

УДК 621.313

Солодовнікова Т.П.

старш. викл. ЗНТУ

## **ОДНОСТРИЖНЬОВІ АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ (РЕАКТОРІВ)**

Як відомо, магнітне поле у трансформаторах та реакторах утворюється сумою сил намагнічування обмоток і відводів. Обмотки потужних силових трансформаторів та реакторів, зазвичай, виконують дротами прямокутного чи круглого перерізу. Самі дроти ізолюють один від одного емалевою, або

паперовою ізоляцією. Між ходами гвинтової обмотки, або катушками безперервної катушкової обмотки виконують канали за допомогою електрокартонних прокладок (масляні, чи повітряні для сухих трансформаторів). Їх розміри варіюються від торців до центру обмотки. Зазвичай, нехтують нерівномірністю розподілу струму по перерізу окремих дротів, тому обмотки розкладають на зони з приблизно однаковою щільністю ампер-витків. У центри поєднують зони, які мають однакові координати в радіальному напрямку.

У матмоделях обмотки представлені або у вигляді циліндра, або як нескінченні плоскопаралельні шини прямокутного перерізу. При будові моделей конкретизують, найбільшим чином, досліджувані вузли. Інші, які не представляють інтересу у даному випадку, ідеалізують, чи й зовсім не враховують.

Для досліджень широко застосовують аналітичні та чисельно-аналітичні методи розрахунку полів розсіювання. За основу приймають постановку та розв'язок крайових задач для двовимірних моделей (найчастіше) у вигляді рівнянь Пуассона за умов Неймана на межах моделей.

За методом дзеркальних відображень за законом Біо-Савара можна отримати вирази складових індукції магнітного поля обмоток враховуючи стрижні та ярма трансформатора (реактора).

Для плоскопаралельних моделей обмоток трансформаторів (при  $\mu = \infty$ ) є розв'язки у вигляді подвійних рядів Фур'є при розділенні змінних. Для циліндричних моделей (при тих же умовах) – у вигляді рядів Фур'є-Бесселя.

Метою досліджень цих моделей є не тільки розрахунки складових індукції, а й розрахунки індуктивних опорів та осьових сил в обмотках.

При аналізі вісесиметричних і плоскопаралельних моделей з декількох шарів бічних стінок з відомими значеннями магнітної проникності та електричної провідності виводяться вирази для розрахунків складових індукції часткових моделей, які використовують, як при дослідженні трансформаторів, так і реакторів. Для визначення розподілу струмів обмоток, для розрахунку власних та взаємних індуктивностей користуються тими ж виразами.

Користування чисельно-аналітичними методами, які ґрунтуються на методі інтегральних рівнянь, чи комбінації аналітичного методу та методу вторинних джерел доцільне при спрощеному моделюванні феромагнітних деталей трансформаторів та реакторів (дискретні тіла зі скінченою магнітною проникністю).

На основі розглянутого вище, видно, що для дослідження магнітного поля трансформаторів та реакторів можна використовувати двовимірні однострижньові розрахункові моделі, які розв'язують відповідними

крайовими задачами, як аналітичними, так і чисельно-аналітичними методами.