

УДК 621.313

Дівчук Т.Є.¹, Савельєв В.Г.²

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

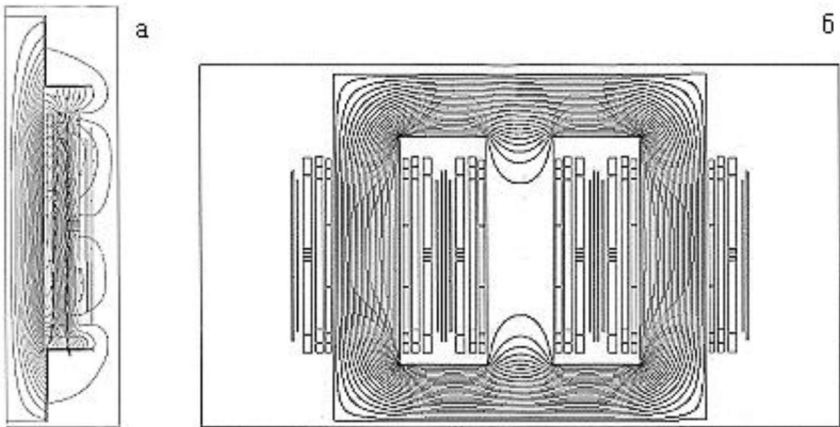
ЗМЕНШЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ РОЗМІРНОСТІ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Електромагнітні процеси в активній частині силового трансформатора можна визначити шляхом розв'язання рівнянь диференціальної моделі Максвелла у частотному формулюванні відносно векторного магнітного потенціалу [1-3]

$$\left\{ \nabla \times \left[\left(\mu_0 \mu_{ej} [B_j] \right)^{-1} \nabla \times \mathbf{A}_j \right] + \right. \\ \left. + j\omega \sigma_j(\theta_j) (\mathbf{A}_j + V_j) \right\} = \mathbf{J}_{ej}, \quad (1)$$

де $\mathbf{A}$ – векторний магнітний потенціал; V – електричний потенціал; $\sigma(\theta)$ – питома електропровідність; $B_j = \nabla \times \mathbf{A}_j$ – індукція магнітного поля; μ_e – ефективна відносна магнітна проникність; θ – температура; ω – кутова частота; $\mathbf{J}_e$ – густина стороннього джерела струму; індекс j відповідає розрахунковій підобласті.

Чисельну реалізацію математичної моделі (1) з умовами калібрування Кулона, спряження та граничними умовами було здійснено методом скінченних елементів для силового трансформатора типу ТДТН-40000/110-У1. Зменшення просторової розмірності моделі електромагнітного поля (1) є її реалізація методом скінчених елементів для вісесиметричних і плоскопаралельних полів. Таке моделювання здійснюється в поперечних перерізах активної частини силового трансформатора вертикальною площиною, що проходить через осі стрижнів магнітної системи (рис. 1б) для режиму неробочого ходу, а для режиму короткого замикання – вертикальною площиною, що проходить через вісь фази трансформатора перпендикулярно до площині його магнітної системи (рис. 1а).



а – вісесиметрична модель активної частини трансформатора у режимі КЗ; б – плоскопаралельна модель активної частини трансформатора у режимі НХ.

Рисунок 2 – Еквіпотенціальні лінії модуля векторного магнітного потенціалу.

Для завдання властивостей усіх провідникових, феромагнітних і електроізоляційних середовищ, а також граничних умов і побудови сітки скінченних елементів виконуються розрахунки і здійснюється візуалізація картини поля для вісесиметричної та плоскопаралельної задачі (рис. 1).

Реалізація математичної моделі просторового електромагнітного перетворення енергії змінного струму в активній частині силового трансформатора методом скінчених елементів для її взаємоперпендикулярних перерізів дозволяє істотно зменшити вимоги до програмного забезпечення і обмежити дослідження моделями вісесиметричного і плоскопаралельного поля у відповідності до дослідного режиму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yarymbash, D. A New Simulation Approach of the Electromagnetic Fields in Electrical Machines [Text] / D. Yarymbash, M. Kotsur, S. Subbotin, A. Oliinyk // IEEE: The International Conference on Information and Digital Technologies, July 5th - 7th, Zilina, Slovakia. 2017 – Catalog Number CFP17CDT-USB – pp. 452-457. doi: **10.1109/DT.2017.8024332**

2. Yarymbash, D. The features of magnetic flux distribution of the idling mode of the power transformers [Text]/ D.Yarymbash, S. Yarymbash, T. Divchuk,, I. Kylymnik // Electrical Engineering And Power Engineering, 2016. Issue 2, pp. 5-12. doi: **10.15588/1607-6761-2016-2-1**

3. Yarymbash, D. Determination features of the power transformer short circuit parameters through field modeling [Text]/ D.Yarymbash, S. Yarymbash, T. Divchuk,, I. Kylymnik // Electrical Engineering And Power Engineering,, 2016, Issue 1, pp.12-17. doi: **10.15588/1607-6761-2016-1-2**