

УДК 632.9:631.302

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА

*В.С. Лукач, кандидат педагогічних наук
А.Г. Кушніренко, кандидат технічних наук
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"*

Електротехнологія передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі розглядається як система, яку можна теоретично та експериментально змодельовати і на основі отриманої моделі проаналізувати зв'язки основних чинників параметрів електротехнологічного обладнання та фізіологічних властивостей біологічного об'єкту. Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень картини електромагнітного поля робочої зони технологічного вузла установки, перевірка на адекватність теоретичної моделі з експериментальною.

Передпосівний обробіток насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі, моделі картин електромагнітного поля, робоча зона індуктора.

Електротехнології передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі звукової частоти можна розглядати як систему «біологічний об'єкт – електромагнітне поле». Таку систему 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.

Теоретичні моделі картин поля в робочій зоні індукторів, які мають суцільну одношарову навитку, або навитку із змінним кроком, або навитку із змінним кроком та змінним радіусом, у наукових працях не виявлено.

Мета роботи – теоретично дослідити електромагнітне поле в робочій зоні індуктора та порівняти із експериментальними даними.

Матеріали та методика дослідження. Теорія електромагнітного поля Д.К. Максвелла, принцип суперпозиції електромагнітних полів від різних частин навитки. Методи імітаційного моделювання [1, 2].

Результати дослідження. Розрахункова схема індуктора приведено на рис.1.

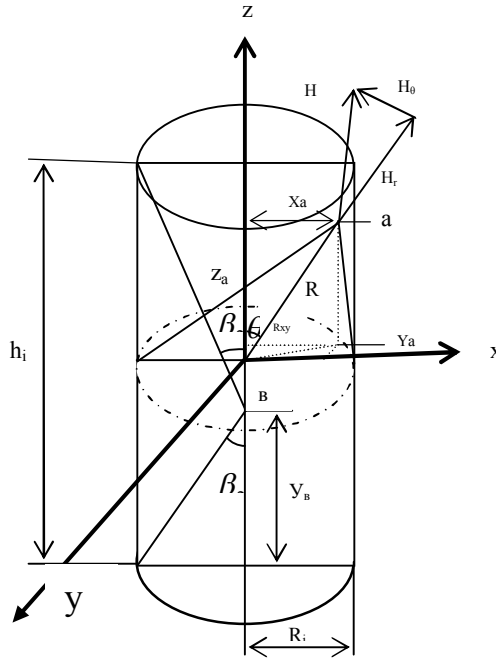


Рис. 1. Розрахункова схема індуктора

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

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

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

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

Із розрахункової схеми індуктора визначаємо:

$$R_{xy}^2 = X^2 + Y^2; \quad (4)$$

$$R_{xy} = \sqrt{X_a^2 + Y_a^2}; \quad (5)$$

$$R^2 = R_{xy}^2 + X_a^2 + Y_a^2 = X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2; \quad (6)$$

$$R = \sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}; \quad (7)$$

$$\cos \theta = \frac{Z_a}{R} = \frac{Z_a}{\sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}}; \quad (8)$$

$$\cos^2 \theta = \frac{Z_a^2}{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}; \quad (9)$$

$$\sin \theta = \frac{R_{xy}}{R} = \frac{\sqrt{X_a^2 + Y_a^2}}{\sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}}; \quad (10)$$

$$\sin^2 \theta = \frac{X_a^2 + Y_a^2}{X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2}; \quad (11)$$

$$S = \pi R_i^2. \quad (18)$$

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

$$H_R = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 Z_a}{2(X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2)^2}; \quad (19)$$

$$H_\theta = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 \sqrt{X_a^2 + Y_a^2}}{4(X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2)^2}; \quad (20)$$

$$H = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 \cdot \sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + 4Z_a^2}}{2 \cdot (X_a^2 + Y_a^2 + 4 \cdot Z_a^2)^2}, \quad (21)$$

де $X = 0 \dots R_i$, $Z = 0 \dots R_i$ та $Y = 0 \dots \frac{h}{2}$.

При $X = 0$, $Z = 0$ та $Y = 0 \dots \frac{h}{2}$, напруженість магнітного поля уздовж центральної осі індуктора визначається за наступним виразом:

$$H = \frac{I \cdot n}{2h} \left[\frac{Y_b}{\sqrt{Y_b^2 + R_i^2}} + \frac{h - Y_b}{\sqrt{(h - Y_b)^2 + R_i^2}} \right]. \quad (22)$$

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

$$H_u = \frac{I \cdot n}{h}, \quad H_n = \frac{I \cdot n}{2h}. \quad (23)$$

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:

$$H_{100\%} = \frac{1}{2X^2} + \frac{1}{2Y^2}; \quad (24)$$

$$H_{89.5\%} = 2.8 + \frac{1}{3X^2} + \frac{1}{3Y^2}; \quad (25)$$

$$H_{75\%} = 5 + \frac{1}{4X^2} + \frac{1}{4Y^2}; \quad (26)$$

$$H_{50\%} = \frac{2}{X^2} + \frac{2}{Y^2}. \quad (27)$$

Побудова графічного зображення моделі еквіпотенційних поверхонь розрахункових (теоретичних) значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора виконано у полі програми Wolfram Matematika 6.

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

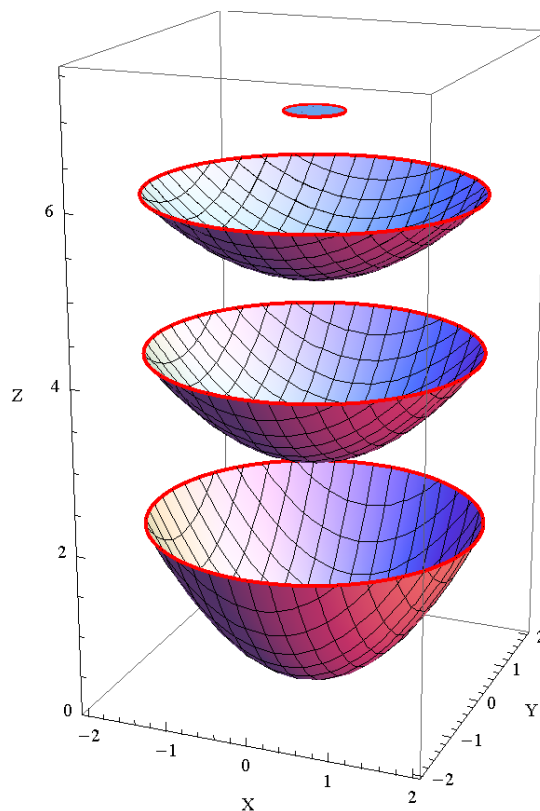


Рис. 2. Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора

Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля $H_{100\%}$, $H_{89.5\%}$ та $H_{75\%}$ у робочій зоні індуктора наглядно ілюструє нерівномірність параметрів магнітного поля в

електротехнології передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур.

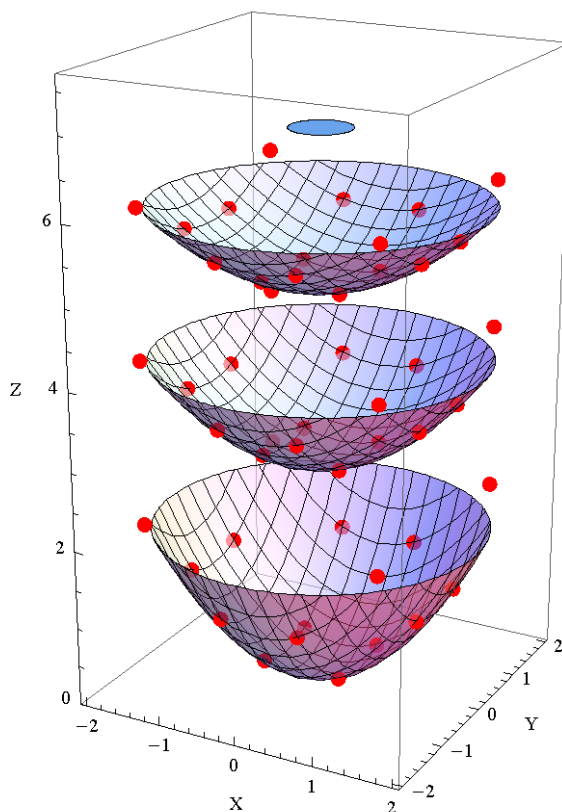


Рис. 3. Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь експериментальних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора

Перевірку отриманої імітаційної моделі (24 – 27) на адекватність із експериментальними даними виконується за методикою нульової гіпотези H_0 . Ця перевірка виконується за розробленою програмою.

У програму введено теоретичні та експериментальні значення вузлових чотирьох точок (значення які не повторюються).

Табличне значення t-критерію Стьюдента на 5%-ому рівні при числі степенів свободи для даного випадку $\nu = 8$ становить $t_{0,05}=2,38$, а за результатами розрахунку $t_{\text{фак}}=2,16$.

Висновки

Оскільки виконується умова $t_{\text{фак}}=2,36 \leq t_{0,05}=2,38$ імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь 24-27 вважається адекватною із експериментальними даними.

Список літератури

1. Лукач В. С. Пристрій для передпосівного обробітку насіння в електро-магнітному 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, Опубл. 16.05.2005. Бюл. № 5. – 6 с.

2. Лукач В. С. Спосіб оцінки ефективності передпосівної обробки насіння. Деклараційний патент на корисну модель № 17411 А, Україна, МПК⁷ А 01 С 1 / 00 / В. С. Лукач, В. Ф. Ярошенко, І.П. Радько, Л.А. Кушніренко. – К.: ДП УІВ, Опубл. 15.09.2006. Бюл. № 9. – 4 с.

Electrotechnology at preplant treatment of seed crops in the electromagnetic field is considered as a system that can be modeled theoretically and experimentally , and as a basis for a model to analyze the communication parameters of the main factors of electro equipment and physiological properties of biological object. The results of theoretical and experimental studies of electromagnetic field pattern of the working area of technological node installation, test the adequacy of the theoretical model with experimental.

Preplant treatment of seed crops in the electromagnetic field, model pictures of electromagnetic field, working area of inductor.