

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;  
 $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  – 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;  
 $\Delta H_y$  і  $\Delta H_n$  – відхилення напруженості магнітного поля уздовж вісей, які проходять через центр та периферію індуктора, %.

Розглянемо циліндричний індуктор BCDE (рис. 1).

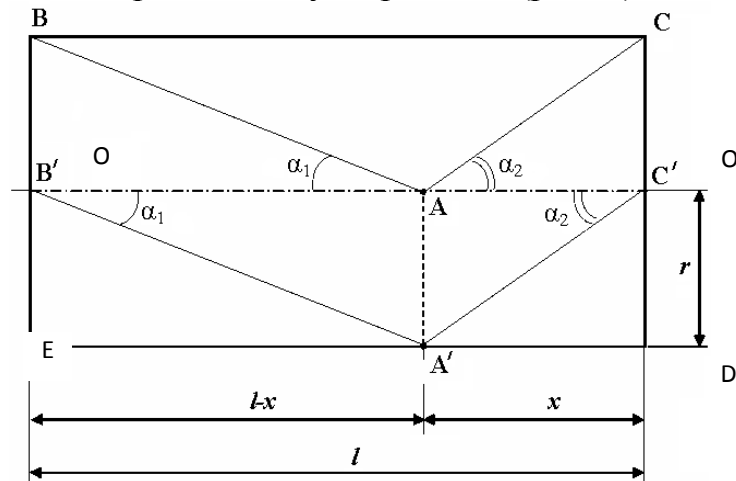


Рис. 1. Обґрунтування вихідних даних для розробки дослідного зразка індуктора із змінним радіусом навивки.

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

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

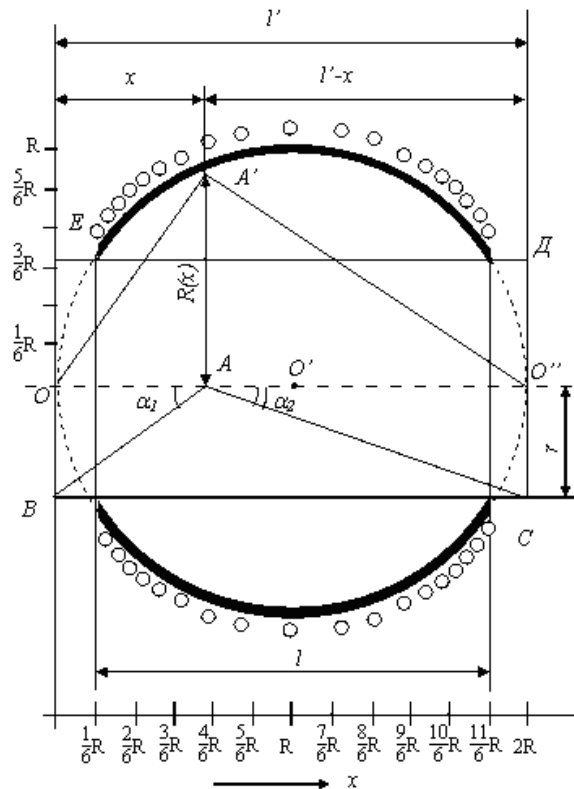


Рис. 2. Розробка експериментального зразка індуктора із змінним радіусом навивки.

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  $\Delta H$  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.

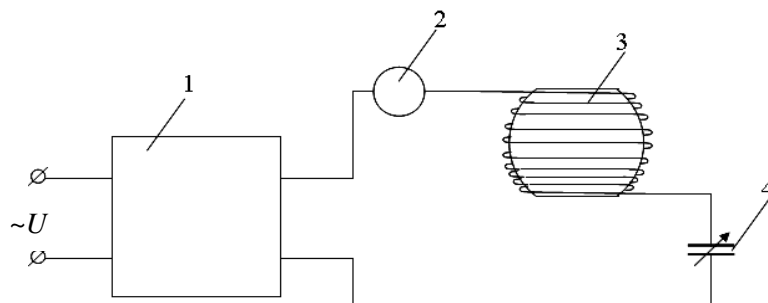


Рис. 3. Електрична схема установки для експериментальних досліджень розробленої електротехнології передпосівної обробітки насіння сільськогосподарських культур: 1 – джерело електромагнітних коливань; 2 – амперметр; 3 – індуктор зі змінним радіусом навивки; 4 – конденсатор змінної ємності.

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.

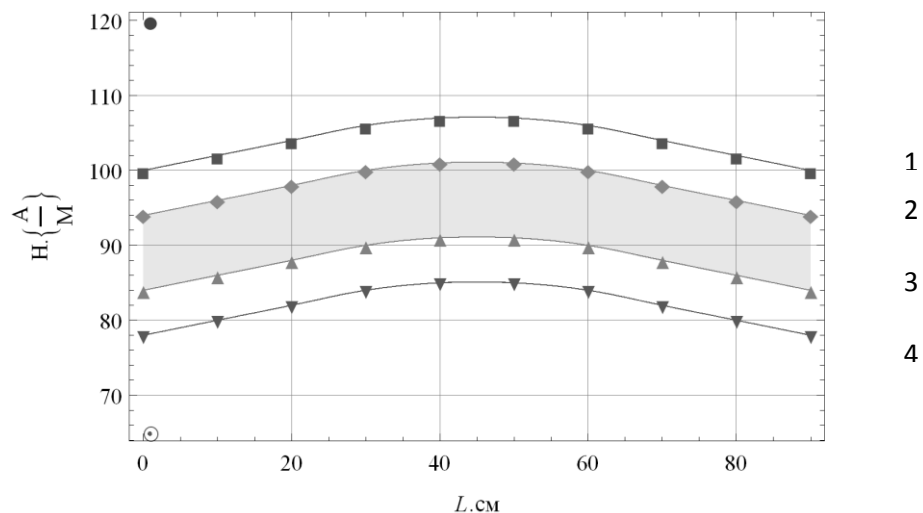


Рис. 4. Розподіл напруженості магнітного поля в робочих зонах індукторів: 1, 4 – напруженості МП циліндричного індуктора відповідно вздовж центральної та периферійної вісей, А/м; 2, 3 – напруженості МП розробленого індуктора відповідно вздовж центральної та периферійної вісей, А/м.

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, МПК<sup>7</sup> А 01 С 1 / 00 / В.С. Лукач, А.Г. Кушніренко, В.Ф. Ярошенко, В.І. Мищенко, 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.**