

УДК 621.3.013.1

Лапкіна С. О.

асист. НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛЮВАННЯ МАГНІТНОГО КОЛА ПРОСТОРОВОЇ СИМЕТРИЧНОЇ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ТРИФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Порівняно з традиційним трифазним плоским трансформатором з багат шаровим сердечником, тривимірний трансформатор з обмоткою має переваги симетрії магнітного ланцюга, низького рівня вібрації та шуму і може застосовуватися в галузі силового перетворення енергії. Щоб покращити загальну питому потужність системи, необхідно максимально збільшити робочу амплітуду щільності магнітного потоку осердя трансформатора, тому необхідно точно оцінити робочі характеристики тривимірного трансформатора з намотаним осердем в стані насичення. У цій статті в основному вивчається моделювання трифазного трансформатора з просторовим осердем з урахуванням нелінійності осердя, створюється трифазна модель магнітного ланцюга.

Сердечник трансформатора складається з трьох каркасів, намотаних зі стрічки електротехнічної сталі, і об'єднаних в загальний магнітопровід як показано на рис. 1.



Рисунок 1 – Навитий просторовий магнітопровід

Позначаємо кожен стрижень як А, В, С, відповідно кожен каркас магнітопровід матиме позначення АВ, ВС, СА. Магнітні потоки, що протікають у трьох одиночних каркасі тривимірного намотаного сердечника, дорівнюють $\Phi_{AB}(t)$, $\Phi_{BC}(t)$ і $\Phi_{CA}(t)$, а середні магнітні потоки А-фази В-фази та С-фази: $\Phi_A(t)$, $\Phi_B(t)$, $\Phi_C(t)$. Рівняння зв'язку матиме вигляд:

$$\begin{cases} \Phi_{AB}(t)R_{mAB}(t) = w_1 I_A(t) - w_1 I_B(t) \\ \Phi_{BC}(t)R_{mBC}(t) = w_1 I_B(t) - w_1 I_C(t), \\ \Phi_{CA}(t)R_{mCA}(t) = w_1 I_C(t) - w_1 I_A(t) \end{cases} \quad (1)$$

де w_1 – кількість витків первинної та обмотки; R_{mAB} , R_{mBC} , R_{mCA} – опору кожного окремого каркасу;

I_A , I_B , I_C – струми в обмотках кожної фази.

З формули 1 отримаємо:

$$\Phi_{AB}(t)R_{mAB}(t) + \Phi_{BC}(t)R_{mBC}(t) + \Phi_{CA}(t)R_{mCA}(t) = 0. \quad (2)$$

Коли робочі точки кожного однорамкового магнітопроводу розташовані на лінійній ділянці кривої намагнічування, магнітний опір кожного одиночного каркаса в основному однаково, тоді

$$\Phi_{AB}(t) + \Phi_{BC}(t) + \Phi_{CA}(t) = 0. \quad (3)$$

Згідно з наведеним вище теоретичним аналізом, еквівалентний магнітний ланцюг трансформатора буде мати вигляд, показаний на рис. 2.

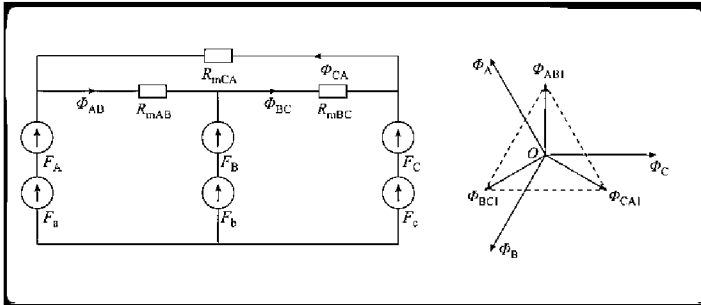


Рисунок 2 – Магнітний ланцюг та векторна діаграма потоків трансформатора

Можна бачити, що Φ_{AB} , Φ_{BC} і Φ_{CA} утворюють замкнутий контур, і існує шлях потоку нульової послідовності. Магнітний потік однокорпусного залізного сердечника, що збуджується ідеальним синусоїдальним джерелом напруги, містить тільки основні хвильові складові і гармонійні складові нульової послідовності. З формули (1) видно, що магнітний потік у сердечнику синтезується основний хвильової складової та гармонійної складової нульової послідовності двох одиночних каркасів, а гармонійні складові нульової послідовності двох одиночних каркасів компенсують один одного, тому магнітний потік у стрижні сердечника в основному синтезується основними хвильовими компонентами двох одиночних каркасів. Оскільки площа поперечного перерізу стовпця сердечника вдвічі перевищує площу поперечного перерізу одиночного каркаса, середня амплітуда щільності магнітного потоку стовпця сердечника в 0,866 разів перевищує амплітуду основної щільності магнітного потоку одиночної рамки.