

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФЕРОМАГНІТНИХ ТІЛ НА РОЗПОДІЛ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРИСТРОЇВ ВИЯВЛЕННЯ

Богатирьов Ю.О., Гулевський В.Б.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Запропоновано методику визначення залежності яка визначає розподіл магнітного поля пристроїв виявлення при потраплянні в його робочу зону феромагнітного тіла.

Постановка проблеми. В сільськогосподарському виробництві існує проблема забруднення продукції феромагнітними домішками. Їх потрапляння можна знизити шляхом підвищення культури виробництва, транспортування та зберігання, застосування нових більш сучасних і надійних машин і обладнання, проте виключити повністю неможливо. Кількість і склад феромагнітних домішок визначається тими елементами сільськогосподарської техніки та обладнання, які беруть участь на всіх етапах в процесі збору та переробки продукції. Більшість цих елементів виготовлені з конструкційних сталей та чавуну. Частка кольорових металів і нержавіючої сталі дуже мала і ймовірність потрапляння в сільськогосподарську продукцію невисока.

Для вилучення феромагнітних домішок в тому числі і феромагнітних тіл (ФМТ) використовуються електромагнітні залізевідділювачі. Одними з їх недоліків є постійна робота в незалежності від появи ФМТ в сипкому матеріалі, недостатня ефективність при зміні параметрів сипучого матеріалу (збільшення вологості), відсутність зв'язку із загальною системою автоматизації виробництва і т. ін.

Для усунення цих недоліків, зниження матеріалоемності і енергозатрат запропоновано використання індукційних пристроїв виявлення у складі системи керування електромагнітними залізевідділювачами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючі методи розрахунку і проектування пристроїв виявлення ФМТ засновані на полуемперичних залежностях отриманих в основному експериментальним шляхом при конкретних заданих умовах. Однак специфіка роботи пристроїв виявлення, складність процесів які у ньому вимагає визначення більш точних і математично обґрунтованих закономірностей.

Мета статті. На параметри вихідного імпульсу пристрою виявлення істотний вплив роблять фізичні властивості виявляються ФМТ, тому визначення механізму впливу і закономірностей на його основі є метою цієї статті.

Основні матеріали дослідження. Для розрахунку сумарного магнітного поля створеного феромагнітним тілом і джерелом магнітного поля використовуються загальновідома залежність [1]:

$$H_R = H_0 \cdot \left(1 + \frac{1}{4} \frac{(\mu-1) d^3}{(\mu+2) R^3} \right) \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

де H_0 – напруженість однорідного магнітного по-

ля, що створене обмоткою; d – діаметр ФМТ; R – поточна координата між ФМТ та точкою спостереження; α – кут, що визначає місце розташування в просторі; μ – магнітна проникність ФМТ.

Виразимо елементи, що характеризують фізичні властивості ФМТ через коефіцієнт k .

$$k = \frac{(\mu-1)}{(\mu+2)}. \quad (2)$$

Аналізуючи цей вираз видно, що коефіцієнт k починає впливати на сумарне магнітне поля за умов, коли магнітна проникність ФМТ стає нижче 60 (рис. 1).

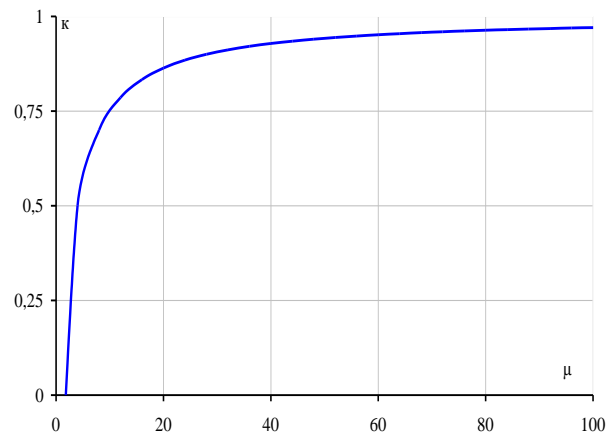


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта k від магнітних властивостей ФМТ

Визначимо, при яких параметрах магнітного поля створеного її джерелом магнітна проникність стає нижче даного значення. Виходячи з кривих намагнічування конструкційних сталей і чавуну, як найбільш ймовірних матеріалів які можуть потрапити в сільськогосподарські матеріали (рис. 2), видно що магнітна проникність ФМТ знижується до визначеного нами значення при напруженості магнітного поля меншої за 0,5...0,8 А/см. Для визначення параметрів джерела поля що створюється в повітрі при відсутності ФМТ з урахуванням $B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H$ переведемо цей показник в магнітну індукцію. Така напруженість створюється в повітрі при значенні магнітної індукції рівний 0,06 ... 0,1 мТл.

Використовуючи вираз (3), яке описує розподіл магнітного поля вздовж осі обмотки соленоїда [2] визначимо конструктивні параметри джерела поля, при якому створюється дана магнітна індукція і

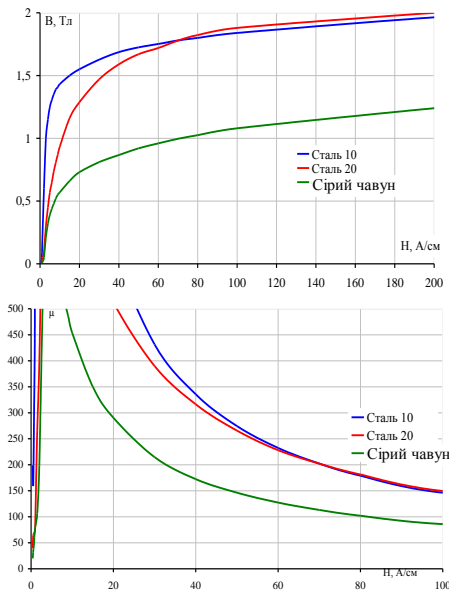


Рис. 2 – Кривые намагничивания ФМТ

дослідимо вплив основних факторів, що входять до виразу.

$$B_x = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot W}{2 \cdot L} \cdot \left(\frac{\left(\frac{L}{2} + x\right)}{\sqrt{r_{cp}^2 + \left(\frac{L}{2} + x\right)^2}} + \frac{\left(\frac{L}{2} - x\right)}{\sqrt{r_{cp}^2 + \left(\frac{L}{2} - x\right)^2}} \right), \quad (3)$$

де L - довжина обмотки; x - відстань від центра обмотки до точки спостереження (рис. 2, 3); r_{cp}^2 - середній радіус обмотки.

Аналізуючи вираз, визначимо вплив даних факторів на магнітну індукцію:

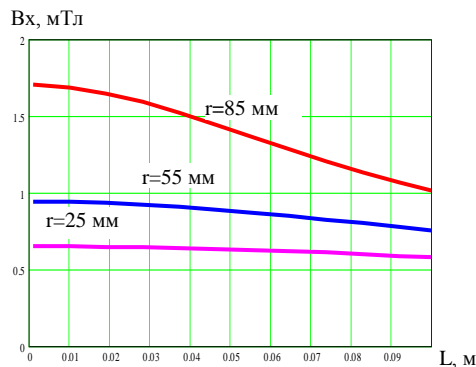


Рисунок 2 – Залежність магнітної індукції від параметрів джерела магнітного поля (соленоїда) від довжини обмотки при різних радіусах обмотки.

Таким чином виходячи з рисунку 2 можна визначити, що такі параметри як довжина обмотки пристрою виявлення для забезпечення найбільш повного функціонування повинна бути не більше 80 мм при радіусі нижче ніж 55 мм, сила струму в обмотці не менше 0,1 А при кількості витків від 1000 і більше.

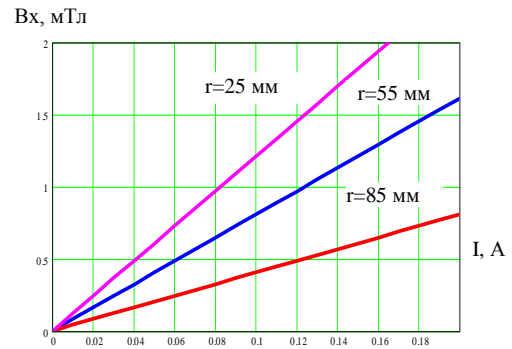


Рисунок 3 – Залежність магнітної індукції від параметрів джерела магнітного поля (соленоїда) від сили струму при разній кількості витків обмотки

Висновки. Отримано залежності, що відображають вплив фізичних властивостей на параметри вихідного сигналу пристрою виявлення та визначено конструктивні та електротехнічні параметри при яких створюване пристроєм виявлення магнітне поле дозволяє впливати на ФМТ таким чином, що за інших рівних умов створюване ім поле будемо максимально.

Список використаних джерел

1. Поливанов К.М. Ферромагнетики / К.М. Поливанов. – Л. : Госэнергоиздат, 1957. – 256 с.
2. Круг К.А. Основы электротехники. Т.1. Физические основы электротехники / К.А. Круг. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1946. – 472 с.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ТЕЛ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ УСТРОЙСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ

Богатырев Ю.О., Гулевский В.Б.

Предложена методика определения зависимости определяющей распределение магнитного поля устройства обнаружения при попадании в его рабочую зону ферромагнитного тела.

Abstract

INFLUENCE OF PHYSICAL PROPERTIES FERROMAGNETIC BODIES IN DISTRIBUTION MAGNETIC FIELD DETECTION DEVICES

Y. Bogatyrev, V. Gulevskiy

Proposals method for determining dependence of magnetic field distribution of the device at its working zone ferromagnetic body.