

УДК 632.9:631.302

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА

**В.С. Лукач, кандидат педагогічних наук,
А.Г. Кушніренко, кандидат технічних наук**

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Приведені теоретичні дослідження параметрів електромагнітного поля в робочій зоні індуктора, який використовується в технології передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур.

Індуктор, імітаційна модель, передпосівний обробіток насіння сільськогосподарських культур, електромагнітне поле, параметри обробітку, параметри електромагнітного поля.

Електротехнології передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі можна розглядати як систему, яку можна теоретично змодельовати і на основі отриманої моделі проаналізувати зв'язки основних чинників електротехнологічного обладнання та біологічного об'єкту. Це дозволить проаналізувати вплив кожного з вихідних чинників на біологічний об'єкт та визначити параметри обробітку, які забезпечують отримання стабільної прибавки врожаю.

Аналіз останніх досліджень. Моделі напруженості магнітного поля в робочій зоні індукторів, які мають суцільну одношарову навитку, або навитки із змінним кроком та радіусом у наукових працях не виявлено.

Мета роботи – отримати математичну модель напруженості магнітного поля в робочій зоні індукторів.

Методика досліджень. Теорія електромагнітного поля Д.К. Максвелла, принцип суперпозиції електромагнітного поля від різних частин навитки. Методи імітаційного моделювання [1, 2, 3].

Розрахункова схема індуктора приведено на рис. 1.

В точці а складові напруженість магнітного поля (радіальна і поперечна) та напруженість магнітного поля визначається за виразами:

$$H_R = \frac{I \cdot n \cdot S \cdot \cos \theta}{2\pi \cdot R^3} \quad (1)$$

$$H_\theta = \frac{I \cdot n \cdot S \cdot \cos \theta}{4\pi \cdot R^3} \quad (2)$$

$$H = \sqrt{H_R^2 + H_\theta^2} \quad (3)$$

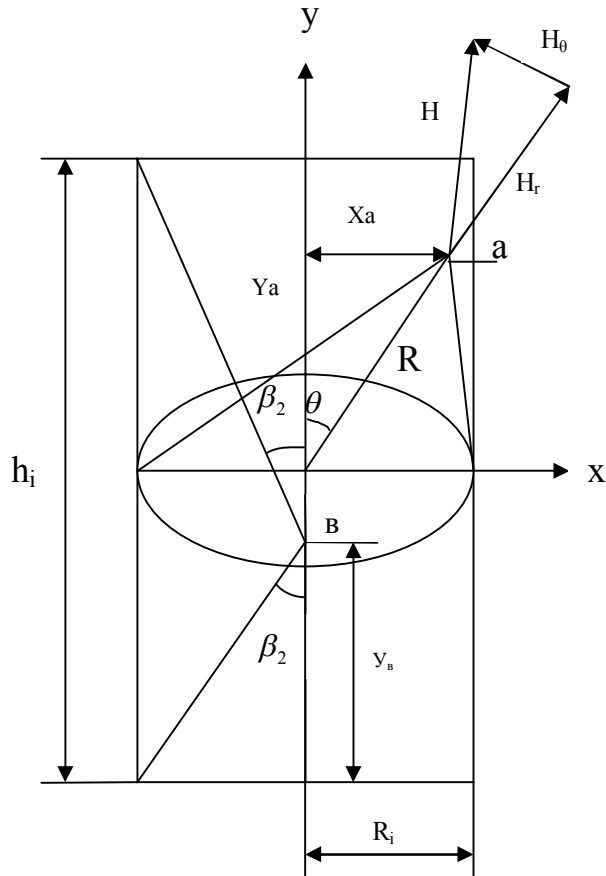


Рис. 1. Розрахункова схема індуктора

Із розрахункової схеми індуктора визначаємо:

$$R = \sqrt{X_a^2 + Y_a^2}; \quad (4)$$

$$\cos \theta = \frac{Y_a}{R_i}, \quad \cos^2 \theta = \frac{Y_a^2}{X_a^2 + Y_a^2}; \quad (5)$$

$$\sin \theta = \frac{X_a}{R_i}, \quad \sin^2 \theta = \frac{X_a^2}{X_a^2 + Y_a^2}; \quad (6)$$

$$S = \pi R_i^2. \quad (7)$$

Підставивши знайдені величини у вирази 1, 2, 3 отримуємо:

$$H_R = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2}{2} \cdot \int_{X=0}^{X=R_i} \int_{Y=0}^{Y=\frac{h}{2}} \frac{Y_a}{(X_a^2 + Y_a^2)^2} \cdot dX \cdot dY; \quad (8)$$

$$H_{\theta} = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2}{4} \cdot \int_{X>0}^{X=R_i} \int_{Y=0}^{Y=\frac{h}{2}} \frac{X_a}{(X_a^2 + Y_a^2)^2} \cdot dX \cdot dY; \quad (9)$$

$$H = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2}{2} \cdot \int_{X \geq 0} \int_{Y \geq 0}^{\frac{h}{2}} \frac{1}{(X_a^2 + Y_a^2)^2} \cdot \sqrt{Y_a^2 + \frac{X_a^2}{4}} \cdot dX \cdot dY. \quad (10)$$

З іншого боку при $X = 0$ та $Y = 0 \dots h$, напруженість магнітного поля уздовж центральної осі індуктора визначається за наступним виразом:

$$H = \frac{I \cdot n}{2h} \left[\frac{Y_b}{\sqrt{Y_b^2 + R_i^2}} + \frac{h - Y_b}{\sqrt{(h - Y_b)^2 + R_i^2}} \right]. \quad (11)$$

Напруженість магнітного поля в центрі індуктора і на центральній осі на периферії становить:

$$H_y = \frac{I \cdot n}{h}, \quad H_n = \frac{I \cdot n}{2h}. \quad (12)$$

Вирази 8 – 12 є теоретичною моделлю напруженості магнітного поля індуктора.

Еквіпотенційні поверхні теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора приведено на рис. 2. Рівняння еквіпотенційних поверхонь мають вигляд:

$$H_{100\%} = \frac{1}{2X^2} + \frac{1}{2Y^2}; \quad (13)$$

$$H_{89.5\%} = 2.8 + \frac{1}{3X^2} + \frac{1}{3Y^2}; \quad (14)$$

$$H_{75\%} = 5 + \frac{1}{4X^2} + \frac{1}{4Y^2}. \quad (15)$$

Побудова графічного зображення моделі еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора з виконано у полі програми Wolfram Matematuka 6 за наступною програмою:

Plot3D[{0+1/2x^2+1/2y^2,2.8+1/3x^2+1/3y^2,5+1/4x^2+1/4y^2},{x,-2,2},{y,-2,2},
Region Function → Function[{x,y,z},x^2+y^2 → 4.], BoxRatios → {1.4,1.4,2.0},
PlotRange → {0,6.5}, BoxRatios → Automatic, AxesLabel → {"X","Y","Z"}].

Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора приведена на рис. 2.

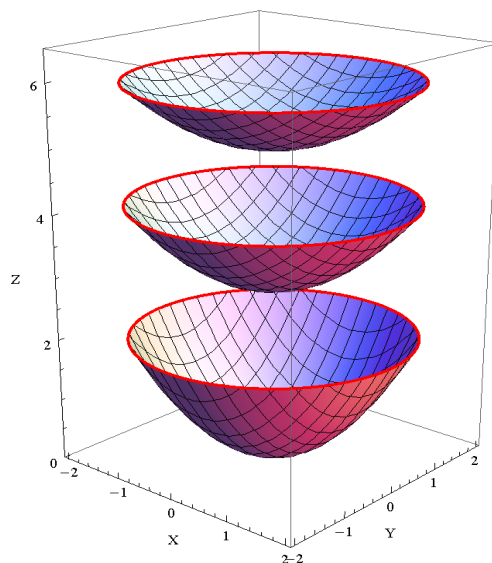


Рис. 2. Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора

Висновки

Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля $H_{100\%}$, $H_{89.5\%}$ та $H_{75\%}$ в робочій зоні індуктора наглядно ілюструє нерівномірність параметрів магнітного поля в електротехнології передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур.

Список літератури

1. Татур Т.А. Основные теории электромагнитного поля. Справочное пособие. / Т.А. Татур:– М.: Высшая школа, 1989. – 271 с.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества / И.Е. Тамм. – М.: Наука, 1989. – 504 с.
3. Терехов И.Н. Магнитные компасы / И.Н. Терехов, Н.И. Вешняков. – Л.: Управление гидрографической службы военно-морского флота, 1959. – 639 с.

Приведены теоретические исследования параметров электромагнитного поля в рабочей зоне индуктора, который используется в технологии предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур.

Индуктор, имитационная модель, предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур, электромагнитное поле, параметры обработки, параметры электромагнитного поля.

Theoretical study given parameters of the electromagnetic field in the working area of inductor used in pre-treatment technologies seed crops.

Inductor simulation model, Pre-tillage crop seeds, electromagnetic field, cultivation parameters, the parameters of the electromagnetic field.