

УДК 621.317

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М.К. БАГДАСАРЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ОКНЕ МАГНИТОПРОВОДА

Առարկան մագնիսական դաշտի բաշխվածությունը դիագնոստիկական արտադրություններում բնութագրում էն տեղեկատվական դաշտի արտադրող պարամետրերի տարբեր գծաչափային չափերի, նույնացնող լարի տարբեր դիրքերի, եռադրդի տարբեր կոորդինատների նույնացումը:

Получены выражения распределения магнитного поля, которые описывают характер картины магнитного поля в окне магнитопровода при разных габаритных размерах магнитопровода, положениях проводника с током и разных диаметрах проводника.

Ил.1 Библиогр.; 3 назв.

Magnetic field distribution expressions describing the character of the magnetic field pattern in the magnetic circuit window are obtained in different magnetic circuit overall dimensions, conductor positions with the current and different diameters of the conductor.

Ил. 1. Ref. 3.

Исследование и расчет магнитных полей в окне магнитопровода преобразователя тока - достаточно сложная и трудоемкая задача, так как магнитопровод имеет трехмерную форму и ток изменяется во времени. Если рассматривать задачу как статическую, то практически невозможно найти аналитическую функцию от трех неизвестных аргументов. Поэтому приходится принимать такие допущения, при которых магнитное поле с достаточной точностью определялось двумя параметрами в двухкоординатной системе.

Рассматривается методика расчета магнитного поля во внутренней области магнитопровода. Результаты анализа и расчета магнитных полей магнитопровода в основном зависят от способа возбуждения поля, формы и свойств поверхностей, ограничивающих распространение поля, конфигурации сечения проводника с измеряемым током [1].

Исследуемое магнитное поле создается током I с плотностью j . Для определения картины магнитного поля в окне магнитопровода преобразователя тока приняты следующие допущения:

- сталь магнитопровода имеет бесконечно большую магнитную проницаемость;
- начало координаты совпадает с левым нижним углом границы магнитопровода (см. рис.);
- измеряемый ток распределен по сечению проводника с равномерной плотностью j ;
- магнитное поле имеет плоскопараллельную конфигурацию

Целью работы является определение картины распределения магнитного поля в окне магнитопровода ($0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$), создаваемого проводником с измеряемым током, расположенным в точке $x = x_0$, $y = y_0$ (рис.).

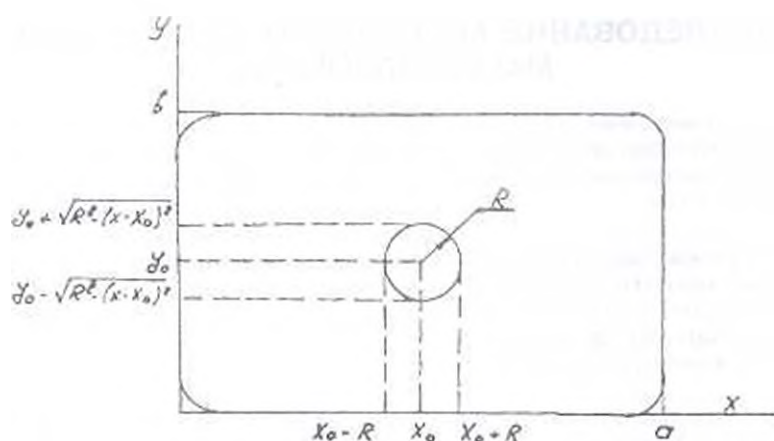


Рис. К расчету картины распределения магнитного поля в окне магнитопровода

Картина магнитного поля прежде всего зависит от геометрической формы и сечения проводника с током. Практический интерес представляет поле, возбужденное проводником круглого и прямоугольного сечений. Определению магнитной индукции проводника прямоугольного сечения посвящено достаточное количество работ [1-3], поэтому в нашей работе большое внимание уделено проводнику круглого сечения радиусом R .

В пространстве между проводниками магнитопроводов (в окне) векторный потенциал $A(x, y)$ удовлетворяет уравнению Пуассона, определяющему поле в области, где протекает ток (местоположение проводника с током), и уравнению Лапласа, которое определяет поле в области, где ток не протекает. При этом задача может быть сведена к решению уравнения Пуассона в декартовых координатах с учетом приведенного ниже условия:

$$\Delta^2 A / dx^2 + d^2 A / dy^2 = -\mu_0 J(x, y), \quad (1)$$

где A - магнитный потенциал; μ_0 - магнитная проницаемость воздуха; x, y - координаты рассматриваемой точки; J - плотность тока.

$$J(x, y) = \begin{cases} J & \text{при } (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \leq R^2, \\ 0 & \text{при } (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 > R^2, \end{cases} \quad (2)$$

где R - радиус токопроводящего проводника

Найдем алгебраическое уравнение, которое дает полное представление о влиянии различных параметров на исследуемое поле. Для решения уравнения Пуассона применим метод разделения

переменных. Решение для векторного потенциала $A(x, y)$ находим в виде

$$A(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(x) Y_n(y). \quad (3)$$

Тогда дифференциальное уравнение собственных функций $Y(y)$ будет иметь вид

$$Y_n(y) = C_1 \sin \sqrt{\lambda} y + C_2 \cos \sqrt{\lambda} y. \quad (4)$$

Поскольку в рассматриваемой нами задаче границы исследуемого магнитного поля приняты с бесконечно большой магнитной проницаемостью, поэтому предельные условия могут быть представлены в виде

$$\text{при } x = 0 \quad dA/dx = 0, \quad \text{при } y = 0 \quad dA/dy = 0, \quad (5)$$

$$\text{при } x = a \quad dA/dx = 0, \quad \text{при } y = b \quad dA/dy = 0.$$

Выражение $Y(y)$ определяется путем решения дифференциального уравнения второго порядка с учетом предельных условий (5):

$$Y_n(y) = \cos \pi n y / b. \quad (6)$$

Окончательное выражение магнитного потенциала с применением разложения Хевисайда принимает вид

- при $x_0 - R < x < x_0 + R$:

$$A(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} -4b\mu_n J \cos(\pi n y_0 / b) \cos(\pi n y / b) / (\pi n)^2 \times \\ \times \left[\int_{x_0-R}^{x_0+R} \text{sh}(\pi n(x-\eta)/b) \sin(\pi n \sqrt{R^2 - (\eta - x_0)^2} / b) d\eta + \right. \\ \left. + \text{ch}(\pi n x / b) / \text{sh}(\pi n a / b) \times \right. \quad (7)$$

$$\times \left. \int_{x_0-R}^{x_0+R} \text{ch}(\pi n(a-\eta)/b) \sin(\pi n \sqrt{R^2 - (\eta - x_0)^2} / b) d\eta \right];$$

- при $0 < x < x_0 - R$:

$$A(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} -(4b\mu_n J / (\pi n)^2) \cos(\pi n y_0 / b) \cos(\pi n y / b) \text{ch}(\pi n x / b) / \\ / \text{sh}(\pi n a / b) \int_{x_0-R}^{x_0+R} \text{ch}(\pi n(a-\eta)/b) \sin(\pi n \sqrt{R^2 - (\eta - x_0)^2} / b) d\eta; \quad (8)$$

- при $a > x > x_0 + R$:

$$A(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} -(4b\mu_n J / (\pi n)^2) (\cos(\pi n y_0 / b) \cos(\pi n y / b) \times \\ \times \left[\int_{x_0-R}^{x_0+R} (\text{sh} \pi n(x-\eta)/b) \sin(\pi n \sqrt{R^2 - (\eta - x_0)^2} / b) d\eta + \right. \quad (9)$$

Таким образом, на основании полученных аналитических выражений распределения магнитного поля описывается характер картины магнитного поля в окне магнитопровода при разных габаритных размерах магнитопровода, положениях проводника с током и разных диаметрах.

1. Бинс К., Лауренсон П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. - М.: Энергия, 1970. - 375с.
2. Бухгольц Г. Расчет электрических и магнитных полей: Пер. с нем. - М.: Изд.-во иностр. лит., 1971. - 712 с.
- 3 Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1972. - 735 с.

03.10.1996

УДК 62-50

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

С.О. СИМОНЯН, П.Э. ГУКАСЯН

РАСЩЕПЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ТЕЙЛОРОВСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Ասաջորդված 1 զմային դիտարկել հաստատարելի հեղքան տրոխտադեա ընթող
 Լեւոնյան զնգարադիտ-սեղորանի ձեռնարկարարներին վրա: Դիտարկված 1 անդադրելի
 զոնանի:

Предложен эффективный метод расщепления линейных динамических систем на основе дифференциально-тейлоровских преобразований. Рассмотрен модельный пример.

Библіогр. 3 назв.

An efficient method of linear dynamic system splitting based on differential-Taylor transformations has been suggested. A model sample has been considered.

Ref. 3