

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА РАБОТАТА НА ЗАХРАНВАЩО УСТРОЙСТВО С МАГНИТЕН ШУНТ

Тодор Върбев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: vat@mgu.bg

РЕЗЮМЕ: В статията са дадени получените резултати от проведени експериментални изследвания на изработен образец на захранващо устройство с магнитен шунт.

Ключови думи: трансформатор, магнитен шунт, захранващо устройство

EXPERIMENTAL RESEARCH WORK OF A SUPPLY UNIT WITH MAGNETIC BYPASS

Todor Varbev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: vat@mgu.bg

ABSTRACT: This article deals with experimentally investigation of a supply pattern with magnetic bypass. The main results and inferences are described in details.

Key Words: трансформатор, магнитен шунт, захранващо устройство

Въведение

В дисертацията „Разработване и изследване на захранващо устройство за ниско напрежение с магнитен шунт“ (Върбев Т., 2015) е направено теоретично изследване на работата на трансформатор, който се управлява безконтактно с магнитен шунт. Принципната схема на захранващо устройство е показана на фиг. 1. Въз основа на нея е разработен образец, техническите параметри на който са посочени в гореспоменатата работа.

За показаната принципна схема са въведени следните означения:

w_1 и w_2 - брой на навивките на първичната и вторична намотка;

l_1 - средна дължина на бедрото, върху което е навита първичната намотка и на пътя на магнитния поток Φ_1 ;

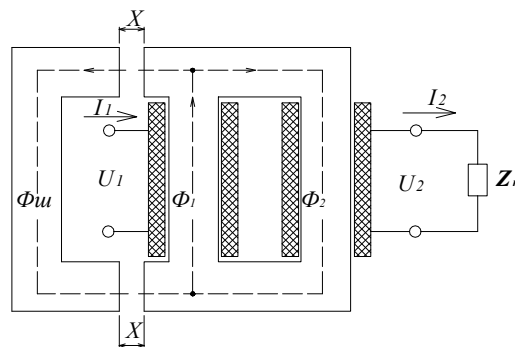
l_2 - средна дължина на пътя на магнитния поток Φ_2 , който минава през вторичната намотка;

$l_{ш}$ - средна дължина на пътя на магнитния поток $\Phi_{ш}$ през феромагнитната среда;

x - средна дължина на всяка една от двете въздушни междини на шунта.

Следователно общата дължина на магнитния поток през шунта е:

$$l_{ш.об.} = l_{ш} + 2x, \text{ mm}$$

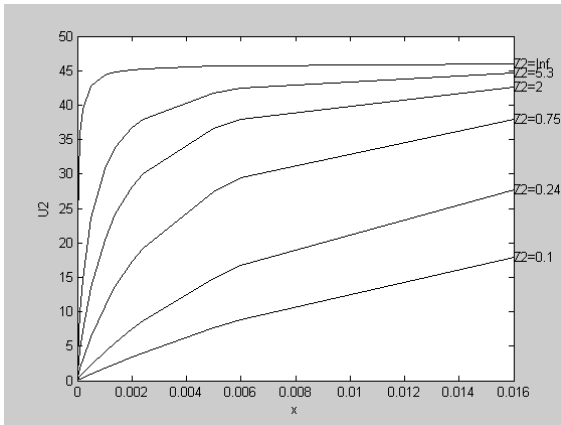


Фиг. 1. Принципна схема на захранващото устройство

Изведена е теоретична зависимост, показваща връзката между вторичното напрежение U_2 , разстоянието x между шунта и магнитопровода на трансформатора и товара Z_m (Върбев Т., 2015):

$$U_2 = \frac{w_2}{w_1} U_1 \frac{l_{ш} + 2x \frac{\mu_{СТ}}{\mu_0}}{l_2 + l_{ш} + 2x \frac{\mu_{СТ}}{\mu_0} + \frac{\mu_{СТ} S^2 w_2^2 \omega}{z_2}} \quad (1)$$

Теоретично е изследвана горната зависимост, а получените резултати са илюстрирани графично на фиг. 2.



Фиг. 2. Изменение на вторичното напрежение U_2 в зависимост от разстоянието x , при различен товар z_2 .

От графиките се вижда, че вторичното напрежение U_2 може да се ограничи до много ниски стойности, както при номинален товар, така и при рязко намаляване на товара /късо съединение/.

Експериментални изследвания

На разработения образец са направени лабораторни измервания за определяне на изменението на вторичното напрежение U_2 в зависимост от разстоянието x , при празен ход и при номинален товар $z_2 = z_H = 5,3 \Omega$. Схемата на опитната постановка е показана на фигура 3.

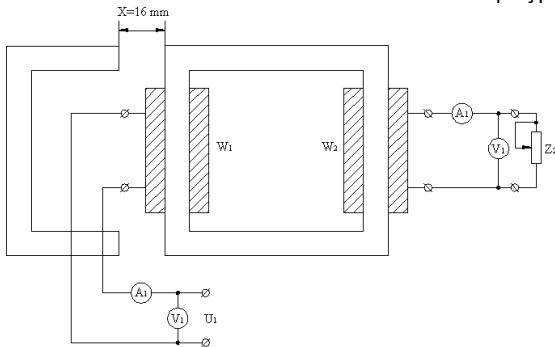


Таблица 2.
Измервания при $z_2 = z_H = 5,3\Omega$

$x, \text{ mm}$	16	6	2,4	1	0,2	0,1
$U_1, \text{ V}$	396	396	396	396	396	396
$I_1, \text{ A}$	1,195	1,18	1,12	1	0,8	0,58
$U_2, \text{ V}$	43,5	42,5	40	31,5	18	6,06
$I_2, \text{ A}$	8,55	8,5	8,25	7,5	5,5	3,3

Таблица 3

$x, \text{ mm}$	16	6	2,4	1	0,2	0,1
$U_{2T}, \text{ V}$	44,62	42,43	38,01	30,77	14,63	9,855
$U_{2Д}, \text{ V}$	43,5	42,5	40	31,5	18	6,06
$\Delta = \frac{U_{2Д} - U_{2T}}{U_{2Д}} 100, \%$	-2,57%	0,165%	4,975%	4,76%	18,7%	-62,6%

Фиг. 3. Схема на опитната постановка.

Измерват се токът и напрежението на първичната намотка W_1 и на вторичната намотка W_2 , като товарът се имитира с реостатно включен резистор, означен с z_2 . Първичното напрежение $U_1 = 400\text{V} \pm 1\%$, максималната входна мощност е $475\text{VA} \pm 0,5\%$ при номинален товар. Измерванията са направени при различни разстояния на шунта от магнитопровода: $x = 16; 6; 2,4; 1; 0,2$ и $0,1\text{mm}$. Получените резултати са дадени в таблици 1 и 2.

Таблица 1.

Измервания при $z_2 = \infty$ /празен ход/

$x, \text{ mm}$	16	6	2,4	1	0,2	0,1
$U_1, \text{ V}$	396	396	396	396	396	396
$I_1 = I_0, \text{ A}$	0,46	0,44	0,4	0,38	0,31	0,25
$U_2, \text{ V}$	47	46	45	44,5	42,5	40

От получените резултати се вижда, че изходящата мощност се колебае от 372 VA до минимална стойност от порядъка на 20 VA при $x = 0,1 \text{ mm}$.

Резултати от лабораторните измервания потвърждават теоретичните, получени след решаването на уравнение (1), независимо от приетите опростявания посочени във Върбев Т., 2015.

Относителната грешка между лабораторните измервания и теоретичните изчисления е показана в следващата таблица 3:

От таблицата се вижда, че при изменение на x от 16 до 1mm относителната грешка е в рамките на 5% . Увеличаването на грешката при междинна на шунта $x = 0,2$ и $0,1\text{mm}$ се обяснява с невъзможността да се измерят достатъчно точно разстоянията от шунта до магнито-провода на трансформатора вследствие грапавостта на магнитопровода и шунта.

Изводи

1. Теоретично и експериментално са потвърдени основните характеристики на образеца – трансформатор с магнитен шунт.

2. Количествените резултати при теоретичните и експериментални изследвания потвърждават реалната възможност за създаване на устройство с магнитен шунт за безконтактно управление и регулиране на електрически товари, еднофазно с малка мощност и ниско напрежение.

Литература

Върбев Т., Разработване и изследване на захранващо устройство за ниско напрежение с магнитен шунт. Дис. за получаване на ОНС „Доктор”, С., МГУ ”Св. Ив. Рилски”, 2015 г.

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Електрификация на минното производство”.