

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО НАГРІВУ РІДИНИ

Давидов О.М., к.т.н., доц., Хом'як П.М., студент  
НТУУ «КПІ», кафедра електромеханіки

Розрахунок трансформатора повинен враховувати особливості конструкції, яка відрізняється від загально відомих. Специфічність конструкції є виконання вторинних обмоток трифазного сухого трансформатора.

Витки вторинної обмотки виконують з порожнистих корозіостійких труб, по яким прокачують рідину, що нагрівається і виносить тепло до теплового накопичувача.

Матеріалом труб (витків) слугує аустенітова сталь, питомий опір якої майже на порядок перевищує питомий опір алюмінію і міді. Це приводить до збільшення втрат у витках, які виконують у вигляді кілець. При цьому можна вважати роботу трансформатора на активне навантаження.

На стрижні однієї фази трифазного трансформатора може розташовуватись деяка кількість кілець, число яких залежить від необхідної вихідної потужності та геометрії кілець (витків).

Розцінюючи трансформатор як симетричну систему, розрахунки можна проводити на одну фазу. Усе число кілець при розрахунках треба прийняти як один виток з паралельними вітками, які дорівнюють числу кілець на стрижні.

Вихідна потужність фази дорівнює одній третині повної вихідної потужності трифазного трансформатора. При цьому треба прийняти що потужність фази рівномірно розподіляється поміж кільцями фази, тобто

$$P_{2\phi} = n \cdot r_k \cdot I_k^2, \quad (1)$$

де  $P_{2\phi}$  - вихідна потужність фази, Вт;  $n$  - кількість труб на одному стрижні;  $I_k$  - струм у кільці;  $r_k$  - активний опір кільця.

Вторинний струм у кільці дорівнює

$$I_{2k} = U_e / r_k, \quad (2)$$

де  $U_e$  – напруга на один виток.

Струм первинної обмотки, кількість витків в ній та розміри знаходять загально прийнятим способом, але розташовують ближче до стрижня. Вхідна потужність первинної обмотки, яка підключають до мережі можна взяти 1,01...1,02 від вихідної.

Визначивши геометричні розміри стрижня, первинної обмотки та відстань між первинною і вторинною обмотками (канал розсіювання), треба прийняти розміри кільця вторинної обмотки. Далі використовуючи вираз (1) і співвідношення  $I_2 = I_k \cdot n_1$ .

Знайти кількість кілець на стрижень

$$n = I_k^2 \cdot r_k / P_{2\phi} \quad (3)$$

Потужність  $3 \cdot P_{2\phi}$  дорівнює потужності нагрівання рідини всього трансформатора

$$3 \cdot P_{2\phi} = P_{нф} = V \cdot c \cdot \Delta\theta, \quad (4)$$

де  $V$  - об'єм витрати рідини для охолодження всього трансформатора,  $m^3/c$ ;  $c$  – теплоємність рідини;  $\Delta\theta$  – різниця температур між вихідною і вхідною рідиною у труби,  $^{\circ}C$ .

При проектуванні треба вибирати електромагнітні навантаження, рекомендо для сухих трансформаторів. Вибір провідників первинної обмотки слід вибирати з класом нагрівостійкості «Н».

У процесі роботи трансформатора можливі відхилення по напрузі мережі та коливання тиску рідини, яка охолоджується вторинної обмотки.

Коливання напруги мережі враховуючи можливість роботи трансформатора як у денні, так і нічні часи, приводять до зміни ЕРС витка первинних і вторинних обмоток.

$$U_s = U_{\phi} / W_1 \quad (5)$$

У цьому випадку збільшиться струм у кільцях вторинної обмотки, що приведе до збільшення втрат у кільцях, і підвищення нагрівання рідини, враховуючи, що потужність нагріву пропорційна квадрату струму, а величина струму пропорційна напрузі витка.

Стабілізація напруги може бути досягнута шляхом виконанням відгалужень від витків первинної обмотки.

Нагрівання труб вторинної обмотки більше  $115^{\circ}C$  може бути уникнено збільшенням тиску і відповідно швидкості рідини.

Треба відзначити, що збільшення напруги мереж веде до зменшення коефіцієнта корисної дії та зменшення коефіцієнта активної потужності трансформатора.

#### Перелік посилань

1. [Тихоміров П.М. «Расчет трансформаторов» - М.: Энергия, 1976 – 544 с.]
2. [Постников И. М. «Проектирование электрических машин» - Кн08: Гостехиздат УССР, 1969 – 910 с.]