

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА РАЗЛИЧНИ ДЕФЕКТИ ВЪРХУ ИЗХОДНИЯ СИГНАЛ НА ИМПУЛСЕН ВИХРОВОТОКОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ

Калинка Тодорова

Резюме: Електромагнитният вихротоков метод се основава на резултатите от взаимодействието на приложено външно електромагнитно поле с електромагнитното поле на вихровите токове, които се създават в изследван обект от същото това външно поле [1]. Той се прилага успешно за: ранно откриване на зони със структурни нееднородности, където е възможно възникване на дефекти; откриване на много малки дефекти и оценяване на срока на експлоатация на детайлите; определяне на степента на износване на повърхностни защитни слоеве. Наличието на дефекти в контролираните изделия причинява преразпределение на вихровите токове, промяна на реакцията им върху възбудителното поле и изменение на сигнала на преобразувателя. Целта на работата е на базата на разработен модел в средата на Mag Net 7.4 да се изследва влиянието на различни дефекти върху изходния сигнал на импулсен вихротоков преобразувател. Резултатите от проведеното изследване могат да намерят място в разработки в областта на безразрушителния контрол.

Ключови думи: МКЕ, ударно възбуждане, импулсен вихротоков преобразувател

INVESTIGATION OF DIFFERENT FAULTS INFLUENCE OVER OUTPUT SIGNAL FROM PULSED EDDY CURRENT TRANSDUCER

Kalinka Todorova

Abstract: The results of applied output electromagnetic field due to interaction with electromagnetic field of eddy current that is made of the same output field in the investigation object are based on electromagnetic eddy current method. It is successfully applied to: early detection of areas with structural non-homogeneities where appearance of faults is possible, defending of very small defects and the details term exploitation has been evaluated, the degree of attrition of the surface protective layers is qualified. Redistribution of eddy currents is caused to the presence of defects in controlled items. Their changing reaction on force field and modification signal transducer is done. The aim of this work is to investigate the influence of different faults over output signal from pulsed eddy current transducer based on a model that

is made in Mag Net 7.4. The results from this investigation can be applied in non-destructive testing.

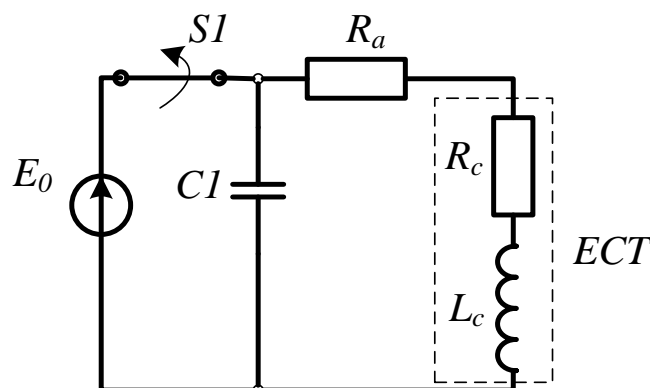
Key words: FEM, shock excitation, pulse eddy current transducer

1. Въведение

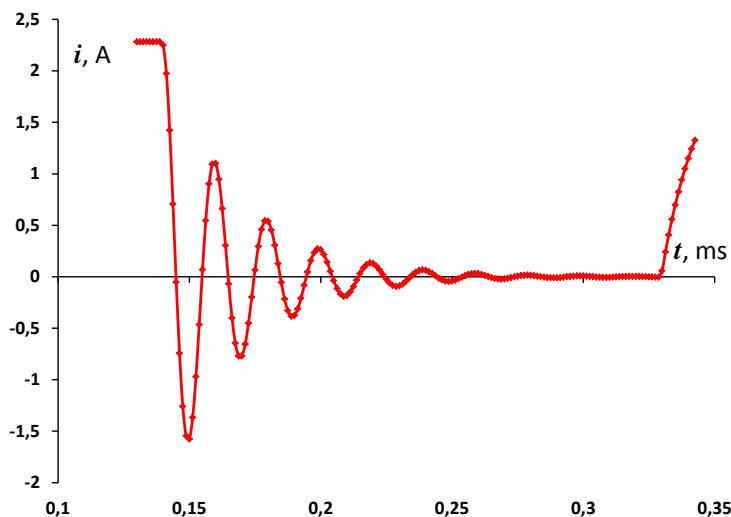
При монохроматичното синусоидално възбудително поле полезните сигнали на вихротоковите преобразуватели имат две съставки – модул и фаза или реална и имагинерна съставка. Следователно могат да се контролират и измерват само два параметъра на обекта или един при отстраняване на смущаващото влияние на втория. Все по – често при използване на вихротоковият метод за контрол се прилагат импулсни методи [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. При импулсните вихротокови методи изходният сигнал е многомерен. Тези методи позволяват контрол и измерване на повече параметри, а също и намаляване на смущаващите въздействия. Изходният сигнал съдържа богата информация.

2. Постановка на задачата

Разглежда се параметричен вихротоков преобразувател (ЕСТ) (фиг.1), който е включен в схема с ударно възбуждане (фиг. 1), и през него протича ток i (фиг. 2).

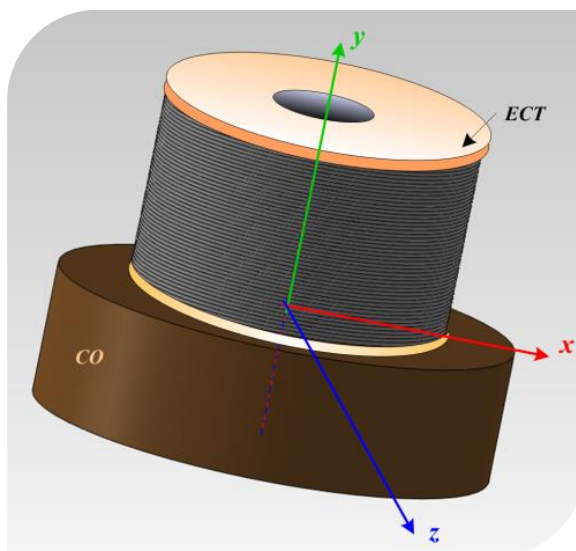


Фиг. 1. Схема с ударно възбуждане



Фиг. 2. Графика $i(t)$ на тока през ЕСТ

В програмната среда MagNet е създаден модел [9], който се състои от контролиран обект (СО) и параметричен вихротоков преобразувател (ЕСТ), разположен в близост над СО, съосно с него (фиг.3). СО е плътен хомогенен линеен проводящ цилиндър. Параметричният ЕСТ е цилиндрична намотка от меден проводник. С така създадения модел се решава преходния процес в електрическата верига, като параметрите на ЕСТ се определят чрез метода с крайните елементи. За изходен сигнал на вихротоковия преобразувател се използва напрежението $u_C(t)$ на изводите на кондензатора $C1$ в измервателната схема (фиг.1).



Фиг. 3. Модел в програмната среда MagNet

Данните за контролирания обект са дадени в Табл. 1, за вихротоковия преобразувател – в Табл.2, за измервателната електрическа верига с ударно възбуждане – в Табл.3.

Таблица 1

Контролиран обект - СО	
Диаметър, mm	14
Височина, mm	4
Относителна магнитна проницаемост	1
Специфична електрическа проводимост, MS/m	1

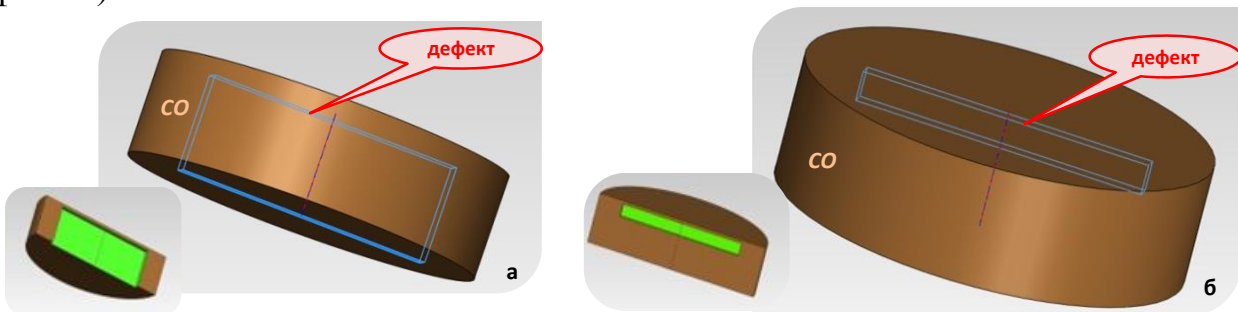
Таблица 2

Вихротоков преобразувател - ЕСТ	
Външен диаметър r_o , mm	10
Вътрешен диаметър r_i , mm	4
Височина, mm	6
Материал	Cu
Брой навивки	30
Разстояние до обекта, mm	0.2

Таблица 3

Верига с ударно възбуждане	
Кондензатор C , μF	3
Резистор R_a , Ω	0.2
t_{on} , ms	0.14
t_{off} , ms	0.19
E_0 , V	0.5

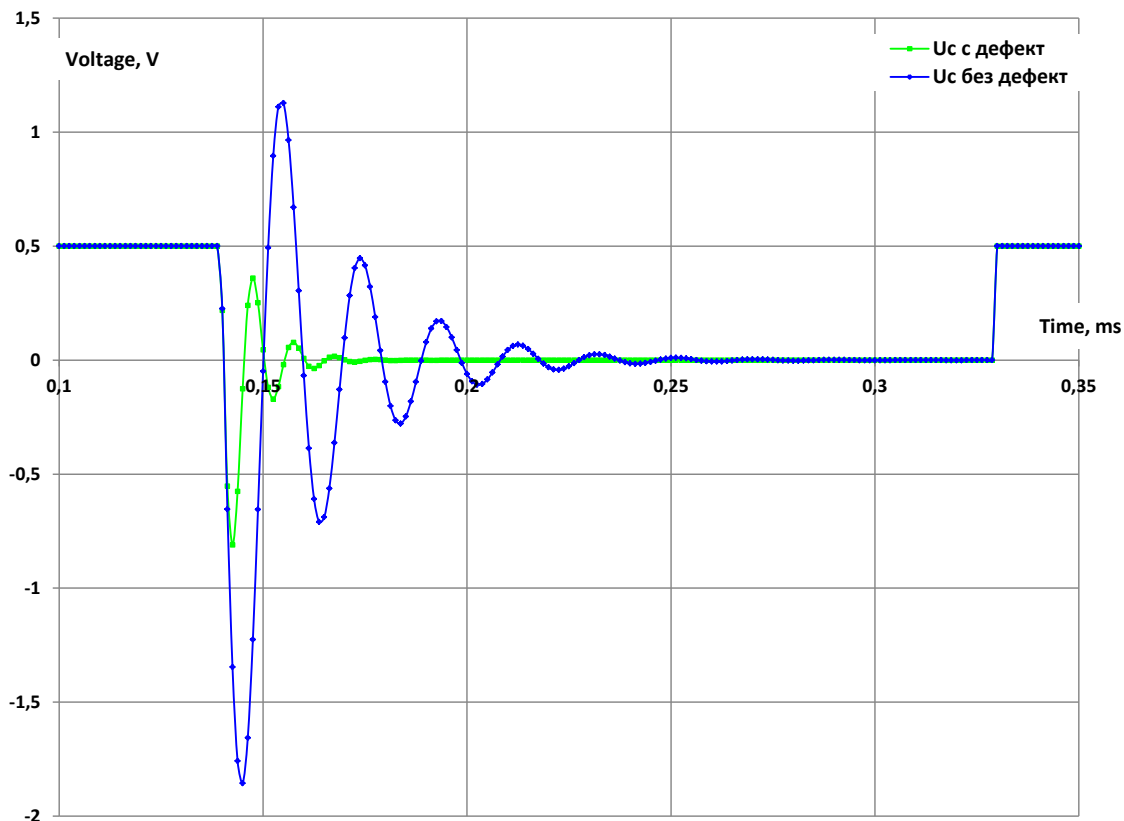
На фиг. 4 са показани обекти с различни по вид дефекти – близък до повърхността дълбок дефект (фиг.4а), близък до повърхността малък дефект (фиг.4б).



Фиг. 4. Различни дефекти в контролиран обект

3. Резултати от числените експерименти

Проведени са числени експерименти с описания модел с контролиран обект без наличие на дефект и с наличие на дефект.



Фиг. 5. Изходен сигнал на ЕСТ

Изходният сигнал на вихротоковия преобразувател при контрол на обект без дефект е показан на фиг. 5 в син цвят. За сравнение на същата фигура е показан изходен сигнал и при контрол на обект с дефект (в зелен цвят). От фигурата се вижда, че при контрол на обект с дефект амплитудите (първи, втори пик) са значително по-малки (повече от два пъти) от тези при контрол на обект без дефект; времената за достигането им също значително се различават. Следователно може да се счита, че вихротоковият преобразувател, включен в схема с ударно възбуждане, има значителна чувствителност при контрол на обекти с дефекти в структурата си.

4. Заключение

От проведените числени експерименти и получените резултати може да се направят следните изводи:

- Импулсният вихротоков контрол може успешно да се използва за откриване и характеризиране на дефекти. При използване на конвенционалните вихрови методи, за да се получи информация за дефекти в материалите, които могат да възникнат при различни дълбочини, трябва да установяват множество честоти на възбуждане. Импулсното възбуждане съдържа множество честоти, което е голямо предимство за получаване на информация от различни дълбочини.

- Като информационни параметри при контрол на обекти с вътрешни дефекти могат да се използват:

- амплитудата на първия пик, на втория пик;
- времената за достигането им;
- средните стойности на обвивните криви на положителните и отрицателни затихващи колебания;

Благодарност

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани по договор ДФНИ Е02/8 с Фонд „Научни изследвания“ при МОН.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Цветков Д. и кол., Електромагнитна дефектометрия, ДИ „Техника“, София, 1981
- [2] Chady Tomasz, Paweł Frankowski, MULTILAYER TRANSDUCER FOR IMPULSE EDDY CURRENT TESTING, System, przegląd elektrotechniczny (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 87 NR 8/2011, 236-238
- [3] Zhou Deqiang, Binqiang Zhang, Guiyun Tian, Haitao Wang, Ping Wang, Hua Liang, RESEARCH ON SURFACE DEFECT DETECTION USING PULSED EDDY CURRENT TESTING TECHNOLOGY, 17th World Conference on Nondestructive Testing, 25-28 Oct 2008, Shanghai, China

[4] Michniaková Mária, Ladislav Janoušek, Milan Smetana, IMPACT OF PROBE CONFIGURATION ON CRACKS DEPTH RESOLUTION IN PULSED EDDY CURRENT NON-DESTRUCTIVE EVALUATION, Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 88 NR 7b/2012, 226-228

[5] Qiao Joanna X., John P. Hansen, Ian Mayes, AUTOMATIC DIFFERENTIAL LIFT-OFF COMPENSATION (AD-LOC) METHOD IN PULSED EDDY CURRENT INSPECTI, 17th World Conference on Nondestructive Testing, 25-28 Oct 2008, Shanghai, China

[6] Menana Hocine, Mouloud Fe'liachi, PULSED EXCITATION IN EDDY CURRENT NON-DESTRUCTIVE TESTING OF CONDUCTIVE MATERIALS, M. Smetana, T. Strapá_ová, L. Janoušek, Advances in Electrical and Electronic Engineering, 7-1-2, 2008, 326-329

[7] Preda Gabriel, Mihai Rebican, Florea Ioan Hantila, PULSE EDDY CURRENTS USING AN INTEGRALFEM FORMULATION FOR CRACKS DETECTION, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics 33 (2010), 1225–1229

[8] Murner Christine, John P. Hansen, BURIED CORROSION DETECTION IN MULTI-LAYER AIRFRAME STRUCTURES USING PULSED EDDY CURRENT, 17th World Conference on Nondestructive Testing, 25-28 Oct 2008, Shanghai, China

[9] www.infolytika.com

Автори:

д-р инж. Калинка Тодорова – доцент в катедра “Обща електротехника” (ОЕ),
email: ktodorova@tu-sofia.bg

Постъпила на 07.12.2016 г.

Рецензент: доц. д-р инж. Стефчо Гунински