

7. Справочник по электротехническим материалам. Т.3 / под ред. Ю.В.Корицкого, В.В.Пасынкова, Б.М.Тареева. – [3-е изд., перераб.] – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 728 с.

8. Экспериментальные и теоретические исследования по созданию нового поколения магнитных пускателей на токи до 160 А (перспектива до 2005 года): Отчет о НИР (закл.) / ВНИИР. - № ГР01890020984; Инв. №02890053785. - Чебоксары, 1989. – 115 с.

Приведены результаты исследований износоустойчивости и эрозии контакт-деталей электромагнитных пускателей на основе серебра. Выявлено закономерности эрозионного разрушения разрывных мостиковых контактов.

Электромагнитный пускатель, коммутационные испытания, мостиковые контакты, контактный материал, электроэрозионный износ, эрозионная стойкость.

The results of investigations deterioration of stability and erosion of the serial contact details the electromagnetic starters based on silver. The regularity of the erosion frangible bridge contacts.

The electromagnetic starter, switching tests, bridge contacts, contact material, electrical erosion wear, erosion resistance.

УДК 621.314.55(088.8)

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ ЗВАРЮВАННЯ

***М. В. Брагіда, кандидат технічних наук
Я. О. Тримпол, студентка магістратури***

Наведено конструкцію зварювального трансформатора та запропоновано методіку розрахунку параметрів обмотки регулювання струму зварювання.

Зварювальний трансформатор, тороїд, магнітопровід, обмотка регулювання, дросель.

Зварювальні трансформатори на тороїдних магнітних осердях мають суттєві переваги перед трансформаторами класичного виконання:

- зменшені втрати електричної енергії при регулюванні величини струму зварювання;
- відсутні втрати енергії магнітного поля на розсіювання;
- відсутні всякі механічні регулятори струму зварювання, а відповідно і шумові явища;

© М.В. Брагіда, Я.О. Тримпол, 2013

– зменшені масо-габаритні показники та спрощене конструктивне виконання.

Переваги досягаються відмінним від класичного технічним рішенням. У статті запропонована методика розрахунку параметрів обмотки регулювання (дроселя).

Мета досліджень – оптимізування параметрів дроселя зварювального трансформатора на тороїдних магнітопроводах.

Матеріали та методика досліджень Запропоноване нове технічне рішення зварювального трансформатора на тороїдних магнітопроводах [3] дозволило регулювати струм зварювання шляхом взаємокомпенсації складових магнітного потоку. Конструкція електрозварювального трансформатора наведена на рис. 1.

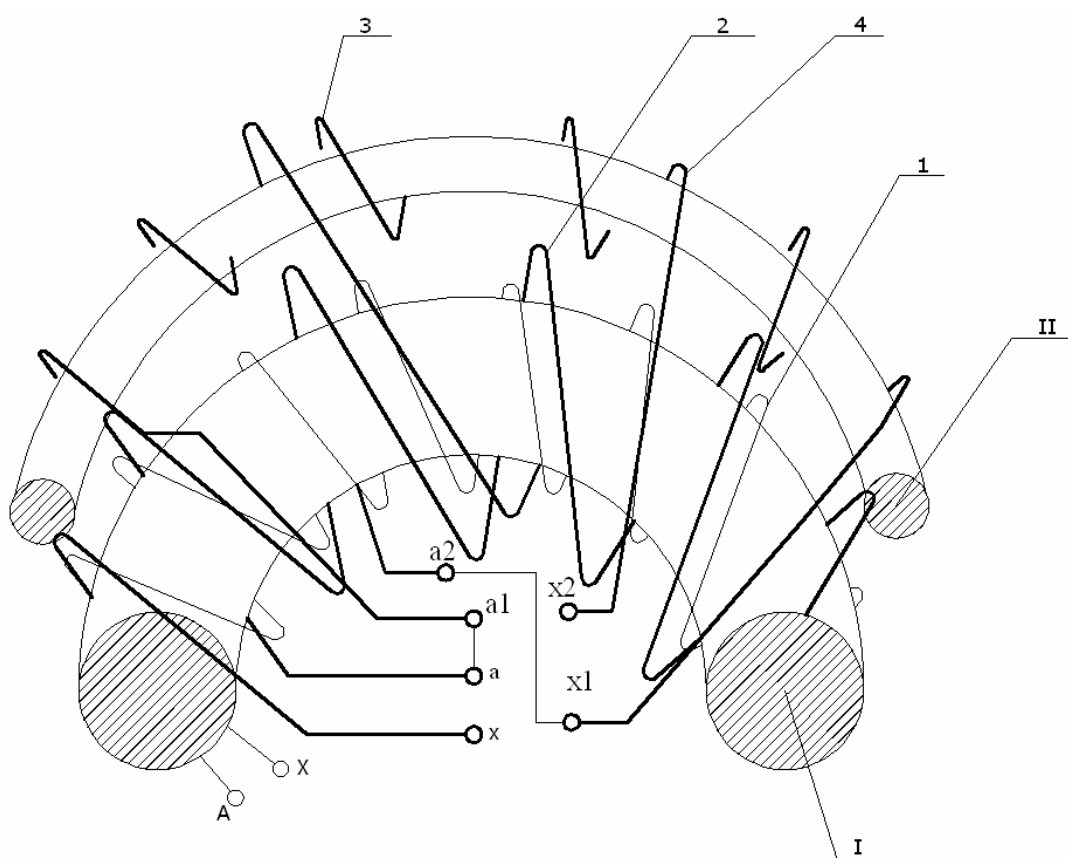


Рис.1. Конструкція зварювального трансформатора

Трансформатор складається із тороїдного магнітопроводу I, на який намотана первинна обмотка 1 (виводи А та X) і вторинна обмотка 2 (виводи а та x). На другий тороїдний магнітопровід II, який, виходячи із теплового режиму роботи, доцільно розмістити зверху над вторинною обмоткою, намотана обмотка 3 (дросель, виводи a_1 та x_1). Виводи цієї обмотки послідовно з'єднані із вторинною обмоткою трансформатора та обмоткою зв'язку 4 (виводи a_2 та x_2), яка охоплює обидва магнітопроводи та електромагнітно впливає на режими роботи.

Розрахунок конструктивних параметрів магнітопроводу I та обмоток 1 та 2 виконуються згідно з ГОСТ 22412-77 [5], а розрахунки щодо визначення параметрів дроселя та обмотки зв'язку мають деякі особливості, які будуть розглядатися нижче.

Результати досліджень. Параметри дроселя залежать від конструкційного рішення щодо його розміщення на магнітопроводі I. Так, тороїд дроселя II можна помістити всередину магнітопроводу I або розмістити зверху. Другий варіант має переваги, оскільки покращується теплообмін.

Індуктивність дроселя залежить від чотирьох параметрів: витків обмотки $\omega_{др}$; зовнішнього та внутрішнього радіусів R_2, R_1 тороїда та товщини магнітопроводу h . Виходячи із конструкційних міркувань, зовнішній та внутрішній радіуси сталі дроселя визначаємо із виразів

$$R_2 = R_{2тр} + h_{1об.} + h_{із.}; R_1 = R_{1тр} - h_{1об.} - h_{із.}, \quad (1)$$

де $R_{2тр}, R_{1тр}$ – зовнішній та внутрішній радіуси сталі трансформатора, м; $h_{1об.}$ – товщина провідників первинної обмотки, м; $h_{із.}$ – товщина шарів міжвиткової ізоляції, м.

Опір дроселя розраховуємо на максимально прийнятий струм зварювання. Подальше зменшення струму зварювання буде відбуватися за рахунок зв'язуючої обмотки. Цією позицією ця схема виконання зварювального трансформатора відрізняється від класичної, при якій дросель вибирають на мінімальний струм зварювання, а збільшення струму відбувається шляхом зменшення індуктивного опору (збільшення проміжку між магнітопроводами) дроселя.

Опір дроселя визначаємо з виразу:

$$Z = \frac{U_2}{I_2}, \quad (2)$$

де U_2 – напруга на вторинній обмотці трансформатора в момент зварювання, В. Приймаємо 20÷25 В; I_2 – максимально прийнятий струм зварювання, А.

Максимальний струм зварювання розраховуємо за формулою:

$$I_2 = K d_{ел}, \quad (3)$$

де $d_{ел}$ – діаметр електрода, мм; K – коефіцієнт, що залежить від марки електрода ($K = 40 \dots 60$ А/мм.).

Переріз намотувального проводу $S_{др.}$ знайдемо, задаючи питому густину струму J та максимальний струм зварювання I . Прийmemo $J = 8$ А/мм², $I = 250$ А.

$$S_{др.} = I/J. \quad (4)$$

Оскільки вторинна обмотка трансформатора, дроселя та зв'язуюча виконані мідним провідником перерізом $S = 32$ мм², то активний опір цих обмоток буде незначний і ним можна знехтувати. Тоді мінімальний індуктивний опір визначається з виразу

$$X = \omega L_{\text{др}} = \frac{\dot{U}_2}{I_2}, \quad (5)$$

а відповідно й індуктивність $L_{\text{др}} = \frac{\dot{U}_2}{I_2 2\pi f}.$ (6)

Знаючи індуктивність і задаючись параметрами сталі дроселя (рис.2), визначимо кількість витків [2]. Марку сталі прийmemo 3411...3416, $\mu = 500 \dots 600$.

$$W_{\text{др}} = \sqrt{\frac{L_{\text{др}} 2\pi}{\mu \mu_0 h \ln \frac{R_2}{R_1}}}, \quad (7)$$

де h – висота дроселя, м; R_1, R_2 – внутрішній та зовнішній радіуси дроселя, м.

Або $W_{\text{др}} = \sqrt{\frac{\dot{U}_2}{\mu \mu_0 h I_2 f \ln \frac{R_2}{R_1}}}$ (8)

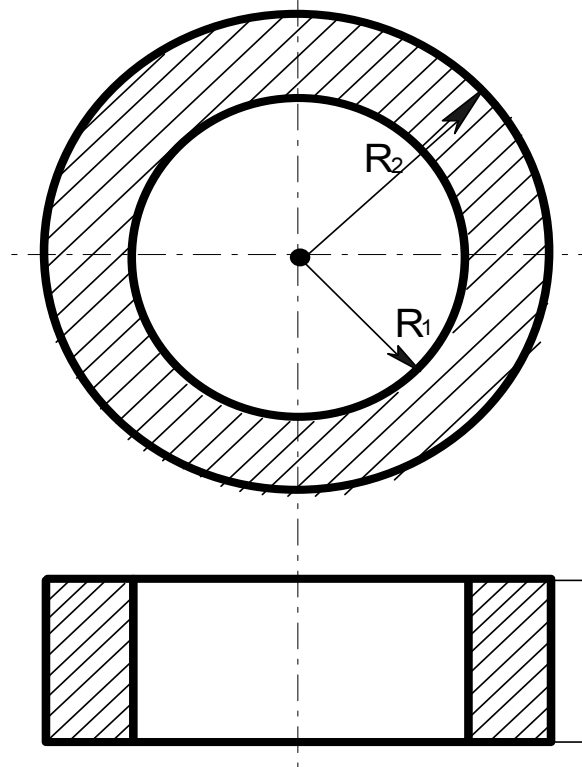


Рис. 2. Дросель зварювального трансформатора в перерізі

Значення внутрішнього радіуса дроселя R_1 доцільно виразити через кількість витків та ширину намотувального проводу. Внутрішній діаметр тороїдного магнітопроводу повинен бути таким, щоб на його колі вмістилася обмотка, тобто повинна виконуватись нерівність

$$2\pi R_1 \geq k_{ук} W_{др} b, \quad (9)$$

де $k_{ук}$ – коефіцієнт, що враховує проміжки при укладанні обмотки; при ручному намотуванні $k_{ук} = 1,2$; b – ширина намотувального проводу, м.

Задаємося висотою дроселя h і визначаємо число витків. Перевіряємо нерівність (9). Якщо нерівність справджується, то можна закінчити розрахунок. Якщо ж ні, то необхідно змінити висоту дроселя радіус R_1 і повторити розрахунок.

Так, при $R_1 = 0,034$ м; $R_2 = 0,1$ м; $h = 0,008$ м; $W_{др} = 18$ витків.
 $213 > 194$.

Висновки

Запропоновано конструкцію зварювального трансформатора, що дозволяє зменшити його масу в 2,5...3 рази, зменшити розміри до мінімально можливих, та обґрунтовано параметри дроселя залежно від конструктивного виконання.

Список літератури

1. Брагіда М. В., Тримпол Я. О. Векторний аналіз схем зварювального трансформатора на тороїдних магнітопроводах /М. В. Брагіда, Я. О. Тримпол // Науковий вісник НУБіП України. – К., 2012. – Вип. 174, ч 2. – С. 113–120.
2. Вольдек А. И. Электрические машины: [учеб. для студ. высш. техн. учеб. заведений] /А. И. Вольдек. — [2-е изд. перераб. и доп.]– Л.: Энергия, 1974. — 840 с.
3. Пат. 94540 України МПК Н 01 F 30/16/ Трансформатор для зварювання /Брагіда М. В., Гаврилюк В.В., Брагіда Є.М.; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – а201005756; заявл. 12. 05. 10; опубл. 10. 05 11. Бюл. №9.
4. Специальные электрические машины: [учеб. пособие для вузов] / [А. И. Бертинов, Д. А. Бут, С. Р. Мизюрин и др.]; под ред. А. И. Бертинова. — М.: Энергоиздат, 1982.—552 с.
5. Трансформаторы силовые на кольцевых магнітопроводах. Метод расчета: ГОСТ 22412-77. – [Введ. 01.07.78]. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 40 с.

Приведена конструкція сварочного трансформатора и предложена методика расчета параметров обмотки регулирования сварочного тока.

Сварочный трансформатор, тороид, магнитопровод, обмотка регулирования, дроссель.

The design of the welding transformer is resulted and the design procedure of parameters of a winding of regulating of a welding current is offered.

The welding transformer, toroid, magnetic circuit, regulating winding, the butterfly governor.