

УДК 621.314.211

**С.І. Гребень**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

**S.I Hreben'**

### **ANALYSIS METHODS FOR MODELING THERMAL FIELD TRANSFORMERS**

Електрична енергія при її передачі від електростанцій до кінцевих споживачів зазнає до восьми трансформацій. У сформованих економічних умовах особливого значення набуває забезпечення найвищої ефективності від кожного кіловольт-ампера встановленої трансформаторної потужності.

При оцінці надійності роботи трансформаторів необхідно визначити температуру в найбільш нагрітих точках ізоляції обмотки. Для цього найчастіше використовують аналітичний метод та метод електротеплових аналогій. Перший метод базується на суперпозиції теплових полів, що дозволяє отримати наближений аналітичний опис процесу тепловіддачі в трансформаторі. Другий метод зводиться до розрахунку еквівалентних лінійних електричних схем. Для цього теплові величини (температура, кількість теплоти, тепловий потік) замінюються їх електричними аналогами (напруга, заряд, струм). Потім розраховується електрична схема і знаходяться невідомі теплові величини. Використання даних методів вимагає трудомістких розрахунків а їх похибка становить близько 15%.

Більш перспективним і наочним є створення інтерактивних моделей в різних програмних пакетах. Вони дозволяють створювати моделі, близькі до реальних, при цьому не вимагаючи трудомістких математичних розрахунків. Серед засобів забезпечення досліджень важливе місце займають програмні комплекси, що базуються на використанні методу скінченних елементів (МСЕ), які дозволяють проводити імітаційне моделювання роботи конструкції на основі опису її геометрії, фізики модельованих процесів, властивостей використаних матеріалів за заданими користувачем початковими даними.

До переваг даного методу можна віднести:

- можливість визначення теплових параметрів в будь-якій точці досліджуваної області;
- довільний вибір геометрії конструкції трансформатора;
- одночасний розрахунок рівнянь МСЕ дає можливість врахувати з високою точністю всі взаємозв'язки в системі.

Використання програмних пакетів, які використовують МСЕ дозволяє проводити моделювання взаємозв'язаних задач (магнітоелектричного та теплового поля). Це дає можливість врахувати такі особливості моделі як; температурну залежність питомої провідності, магнітний гістерезис, магнітна анізотропія, скін-ефект та вихрові струми в обмотці трансформатора.

Моделювання теплових процесів трансформаторного обладнання дозволяє запобігти пошкодженню, пов'язаних з нерівномірним розподілом тепла в трансформаторі, а також встановлювати з високою ймовірністю потенційні пошкодження під час експлуатації трансформаторів. Таким чином, моделювання теплових процесів дозволяє в значній мірі знизити позапланові ремонти, пов'язані з перегрівом трансформаторів.