

## СОСТОЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*В. В. Коробский, А. А. Чернобай*

**Аннотация.** Приведены результаты состояния эксплуатации электромагнитных пускателей различных типов, которые эксплуатируются в аграрном секторе страны. Проанализированы причины неисправностей, структура отказов пускателей в реальных условиях, нормативные и фактические значения параметров окружающей среды, в которой работают пускатели в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** эксплуатация, электромагнитный пускатель, показатель надежности, отказ, параметры окружающей среды.

## OPERATION STATUS OF ELECTROMAGNETIC ACTUATORS IN AGRICULTURE

*V. Korobsky, A. Chernobay*

**Annotation.** The results of the state of operation of the electromagnetic actuators of various types, which are operated in the agricultural sector. The causes of faults, failures starters structure under real conditions, regulatory and actual values of the environment in which the actuators operate in agriculture.

**Key words:** operation, an electromagnetic actuator, an indicator of reliability, failure, environmental parameters.

УДК 632.9:631.302

## ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЕКВІПОТЕНЦІЙНИХ ПОВЕРХОНЬ НАПРУЖЕНОСТІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКТОРА ЗІ ЗМІННИМ РАДІУСОМ НАВИТКИ НА КАРКАСІ ЗРІЗАНОГО КОНУСУ

*А. Г. Кушніренко, кандидат технічних наук  
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»  
e-mail: nni.elektrik@gmail.com*

**Анотація.** Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень імітаційного моделювання напруженості магнітного поля робочої зони технологічного вузла установки, який має змінний радіус навитки, виконаної на каркасі зрізаного конусу. Виконана перевірка на адекватність теоретичної моделі.

**Ключові слова:** передпосівний обробіток насіння сільськогосподарських культур, електромагнітне поле, моделі картин електромагнітного поля, робоча зона індуктора.

Електротехнології передпосівного обробітку насіння сільськогосподарських культур в електромагнітному полі, створеному в індукторі зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу, необхідно теоретично змодельовувати. Отримані моделі дадуть змогу визначити технологічні параметри обробітку, які забезпечують отримання стабільної прибавки врожаю.

Відомі теоретичні та експериментальні моделі картин поля в робочій зоні індуктора, який має суцільну одношарову навитку [1-2]. Моделі картин поля, утвореного в індукторі із змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу, у наукових працях не виявлено.

**Мета досліджень** – теоретично та експериментально дослідити картини електромагнітного поля в робочій зоні індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу та перевірити їх на адекватність.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження базувалися на теорії електромагнітного поля Д. К. Максвелла, принципу суперпозиції електромагнітних полів від різних частин навитки. Використані методи імітаційного моделювання та індукційного вимірювання напруженості магнітної складової електромагнітного поля.

**Результати досліджень.** Загальний вигляд в 3D та розрахункова схема індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу приведено на рис. 1 [1].

Для індуктора зі змінним радіусом навитки в точці А складові напруженість магнітного поля (радіальна і поперечна) та напруженість магнітного поля визначаються за відомою методикою [3–4]:

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

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

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

Із розрахункової схеми для індуктора зі змінним радіусом навитки визначаємо:

$$R_{xy}^2 = R_x^2 + R_y^2 \quad (4)$$

$$R_{xy} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (5)$$

$$R^2 = R_{xy}^2 + R_z^2 = R_x^2 + R_y^2 + R_z^2 \quad (6)$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \quad (7)$$

Позначимо  $R_x = X_a$ ,  $R_y = Y_a$ ,  $R_z = Z_a$  та визначимо наступні величини:

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

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

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

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

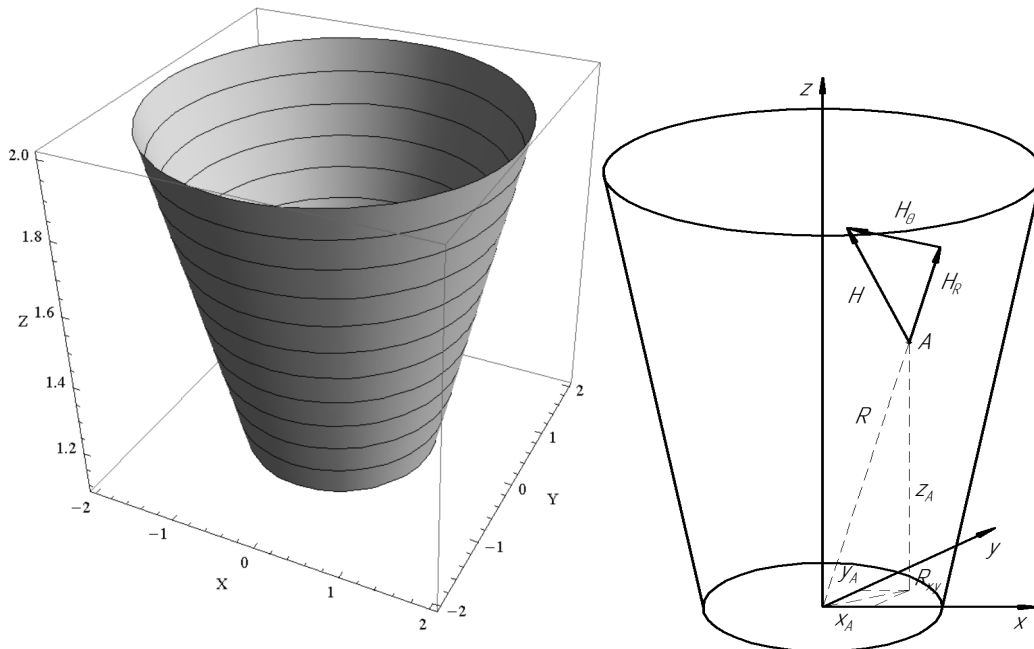
$$S = \pi R_i^2 \quad (12)$$

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

$$H_R = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 Z_a}{2(X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2)^2} \quad (13)$$

$$H_\theta = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 \sqrt{X_a^2 + Y_a^2}}{4(X_a^2 + Y_a^2 + Z_a^2)^2} \quad (14)$$

$$H = \frac{I \cdot n \cdot R_i^2 \cdot \sqrt{X_a^2 + Y_a^2 + 4Z_a^2}}{2 \cdot (X_a^2 + Y_a^2 + 4 \cdot Z_a^2)^2} \quad (15)$$



**Рис. 1. Загальний вигляд у 3D та розрахункова схема індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу**

Якщо у вирази 13, 14, 15 замість  $R_i$  і  $Z_a$  підставити їх значення для індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу, отримаємо:

$$R_i = R(Z) = \sqrt{\left(\frac{4}{3} R_i - Z\right) Z} \quad (16)$$

$$Z_a' = (Z_a + R_i) \quad (17)$$

та з урахуванням перенесення осей координат із центру індуктора на периферію, кінцевий результат набере вигляду:

$$H_R = \frac{\ln\left(\frac{1}{3}R_i - Z_a\right)(Z_a + R_i)^2}{2\left[X_a^2 + Y_a^2 + (Z_a + R_i)^2\right]^2} \quad (18)$$

$$H_e = \frac{\ln\left(\frac{1}{3}R_i - Z_a\right)(Z_a + R_i)\sqrt{X_a^2 + Y_a^2}}{2\left[X_a^2 + Y_a^2 + (Z_a + R_i)^2\right]^2} \quad (19)$$

$$H = \frac{\ln\left(\frac{1}{3}R_i - Z_a\right)(Z_a + R_i)\sqrt{Z_a^2 + Y_a^2 + 4Z_a^2}}{2\left[X_a^2 + Y_a^2 + 4(Z_a + R_i)^2\right]^2} \quad (20)$$

Вирази 18–20 є теоретична модель напруженості магнітного поля індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу.

Теоретичні моделі напруженості магнітного поля еквіпотенційних поверхонь індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу мають вигляд:

$$H(100\%) = 0 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (21)$$

$$H(95\%) = 3.5 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (22)$$

$$H(90\%) = 5.3 + 0.15X^2 + 0.15Y^2 \quad (23)$$

$$H(85\%) = 6.3 + 0.225X^2 + 0.225Y^2 \quad (24)$$

Побудова графічного зображення моделі еквіпотенційних поверхонь розрахункових (теоретичних) значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу виконано у полі програми Wolfram Matematika 6.

Імітаційні моделі еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу наведено на рис. 2.

Імітаційні моделі еквіпотенційних поверхонь напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора зі змінним радіусом навитки за результатами експериментальних даних мають вигляд:

$$H(100\%) = 0 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (25)$$

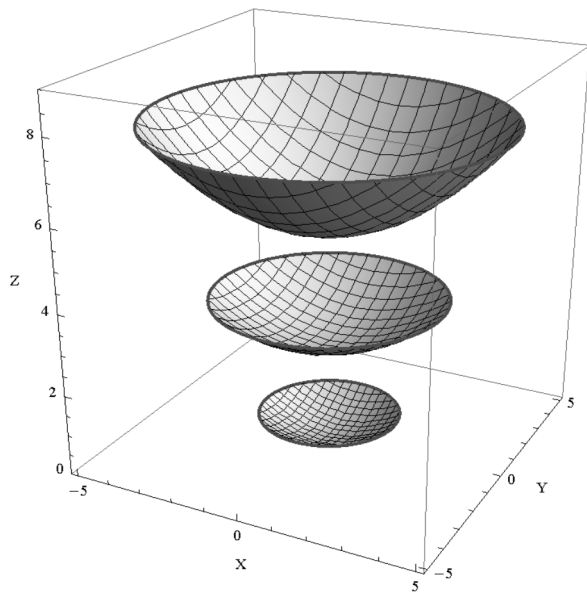
$$H(95\%) = 3.3 + 0.1X^2 + 0.1Y^2 \quad (26)$$

$$H(90\%) = 5.0 + 0.15X^2 + 0.15Y^2 \quad (27)$$

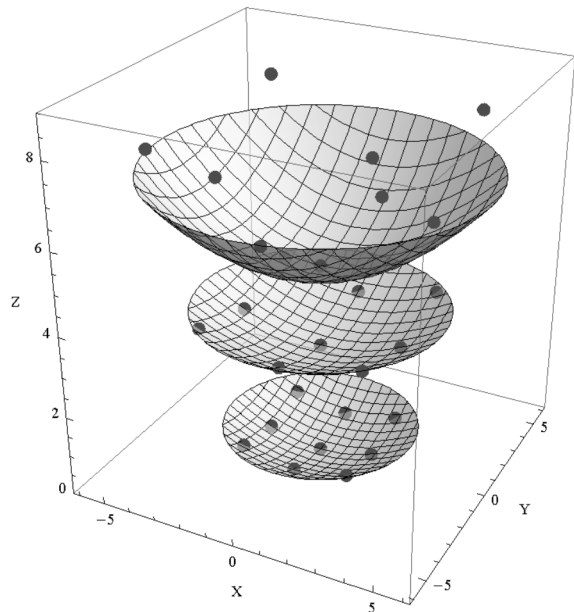
$$H(85\%) = 6.1 + 0.225X^2 + 0.225Y^2 \quad (28)$$

Імітаційні моделі еквіпотенційних поверхонь векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу, побудованих за результатами експериментальних значень, наведено на рис. 3.

Перевірка отриманої теоретичної імітаційної моделі (21) на адекватність із аналогічною експериментальною імітаційною моделлю (25) виконується за методикою нульової гіпотези  $H_0$  та за допомогою розробленої програми у полі програм Wolfram Matematika 6.



**Рис. 2. Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь теоретичних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора зі змінним радіусом навитки на каркасі зрізаного конусу**



**Рис. 3. Імітаційна модель еквіпотенційних поверхонь експериментальних значень векторів напруженості магнітного поля в робочій зоні індуктора зі змінним радіусом навитки**

У програму введено значення чотирьох теоретичних вузлових точок імітаційної моделі 21 (значення які не повторюються) та аналогічні значення експериментальних.

Табличне значення t-критерію Стьюдента при 5%-му рівні при числі степенів свободи для даного випадку  $\nu = 8$  становить  $t_{0,05} = 2,38$ , а за результатами розрахунку  $t_{\text{фак}} = 2,56$ .

### Висновки

Оскільки виконується умова  $t_{\text{фак}} = 2,56 \geq t_{0,05} = 2,38$ , теоретичні імітаційні моделі  $H(\%) = f(X, Y)$  вважаються адекватними з отриманими експериментальними даними.

### Список літератури

1. 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. Міщенко, Н. В. Ніженець. – К. : 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, МПК<sup>7</sup> А 01 С 1 / 00 / В. С. Лукач, В. Ф. Ярошенко, І. П. Радько, Л. А. Кушніренко. – К. : УІВ ; опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9. – 4 с.
3. Тамм И. Е. Основы теории электричества / И. Е. Тамм. – М. : Наука, 1989. – 504 с.

4. Татур Т. А. Основные теории электромагнитного поля : справ. пособие / Т. А. Татур. – М. : Высшая школа, 1989. – 271 с.

### **ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ИНДУКТОРА С ПЕРЕМЕННЫМ РАДИУСОМ НАВИТКИ НА КАРКАСЕ УСЕЧЕННОГО КОНУСА**

**А. Г. Кушниренко**

*Аннотация. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований имитационного моделирования напряженности магнитного поля рабочей зоны технологического узла установки, который имеет переменный радиус навитки, выполненной на каркасе срезанного конуса. Проведена проверка на адекватность теоретической модели.*

*Ключевые слова: предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур, электромагнитное поле, модели картин электромагнитного поля, рабочая зона индуктора.*

### **A SIMULATION MODEL EQUIPOTENTIAL SURFACE TENSION INDUCTOR MAGNETIC FIELD WITH VARIABLE RADIUS NAVYTKY**

**A. Kushnirenko**

*Annotation. The results of theoretical and experimental studies and simulation of the magnetic field of the working area of technological node installation that has a variable radius navytky. Test the adequacy of the theoretical model with experimental.*

*Key words: pre-cultivation of seed crops, electromagnetic field, electromagnetic field model pictures, work area inductor.*

УДК 535.37

### **ФЛУОРЕСЦЕНТНА СПЕКТРОСКОПІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

**Ю. І. Посудін, доктор біологічних наук**

**О. О. Годлевська, кандидат фізико-математичних наук**

**І. А. Залоїло, кандидат біологічних наук**

**Я. В. Кожем'яко, асистент**

**e-mail: posudin@ukr.net**

*Анотація. Розглянуто можливість застосування методу лазерної спектрофлуориметрії сільськогосподарських, зокрема злакових, культур та кукурудзи. Показано, що цей метод є перспективним для діагностики вікових і видових відмін злакових культур та кукурудзи,*

---

© Ю. І. Посудін, О. О. Годлевська,  
І. А. Залоїло, Я. В. Кожем'яко, 2015