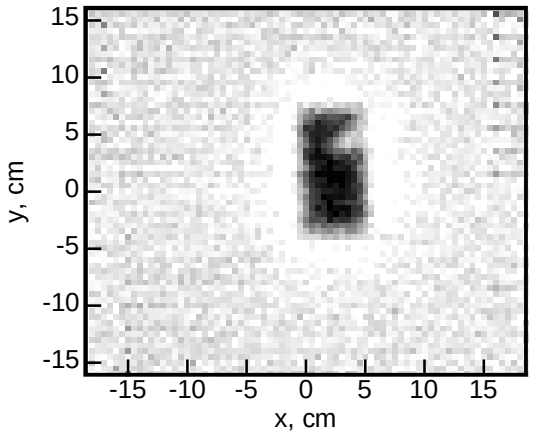


Рис. 4. Изображение латунной пластинки с надрезом.

Fig. 4. The brass plate with a snip

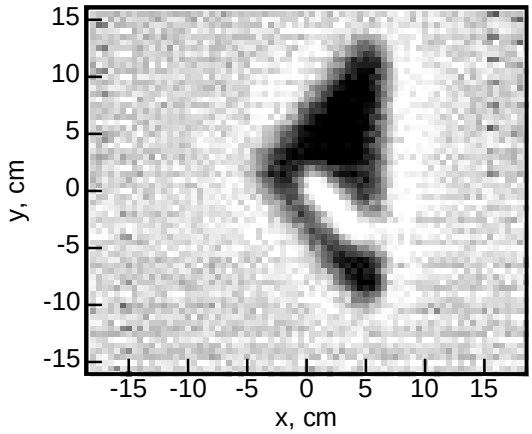


Рис. 5. Изображение алюминиевой пластинки с надрезом.

Fig. 5. The aluminum plate with a snip

Можно видеть, что разрез любой толщины вызывает существенные изменения восстанавливаемого изображения. То есть данный метод чувствителен к отсутствию электрического контакта.

III. Заключение

Разработана установка по измерению компоненты вектора магнитной индукции на основе матрицы плоских спиральных катушек. Установка позволяет визуализировать металлические объекты и обнаруживать области нарушения электрического контакта. Существует зависимость амплитуды сигнала от толщины исследуемых металлических объектов, что может быть использовано для оценки толщины металлических объектов.

Работа выполнена при поддержке программы повышения конкурентоспособности Томского государственного университета.

IV. References

[1] Korzhenecskiy A. V., Cherepenin V. A. Magitoindukcionnaya tomografia. [Magnetic induction tomography]. – Jurnal radioelectroniki, 1998, No 1, pp. 3.

[2] Sukhanov D. Y., Berzina E. S. Magnitnaya intoscopiya s ispolzovaniem reshetki datchikov magnitnogo polya [Magnetic introscopy using array of magnetic field sensors]. *Izvestiya vischih uchebnih zavedeniy. Fizika*, 2013, vol. 56, *No 8/2, pp. 2*3-26.

[3] Garcia-Martin J., Gomez-Gilb J. Sravnitelnaya ocenka primeneniya katushki I datchikov Holla pri obnaruzhenii otverstiy i izmerenii tolshiny aluminievyh plastin vihretokovym metodom. [Comparative evaluation of coil and Hall probes in hole detection and thickness measurement on aluminum plates using eddy current testing]. – *Defektoskopia*, 2013, No 8, pp. 63-73.

© 2014: CriMiCo'2014 Organizing Committee; CrSTC. ISBN: 978-966-335-412-5. IEEE Catalog Number: CFP14788