

УДК 631.53.027

ІНДУКТОР ІЗ ЗМІННИМ РАДІУСОМ НАВИВКИ

Лукач В.С., к.п.н.,

Кушніренко А.Г., к.т.н.

ВП НУБіП У “Ніжинський агротехнічний інститут”

Тел. (04631)2-32-61

Катюха А.А. к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)42-23-41

Анотація – викладено результати теоретичних та експериментальних досліджень по розробці індуктора із змінним радіусом навивки та результати визначення параметрів електромагнітного поля.

Ключові слова – індуктора із змінним радіусом навивки, параметрів електромагнітного поля.

Постановка проблеми. Відомі пристрої для передпосівної обробки мають великі розбіжності у дозі впливу енергії електромагнітного поля на насіння сільськогосподарських культур, що суттєво впливає на результат і якість обробітку.

У зв'язку з цим, виникла необхідність у розробці індуктора із змінним радіусом навивки.

Аналіз останніх досліджень. Циліндричний індуктор із суцільною навиткою в один прошарок має розбіжність 75% у дозі впливу енергії електромагнітного поля. А циліндричний індуктор із змінним кроком навивки має – 22% [1,3,4].

Формування цілей статті. Стабілізувати дозу впливу енергії електромагнітного поля на насіння сільськогосподарських культур шляхом навивки індуктора із змінним радіусом.

Основна частина. Алгоритм змінного радіуса навивки індуктора можна отримати увівши для цього позначення й малюнок циліндричного індуктора (рис. 1) та індуктора зі змінним радіусом навивки (рис. 2):

$R(x)$ – змінний радіус навивки, м;

X – відстань від краю індуктора, уздовж центральної вісі, до точки в якій визначаються параметри, м;

$H(x)$ – напруженість магнітного поля вздовж вісі індуктора. А/м;

I – струм індуктора, А;

n – кількість витків індуктора;

l' – довжина навивки циліндричного індуктора, м;

l – висота навивки індуктора зі змінним радіусом, м;
 α_1 і α_2 – кути, утворені віссю циліндричного індуктора та прямими, які з'єднують точку A з кінцями навивки;
 r – радіус навивки циліндричного індуктора, м;
 R – значення змінного радіуса навивки в центрі індуктора, м;
 ΔH_y і ΔH_n – відхилення напруженості магнітного поля уздовж вісей, які проходять через центр та периферію індуктора, %.

Розглянемо циліндричний індуктор BCDE (рис. 1).

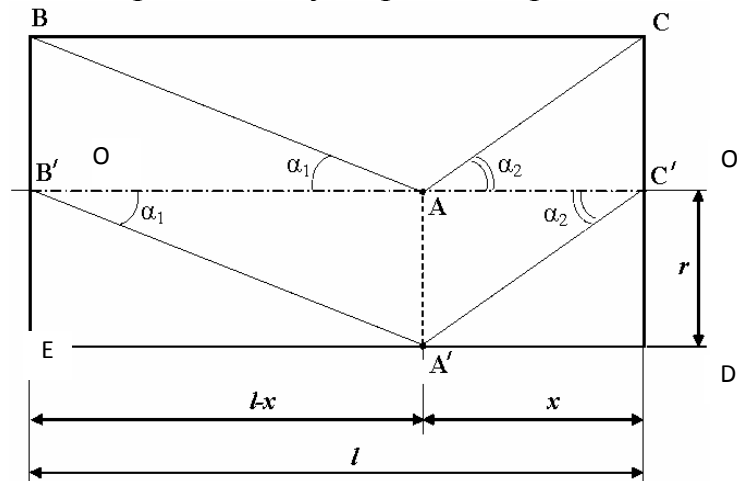


Рис. 1. Обґрунтування вихідних даних для розробки дослідного зразка індуктора із змінним радіусом навивки.

Напруженість магнітного поля в точці A , яка лежить на вісі OO'' , визначається за виразом:

$$H(x) = \frac{In}{2l'} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2). \quad (1)$$

Перетворивши тригонометричні величини в лінійні вираз 1 набуває вигляду:

$$H(x) = \frac{In}{2l'} \left(\frac{l' - x}{\sqrt{(l' - x)^2 + r^2}} + \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}} \right). \quad (2)$$

За виразом 2 цілком очевидно, що стабілізувати напруженість магнітного поля всередині індуктора можна за допомогою зміни геометричних параметрів, тобто змінного радіуса навивки. Це, безперечно, має бути куля.

На рис. 2 нанесено симетрично точці A точку A^1 на поверхні індуктора із змінним радіусом навивки та з'єднано їх прямими з кінцями вісі OO'' (рис. 1).

На основі властивості перпендикуляру, опущеного з будь-якої точки кола на діаметр

$$R(x)^2 = (l' - x)x, \quad (3)$$

або

$$R(x) = \sqrt{(l' - x)x}. \quad (4)$$

Для того, щоб виконувалась умова

$$H(x) = \frac{In}{l'} = const, \quad (5)$$

необхідно, щоб виконувалась інша умова

$$\frac{l'' - x}{\sqrt{(l' - x)^2 + r^2}} + \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}} = 2. \quad (6)$$

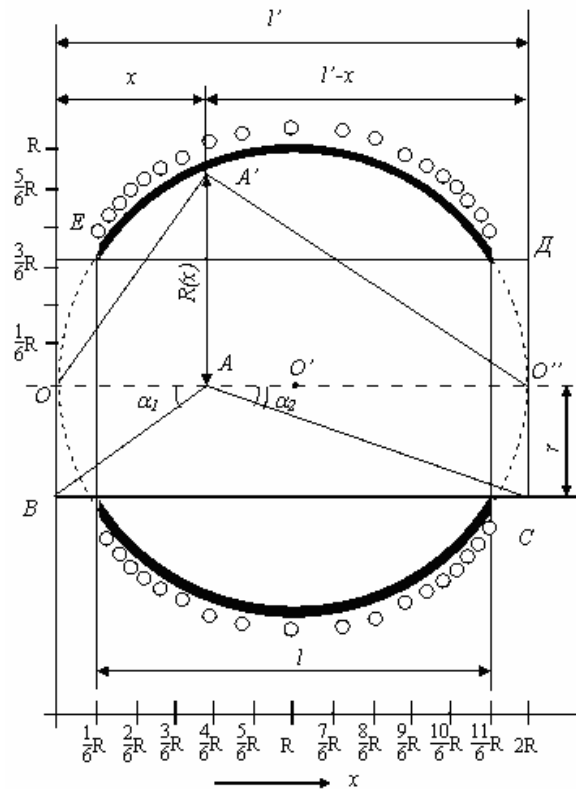


Рис. 2. Розробка експериментального зразка індуктора із змінним радіусом навивки.

Після підстановки в умову замість радіуса навивки циліндричного індуктора r значення змінного радіуса навивки $R(x)$ з виразу 3, ліва частина умови 6, після спрощення, має вигляд

$$\sqrt{1 - \frac{x}{l'}} + \sqrt{\frac{x}{l'}}. \quad (7)$$

Вираз 5 для індуктора із змінним радіусом навивки набирає вигляду

$$H(x) = \frac{In}{2l'} \left(\sqrt{1 - \frac{x}{l'}} + \sqrt{\frac{x}{l'}} \right). \quad (8)$$

Значення напруженості магнітного поля при:

1) $x_1 = 0$

$$H_1(x) = 0,5 \frac{In}{l'}; \quad (9)$$

2) $x_2 = \frac{1}{6}l$

$$H_2(x) = 0,66 \frac{In}{l'}; \quad (10)$$

$$3) \quad x_3 = \frac{1}{2}l$$

$$H_3(x) = 0,71 \frac{In}{l'}. \quad (11)$$

Відхилення напруженості магнітного поля вздовж вісі, яка проходить через центр індуктора, складає 5%.

$$\Delta H_y = H_3(x) - H_2(x) = 0,05 \frac{In}{l'}. \quad (12)$$

Відхилення напруженості магнітного поля (МП) вздовж вісі, яка проходить на периферії індуктора, визначено нами експериментально й складає

$$\Delta H_{\Pi} = 0,03 \frac{In}{l'}, \quad (13)$$

тобто 3%.

Отже, сумарне відхилення ΔH складає 8%, тобто

$$\Delta H = \Delta H_y + \Delta H_n = 0,08 \frac{In}{l'}. \quad (14)$$

Каркас індуктора має форму кульового пояса. Висоту l можна визначити з виразу:

$$l' = \frac{1}{6}l' + \frac{1}{6}l' + l, \quad (15)$$

Тепер алгоритм навивки індуктора зі змінним кроком набуває вигляду:

$$R(x) = \sqrt{\left(\frac{4}{3}R - x\right)x}. \quad (17)$$

Електрична схема пристрою приведена на рис. 3.

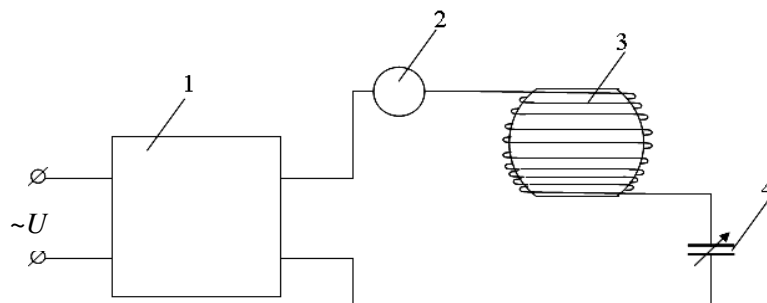


Рис. 3. Електрична схема установки для експериментальних досліджень розробленої електротехнології передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур: 1 – джерело електромагнітних коливань; 2 – амперметр; 3 – індуктор зі змінним радіусом навивки; 4 – конденсатор змінної ємності.

Пристрій працює наступним чином: насіння розташовують у внутрішню порожнину індуктора 3, вмикають джерело 1 електромаг-

нітних коливань, встановлюють необхідну для даного виду насіння частоту і за допомогою конденсатора 4 змінної ємності та амперметра 2 досягають максимального значення струму. Насіння витримують певний час, після чого вимикають джерело 1 і виймають насіння. Наступну порцію насіння обробляють таким самим чином. Насіння використовують через двадцять діб після обробітку.

Проводилися дослідження розподілу напруженості МП у робочій зоні розробленого індуктора зі змінним радіусом навивки [2]. Враховуючи, що $l' = 2R$

$$l = \frac{4}{3}R. \quad (16)$$

Результати досліджень та побудова імітаційної моделі розподілу напруженості МП у робочій зоні розробленого індуктора зі змінним радіусом навивки приведено на рис. 4.

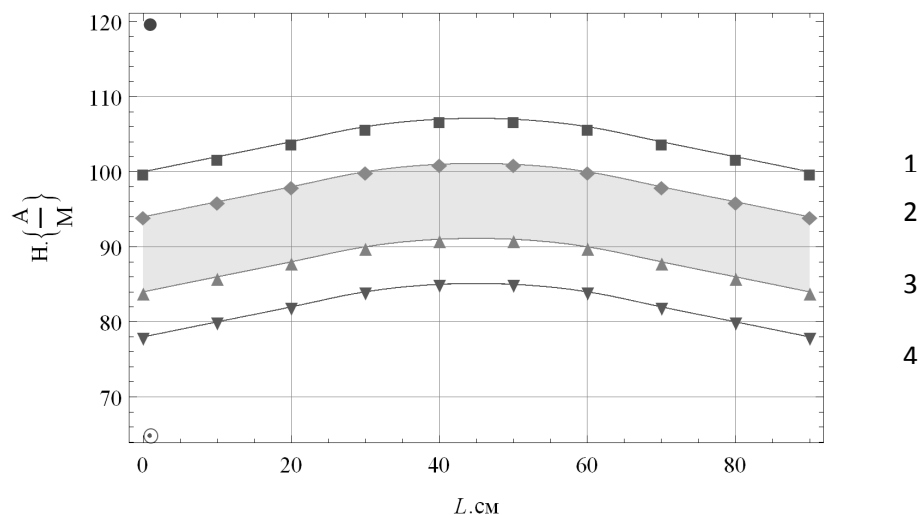


Рис. 4. Розподіл напруженості магнітного поля в робочих зонах індукторів: 1, 4 – напруженості МП циліндричного індуктора відповідно вздовж центральної та периферійної вісей, А/м; 2, 3 – напруженості МП розробленого індуктора відповідно вздовж центральної та периферійної вісей, А/м.

Математична модель розподілу напруженості МП має наступний вигляд:

$$H_1 = 104,527 - 2,552 \times 10^{-4} L; \quad (5.21)$$

$$H_2 = 98,527 - 2,552 \times 10^{-4} L; \quad (5.22)$$

$$H_3 = 88,527 - 2,552 \times 10^{-4} L; \quad (5.23)$$

$$H_4 = 82,527 - 2,552 \times 10^{-4} L, \quad (5.24)$$

де H_1, H_4 – напруженості МП циліндричного індуктора відповідно вздовж центральної та периферійної вісей, А/м;
 H_2, H_3 – напруженості МП розробленого індуктора відповідно вздовж центральної та периферійної вісей, А/м.

Висновки. Порівнюючи значення напруженості МП, можна констатувати, що розбіжність для циліндричного індуктора в радіальному напрямі становить 22%, а для розробленого – 11%.

Література

1. *Губанів Я.В.* Устройство для обработки семян. А.с. 1022672, СРСР, МКИ 7 А 01 С 1 / 00 / Я.В. Губанов, Н.А. Потапенко, Г.Н. Третьяков, В.В. Терещенко, В.Д. Корнилов. – Оpubл. 15.06.83, Бюл. № 22 – 4 с.

2. *Лукач В. С.* Пристрій для передпосівного обробітку насіння в електромагнітному полі. Патент на винахід № 65240 А, Україна, МПК⁷ А 01 С 1 / 00 / В.С. Лукач, А.Г. Кушніренко, В.Ф. Ярошенко, В.І. Міщенко, Н.В. Ніженець. – К.: ДП УІВ, Оpubл. 16.05.2005. Бюл. № 5. – 6 с.

3. *Мищенко В.И.* Устройство для предпосевной обработки семян в электромагнитном поле А. с. 1720525 СССР МКИ 7 А 01 С 1 / 00 / В.И. Мищенко, А.И. Мартыненко, А. Г. Кушниренко. – Оpubл. 23.03.92, Бюл. № 11. – 6 с.

4. *Сазыкин В.Г.* Устройство для предпосевной обработки семян. А. с. № 1464929, СССР, А 01 С 1 / 00 / В.Г. Сазыкин. – Оpubл. 15.03.1989. Бюл. № 10 – 4 с.

ИНДУКТОР С ПЕРЕМЕННЫМ РАДИУСОМ НАВИВКИ

Лукач В.С., Кушниренко А.Г., Катюха А.А.

Аннотация

Изложено результаты теоретических и экспериментальных исследований в разработке индуктора с переменным радиусом намотки и результаты определения параметров электромагнитного поля.

THE INDUCTOR WITH A VARIABLE RADIUS OF WINDING

V. Lukach, A. Kushnirenko, A. Katyukha

Summary

In article results of theoretical and pilot studies in development of the inductor with a variable radius of winding are stated and results definitions of parameters of an electromagnetic field are given.