

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМЕТРИИ СГЛАЖИВАЮЩИХ ДРОССЕЛЕЙ НА НЕНОРМАЛИЗОВАННЫХ СЕРДЕЧНИКАХ*)

Е. И. ГОЛЬДШТЕИН

(Представлена научным семинаром кафедр электрических станций и сетей)

В работе приводятся окончательные результаты исследования геометрии сглаживающих дросселей на ленточных ненормализованных сердечниках. Постановка задачи, выбор метода исследования и вывод расчетных выражений приведены в других работах автора [1, 2].

В отличие от указанных выше работ минимизация расчетных выражений для основных технико-экономических показателей сглаживающего дросселя была проведена на ЭЦВМ ТПИ методом Гаусса-Зайделя (программист — М. Ф. Панихина), что позволило провести достаточно большое число исследований при сравнительно небольшой затрате машинного времени (порядка 20—40 секунд на точку).

Поиск параметров оптимальной геометрии x , y и z проводился в следующих диапазонах их изменения:

$$0,5 \leq x \leq 2,7; 0,5 \leq y \leq 2,7; 1 \leq z \leq 5,0. \quad (1)$$

Шаг поисков был принят одинаковым для всех параметров геометрии:

$$\Delta x = \Delta y = \Delta z = 0,1, \quad (2)$$

При исследовании были рассмотрены следующие случаи расчета и проектирования сглаживающих дросселей:

1. Первый расчетный случай (расчет на заданное падение напряжения).

2. Второй расчетный случай (расчет на заданный перегрев). Дополнительное условие — учитывается поверхность охлаждения только катушки (обмотки)

$$S_{др} = S_{об}. \quad (3)$$

3. Второй расчетный случай (расчет на заданный перегрев), но учитывается вся поверхность охлаждения дросселя

$$S_{др} = S_{об} + S_c, \quad (4)$$

где S_c — поверхность охлаждения сердечника.

4. Второй расчетный случай (расчет на заданный перегрев), но учитывается только часть поверхности охлаждения сердечника

$$S_{др} = S_{об} + \theta S_c, \quad (5)$$

* Работа выполнена под руководством профессора доктора И. Д. Кулявина.

где Θ — коэффициент эффективности теплоотвода с сердечника

$$0 \leq \Theta \leq 1. \quad (6)$$

В работе [3] $\Theta = 0,6$; для выражения (3) $\Theta = 0$; а для выражения (4) $\Theta = 1$. Поэтому анализ проведен при ряде значений Θ

$$\Theta = 0; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. \quad (7)$$

Для возможности использования полученных результатов при оптимизации разных технико-экономических показателей в широком диапазоне изменения расчетных условий (коэффициентов заполнения стальной сердечника K_c и медью окна обмотки K_o ; стоимости и удельных весов активных материалов $\alpha_c, \alpha_o, \gamma_c, \gamma_o$) введем понятие о коэффициенте приведения β .

Таблица 1

Оптимизируемый показатель	Броневой дроссель			Стержневой дроссель						Примечания	
				однокатушечный			двухкатушечный				
	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$		
Габаритный объем дросселей	2,7	0,5	1,5	2,7	0,5	3,0	2,6	0,6	3,0	I	
	1,8	0,5	3,8	2,7	0,5	5,0	1,6	0,5	5,0	II	$\Theta=0$
	2,7	0,5	1,9	2,7	0,5	5,0	1,5	0,5	5,0		$\Theta=0,4$
	2,7	0,5	1,6	2,7	0,5	5,0	1,5	0,5	5,0		$\Theta=0,6$
	2,7	0,5	1,5	2,6	0,5	4,4	1,9	0,5	5,0		$\Theta=0,8$
	2,7	0,5	1,4	2,7	0,5	4,0	2,0	0,5	4,3		$\Theta=1,0$

Таблица 2

β	Броневой дроссель			Стержневой дроссель						Примечания
				однокатушечный			двухкатушечный			
	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	
0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	Первый расчетный случай
0,2	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,6	0,5	1,0	
0,5	2,7	0,5	1,0	2,6	0,5	1,2	2,0	0,5	1,2	
0,86	2,3	0,5	1,0	2,3	0,5	1,5	2,1	0,7	1,4	
1,0	2,2	0,5	1,0	2,5	0,6	1,6	2,0	0,7	1,5	
1,5	2,2	0,6	1,2	2,5	0,7	1,7	2,2	0,9	1,8	
2,0	2,0	0,6	1,3	2,6	0,8	2,0	2,2	1,0	2,0	
2,3	2,2	0,7	1,4	2,5	0,8	2,1	2,3	1,0	2,2	
2,6	2,2	1,0	1,5	2,6	0,9	2,2	2,2	1,1	2,2	
3,0	2,3	0,8	1,6	2,5	0,9	2,3	2,1	1,1	2,4	
4,0	2,1	0,8	1,7	2,6	1,0	2,6	2,2	1,3	2,7	
5,0	2,2	0,9	1,8	2,6	1,1	2,8	2,2	1,4	2,9	

Таблица 3

β	Для броневого дросселя при втором расчетном случае											
	$\theta=0$				$\theta=0,4$				$\theta=0,6$			
	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$
0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
0,2	1,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
0,5	1,2	0,5	1,0	2,2	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
0,86	1,2	0,7	1,0	1,5	0,5	1,0	1,8	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
1,0	1,1	0,7	1,0	1,6	0,6	1,0	1,6	0,5	1,0	1,8	0,5	1,0
1,5	1,2	0,9	1,0	1,6	0,7	1,0	1,6	0,7	1,0	1,9	0,7	1,0
2,0	1,2	1,0	1,3	1,3	0,8	1,1	1,5	0,8	1,1	1,8	0,8	1,1
2,3	1,1	1,0	1,4	1,7	0,9	1,2	1,6	0,9	1,2	1,6	0,8	1,2
2,6	1,2	1,1	1,5	1,3	0,9	1,4	1,5	0,9	1,3	1,7	0,9	1,2
3,0	1,1	1,2	1,8	1,3	1,0	1,4	1,5	0,9	1,5	1,8	1,0	1,4
4,0	1,1	1,2	2,0	1,3	1,1	1,8	1,4	1,1	1,6	1,6	1,1	1,6
5,0	1,1	1,3	2,3	1,2	1,2	1,9	1,4	1,2	1,9	1,5	1,2	1,8

Таблица 4

β	Для стержневого однокатущечного дросселя при втором расчетном случае											
	$\theta=0$			$\theta=0,4$			$\theta=0,6$			$\theta=0,8$		
	$x_{опт}$	$y_{опт}$	$z_{опт}$	$x_{опт}$	$y_{опт}$	$z_{опт}$	$x_{опт}$	$y_{опт}$	$z_{опт}$	$x_{опт}$	$y_{опт}$	$z_{опт}$
0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
0,2	2,6	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
0,5	1,9	0,5	2,0	2,2	0,5	1,0	2,4	0,5	1,0	2,6	0,5	1,0
0,86	1,9	0,7	2,1	2,0	0,6	1,4	1,8	0,5	1,4	1,8	0,5	1,2
1,0	2,0	0,8	2,1	1,8	0,6	1,6	1,9	0,6	1,4	2,0	0,6	1,3
1,5	2,2	1,1	2,1	1,9	0,8	1,9	2,1	0,8	1,7	1,9	0,7	1,5
2,0	2,3	1,3	2,4	2,1	1,0	2,1	2,3	1,0	1,9	2,1	0,9	1,8
2,3	2,2	1,3	2,7	2,0	1,1	2,2	2,3	1,1	2,0	2,2	1,0	1,9
2,6	2,2	1,4	2,8	2,2	1,2	2,3	2,1	1,1	2,2	2,3	1,1	2,0
3,0	2,2	1,5	3,0	2,3	1,3	2,6	2,2	1,2	2,5	2,4	1,2	2,2
4,0	2,0	1,5	3,8	2,3	1,5	3,0	2,2	1,4	2,8	2,4	1,4	2,5
5,0	2,0	1,7	4,0	2,0	1,5	3,4	2,1	1,5	3,2	2,2	1,5	2,8

Таблица 5

β	Для стержневого двухкатушечного дросселя при втором расчетном случае											
	$\theta=0$			$\theta=0,4$			$\theta=0,6$			$\theta=0,8$		
	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$	$x_{\text{опт}}$	$y_{\text{опт}}$	$z_{\text{опт}}$
0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
0,2	2,2	0,5	1,2	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0	2,7	0,5	1,0
0,5	1,7	0,5	3,0	1,6	0,5	1,2	1,6	0,5	1,0	1,7	0,5	1,0
0,86	1,3	0,5	4,2	1,4	0,6	1,9	1,6	0,7	1,3	1,5	0,6	1,1
1,0	1,4	0,6	4,2	1,5	0,7	1,9	1,5	0,7	1,5	1,5	0,7	1,2
1,5	1,2	0,7	4,1	2,6	1,1	2,4	1,5	0,9	2,0	1,5	0,9	1,5
2,0	1,3	0,9	5,0	1,4	1,0	2,9	1,6	1,1	2,3	1,6	1,1	1,8
2,3	1,3	1,0	5,0	1,3	1,0	3,3	1,4	1,1	2,7	1,5	1,1	2,0
2,6	1,3	1,1	5,0	1,5	1,2	3,4	1,5	1,2	2,8	2,0	1,3	2,1
3,0	1,3	1,2	5,0	1,5	1,3	3,7	1,5	1,3	3,1	1,5	1,3	2,3
4,0	1,4	1,5	5,0	1,3	1,4	4,3	1,3	1,4	3,6	1,4	1,4	2,8
5,0	1,3	1,6	5,0	1,3	1,6	4,8	1,4	1,6	4,3	1,3	1,5	3,3

При анализе на минимум расхода проводникового материала

$$\beta = 0. \quad (8)$$

При анализе на минимум суммарного объема активных материалов

$$\beta = 1. \quad (9)$$

При анализе на минимум веса

$$\beta = \frac{\gamma_c K_c}{\gamma_0 K_0}. \quad (10)$$

При анализе на минимум стоимости

$$\beta = \frac{\gamma_c K_c \alpha_c}{\gamma_0 K_0 \alpha_0}. \quad (11)$$

В таблицах 1—5 приведены полученные при исследовании результаты. Методика выбора оптимальной геометрии по данным таблиц 1—5 элементарно проста и может быть широко использована в инженерной практике проектирования сглаживающих дросселей открытого исполнения на ненормализованных сердечниках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. И. Гольдштейн. Некоторые вопросы проектирования оптимальных сглаживающих дросселей, ИВУЗ, Электромеханика, № 4, 1964.
 2. Е. И. Гольдштейн. К выбору геометрии дросселей сглаживающих фильтров. Известия ТПИ, т. 130, 1964.
 3. РТМ радиоэлектроники. Дроссели фильтров стержневого типа с ленточными разъемными сердечниками, Типовой расчет НО.475.500 ПКБ, 1962.
-