

Дніпродзержинський державний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОЛЬГОВИХ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПРИСТРОЇВ З ВНУТРІШНЬОЮ ПОЗДОВЖНЬОЮ ЄМНІСНОЮ КОМПЕНСАЦІЄЮ

Вступ. Трансформаторні пристрої з внутрішньою поздовжньою ємнісною компенсацією (трансиконди) мають обмотки, що виготовляються зі стрічкових провідникових (фольга) та ізоляційних (конденсаторний папір, полімерна плівка) матеріалів [1]. Первинна w_1 і проміжна w_{II} обмотки намотуються спільно і утворюють компенсуючу ємність (рис.1).

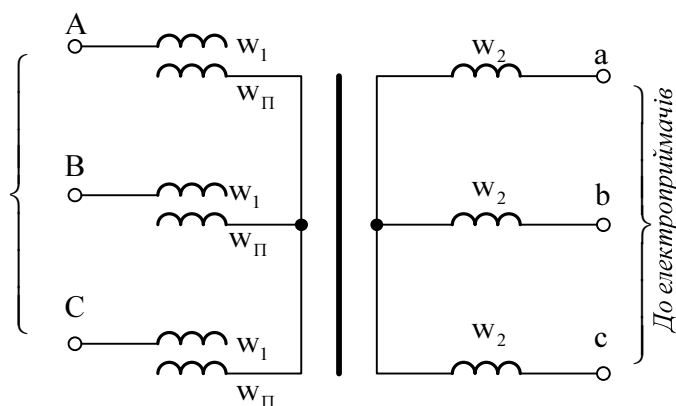


Рисунок 1 – Принципова схема трансиконди з поздовжньою ємнісною компенсацією

Постановка задачі. Метою роботи є аналіз взаємозв'язку між геометричними параметрами обмоток трансикондів, їх електричними характеристиками та особливостями конструкції.

Результати роботи. Оскільки діаметри чи радіуси витків обмотки монотонно зростають в процесі її намотки (рис.2), то біжучу величину радіуса витка визначимо співвідношенням

$$R = R_0 + \Delta_{II} \frac{\alpha}{2\pi}, \quad (1)$$

де R_0 – початковий радіус витка при $\alpha = 0$;

Δ_{II} – сумарна товщина пакета стрічкових матеріалів.

Елемент довжини пакета стрічок, що міститься між радіальними перетинами α та $\alpha+d\alpha$

$$d\ell = R \cdot d\alpha = \left(R_0 + \Delta_{II} \frac{\alpha}{2\pi} \right) d\alpha. \quad (2)$$

Довжина пакету стрічок обмотки:

$$\ell = \int_0^{\alpha_1} \left(R_0 + \Delta_{II} \frac{\alpha}{2\pi} \right) d\alpha = R_0 \cdot \alpha_1 + \frac{\Delta_{II}}{4\pi} \alpha_1^2, \quad (3)$$

де α_1 – кут повороту котушки, що відповідає повній кількості її витків w .

Беручи до уваги, що один виток формується обертанням котушки на 2π радіан, запишемо рівняння (3) у вигляді:

$$\ell = 2\pi R_0 \cdot w + \pi \Delta_{II} \cdot w^2. \quad (4)$$

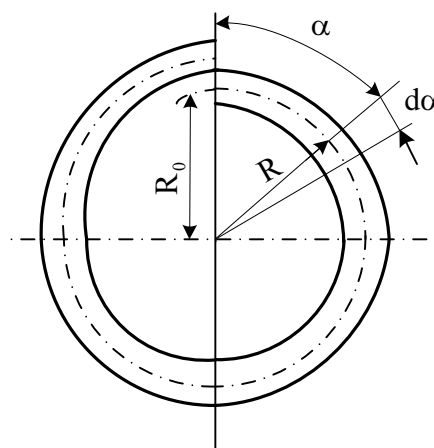


Рисунок 2 – Виток фольгової обмотки

При початковому радіусі обмотки R_0 та довжині пакету стрічок ℓ маємо:

$$w = \frac{R_0}{\Delta_{\Pi}} + \sqrt{\frac{R_0^2}{\Delta_{\Pi}^2} + \frac{\ell}{\pi \cdot \Delta_{\Pi}}}. \quad (5)$$

Перша складова в правій частині виразу (5) за абсолютною величиною дорівнює числу витків, яке можна отримати з пакету стрічок, починаючи намотку з $R=0$ і до $R=R_0$. Друга складова під знаком радикала є квадратом кількості витків обмотки з довжиною пакета стрічок ℓ , що намотана з початкового радіуса $R=0$.

Якщо обмотка складається з декількох пакетів стрічок, що мають довжину $\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_i$ і товщину відповідно $\Delta_{\Pi 1}, \Delta_{\Pi 2}, \dots, \Delta_{\Pi i}$ і з'єднані послідовно, то загальна кількість витків такої обмотки

$$w = -\frac{R_0}{\Delta_{\Pi 1}} + \sqrt{\frac{R_0^2}{\Delta_{\Pi 1}^2} + \frac{\ell_1}{\pi \cdot \Delta_{\Pi 1}} + \frac{\ell_2}{\pi \cdot \Delta_{\Pi 1}} \cdot \frac{\Delta_{\Pi 2}}{\Delta_{\Pi 2}} + \dots + \frac{\ell_{\text{ш}}}{\pi \cdot \Delta_{\Pi 1}} \cdot \frac{\Delta_{\Pi i}}{\Delta_{\Pi i}}}, \quad (6)$$

або

$$w = -\frac{R_0}{\Delta_{\Pi 1}} + \sqrt{\frac{R_0^2}{\Delta_{\Pi 1}^2} + w_{11}^2 + w_{21}^2 + \dots + w_{i1}^2}, \quad (7)$$

де $w_{i1} = \sqrt{\frac{\Delta_{\Pi i} \cdot \ell_i}{\Delta_{\Pi 1} \cdot \pi \cdot \Delta_{\Pi i}}}$ – кількість витків обмотки з довжиною пакета стрічок ℓ_i , зведена

до товщини пакета стрічок $\Delta_{\Pi 1}$ при намотці i -го пакета стрічок з радіуса $R=0$.

Зі співвідношення (7) випливає, що загальна кількість витків обмотки, яка складається зі з'єднаних послідовно декількох пакетів стрічок, що мають різні товщини, не залежить від порядку з'єднання цих пакетів поміж собою. Тому, якщо кількості витків первинної обмотки трансиконда (рис.1) w_1 та кількість витків проміжної його обмотки w_{Π} пов'язані між собою нерівністю $w_1 > w_{\Pi}$, то проміжну обмотку можна розмістити як на початку первинної обмотки, так і її кінці.

При цьому загальна кількість витків первинної обмотки буде незмінною.

Довжина стрічки провідникового матеріалу проміжної обмотки ℓ_{Π} при ширині цієї стрічки b_{Π} визначається потрібною площею обкладок S_E компенсуючої ємності трансиконда, що її утворюють первинна та проміжна обмотки:

$$\ell = \frac{S_E}{b_{\Pi}}. \quad (8)$$

Кількість витків проміжної обмотки, враховуючи вирази (5), (8), може бути визначена співвідношенням:

$$w_{\Pi} = -\frac{R_0}{\Delta_{\Pi E}} + \sqrt{\frac{R_0^2}{\Delta_{\Pi E}^2} + \frac{S_E}{\pi \cdot \Delta_{\Pi E} \cdot b_{\Pi}}}, \quad (9)$$

в якому товщина пакету стрічок, що утворюють компенсуючу ємність, тобто провідникових стрічок первинної та проміжної обмоток з площами перетину відповідно q_1 та q_{Π} і ізоляційних стрічок товщиною d_{i3E} , визначається як

$$\Delta_{\Pi E} = 2 \cdot d_{i3E} + \frac{q_1 + q_{\Pi}}{b_{\Pi}}. \quad (10)$$

Найменша ширина стрічок $b_{\text{Пinf}}$ провідникових матеріалів первинної та проміжної обмоток при заданій величині площі обкладок компенсувальної ємності S_E буде при $w_1 = w_{\text{П}}$, тоді, підставляючи (10) у (9), маємо:

$$b_{\text{inf}} = \frac{S_E - w_1^2 \cdot \pi (q_1 + q_{\text{П}})}{2\pi w_1 (w_1 \cdot d_{\text{IZE}} + R_0)}. \quad (11)$$

Оскільки металургійні підприємства виробляють провідникові стрічки та фольгу шириною, що визначається відповідними стандартами, величину $b_{\text{Пinf}}$, як правило, доводиться заокруглювати до найближчої більшої величини зі стандартного ряду. Тому пакет стрічок проміжної обмотки, як правило, коротший за пакет стрічок первинної обмотки, тобто $w_1 > w_{\text{П}}$.

Висновок. Через постійне зростання радіуса витків в процесі намотки котушок зі стрічкових матеріалів постійно зростає їх довжина, а загальна довжина стрічок обмотки пов'язана квадратичною залежністю з кількістю витків обмотки.

Якщо обмотка складається з декількох пакетів стрічкових матеріалів, провідникові стрічки яких з'єднано послідовно, то загальна кількість витків такої обмотки не залежить від черговості намотки цих пакетів.

При визначенні площі обкладок компенсувальної ємності трансідконда найменша ширина провідникових стрічок первинної та проміжної обмоток, яка має місце при однакових кількостях витків цих обмоток, визначається початковим радіусом витка сумарною площею перетину провідникових стрічок обмоток та товщиною ізоляційних стрічок між ними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваль И.К. Исследование и разработка рудничного трансформаторного устройства для регулирования напряжения в участковых сетях: дисс. ... канд. техн. наук / Коваль И.К. – Днепропетровск, 1978. –208с.

Надійшла до редколегії 24.09.2013.

УДК 621.312.323

ЧЕРНОИВАН В.П., к.т.н, доцент
МЕДЬЕШИ М.В., студент

Днепродзержинский государственный технический университет

УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Введение. Общеизвестные технико-экономические преимущества сделали в настоящее время тиристорный привод основным типом регулируемого электрического источника энергии. Однако с ростом количества и установленной мощности тиристорных приводов все сильнее сказываются и их основные недостатки: низкий коэффициент мощности при работе их в зарегулированных режимах, существенные искажения питающей сети, а также появление в выпрямленном напряжении токов гармоник неканонических порядков. В ряде случаев эти гармоники приходится принимать во внимание, поэтому возникает задача анализа выпрямленного напряжения при проектировании автоматизированного электропривода с тиристорным преобразователем постоянного тока.

Постановка задачи. Задачей работы является исследование и анализ выпрямленного напряжения с учетом режимов работы электроприводов, а также уменьшение их влияния на питающую сеть.