

ЗАДАЧА

по ЭО № 10

Параметры схемы замещения и потери мощности трансформаторов и автотрансформаторов

ЗАДАЧА №

На понижающей подстанции установлены два трансформатора типа *ТДН 10000/110* со следующими каталожными данными: $U_{B \text{ ном}}=115 \text{ кВ}$, $U_{H \text{ ном}}=11 \text{ кВ}$, $\Delta P_{\kappa}=60 \text{ кВт}$, $u_{\kappa}=10.5\%$, $\Delta P_{xx}=14 \text{ кВт}$, $I_{xx}=0.9\%$.

Определить приведенные к стороне высшего напряжения параметры схемы замещения двух параллельно включенных трансформаторов и вычислить потери мощности в них при нагрузке на шинах низшего напряжения $S_2=12+j7.2 \text{ мВА}$, $\cos \varphi_2=0.85$.

РЕШЕНИЕ:

1. Составляем схему замещения двух параллельно включенных трансформаторов:

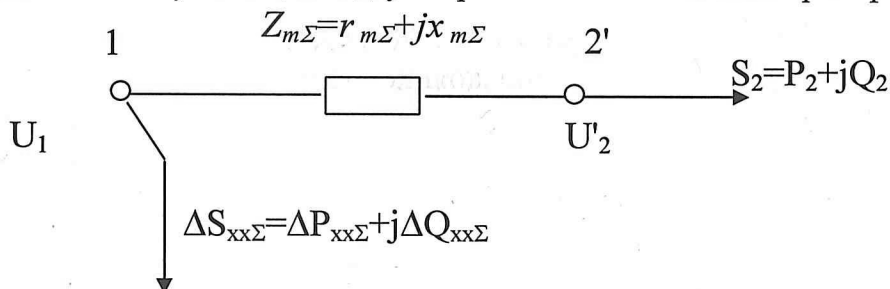


Рис. 3.1.

2. Определяем параметры схемы замещения одного трансформатора, приведенные к стороне высшего напряжения:

$$r_m = \Delta P_{\kappa} \cdot \frac{U_{B \text{ ном}}^2}{S_{m \text{ ном}}^2} = 60 \cdot 10^3 \cdot \frac{115^2}{10^2} = 7,95 \text{ Ом}$$

$$x_m = \frac{u_{\kappa}}{100} \cdot \frac{U_{B \text{ ном}}^2}{S_{m \text{ ном}}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{115^2}{10} = 139 \text{ Ом}$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{xx}}{100} S_{m \text{ ном}} = \frac{0,9}{100} \times 10 = 0,09 \text{ мВАр}$$

3. Определяем параметры составленной схемы замещения двух параллельно включенных трансформаторов ($n_m=2$)

$$r_{m\Sigma} = \frac{r_m}{n_m} = \frac{7,95}{2} = 3,975 \text{ Ом}$$

$$x_{m\Sigma} = \frac{x_m}{n_m} = \frac{139}{2} = 69,5 \text{ Ом}$$

$$\Delta S_{xx\Sigma} = n_m (\Delta P_{xx} + j\Delta Q_{xx}) = 2(0,014 + j0,09) = 0,028 + j0,18$$

4. Определяем суммарные потери мощности по найденным параметрам схемы замещения и номинальному напряжению сети (поскольку U_2' неизвестно):

$$\Delta P_{m\Sigma} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{\text{ном}}^2} r_{m\Sigma} + \Delta P_{xx\Sigma} = \frac{12^2 + 7,2^2}{110^2} \cdot 3,975 + 0,028 = 0,0924 \text{ мВт}$$

$$\Delta Q_{m\Sigma} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{\text{ном}}^2} x_{m\Sigma} + \Delta Q_{xx\Sigma} = \frac{12^2 + 7,2^2}{110^2} \cdot 69,5 + 0,18 = 1,31 \text{ мВАр}$$

5. Для сравнения определим суммарные потери мощности непосредственно по каталожным данным:

$$\Delta P_{m\Sigma} = \frac{1}{n_m} \Delta P_{\kappa} \left(\frac{S_2}{S_{m\text{ном}}} \right)^2 + n_m \Delta P_{xx} = \frac{1}{2} * 0,06 * \frac{12^2 + 7,2^2}{10^2} + 2 * 0,014 = 0,0868 \text{ мВт}$$

$$\Delta Q_{m\Sigma} = \frac{1}{n_m} \frac{u_{\kappa}}{100} \frac{S_2^2}{S_{m\text{ном}}} + n_m \frac{I_{xx}}{100} S_{m\text{ном}} = \frac{1}{2} * \frac{10,5}{100} * \frac{12^2 + 7,2^2}{10^2} + 2 * \frac{0,9}{100} * 10 = 1,21 \text{ мВАр}$$

Сравнение результатов расчетов пунктов 4 и 5 показывает, что они достаточно близки.

6. Оценим относительные значения потерь активной и реактивной мощности, определенные в п.4, приняв за базисную удвоенную номинальную мощность трансформатора:

$$\Delta P_{*m\Sigma} = \frac{\Delta P_{m\Sigma}}{n_m S_{m\text{ном}}} * 100 \% = \frac{0,092}{2 * 10} * 100 = 0,461 \%$$

$$\Delta Q_{*m\Sigma} = \frac{\Delta Q_{m\Sigma}}{n_m S_{m\text{ном}}} * 100 \% = \frac{1,31}{2 * 10} * 100 = 6,55 \%$$

Первый результат характеризует возможность отказа от учета активного сопротивления и ΔP_{xx} в схеме замещения трансформатора при приближенных расчетах в силу относительной малости потерь активной мощности. Относительно большая величина $\Delta Q_{*m\Sigma}$ свидетельствует о том, что трансформаторы являются источником значительных потерь реактивной мощности в электрической системе.

Вариант

Трёхфазные двухобмоточные трансформаторы 110 кВ^[1]

	Тип	Сном, МВА	Пределы регулируе мая	Каталожные данные					
				Уном обмоток		Uк, %	ΔРк, кВт	Рх, кВт	Iх, %
				ВН	НН				
1	ТМН-2500/110	2,5	+10*1,5 % -8*1,5 %	110	6,6;11	10,5	22	5,5	1,5
2	ТМН-6300/110	6,3	±9*1,78 %	115	6,6;11	10,5	44	11,5	0,8
3	ТДН-10000/110	10	±9*1,78 %	115	6,6;11	10,5	60	14	0,7
4	ТДН-16000/110	16	±9*1,78 %	115	6,5;11	10,5	85	19	0,7
5	ТРДН(ТРДНФ25000/110	25	±9*1,78 %	115	6,3/6,5;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	120	27	0,7
6	ТДНЖ-25000/110	25	±9*1,78 %	115	27,5	10,5	120	30	0,7
7	ТД-40000/110	40	±2*2,5 %	121	3,15;6,3;10,5	10,5	160	50	0,65
8	ТРДН-40000/110	40	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	172	36	0,65
9	ТРДЦН-63000/110	63	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	260	59	0,6
10	ТРДЦНК-63000/110	63	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	245	59	0,6
11	ТДЦ-80000/110	80	±2*2,5 %	121	6,3;10,5;13,8	10,5	310	70	0,6
12	ТРДЦН(ТРДЦНК)-80000/110	80	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	310	70	0,6
13	ТДЦ-125000/110	125	±2*2,5 %	121	10,5;13,8	10,5	400	120	0,55
14	ТРДЦН-125000/110	125	±9*1,78 %	115	10,5/10,5	10,5	400	100	0,55
15	ТДЦ-200000/110	200	±2*2,5 %	121	13,8;15,75;18	10,5	550	170	0,5
16	ТДЦ-250000/110	250	±2*2,5 %	121	15,75	10,5	640	200	0,5
17	ТДЦ-400000/110	400	±2*2,5 %	121	20	10,5	900	320	0,45

Вариант

Трёхфазные двухобмоточные трансформаторы 220 кВ^[1]

	Тип	Сном, МВА	Пределы регулируе мая	Каталожные данные					
				Уном обмоток		Uк, %	ΔРк, кВт	Рх, кВт	Iх, %
				ВН	НН				
18	ТРДН-40000/220	40	±8*1,5 %	230	11/11; 6,6/6,6	12	170	50	0,9
19	ТРДЦН-63000/220	63	±8*1,5 %	230	11/11; 6,6/6,6	12	300	82	0,8
20	ТДЦ-80000/220	80	±2*2,5 %	242	6,3; 10,5; 13,8	11	320	105	0,6
21	ТРДЦН-100000/220	100	±8*1,5 %	230	11/11; 38,5	12	360	115	0,7
22	ТДЦ-125000/220	125	±2*2,5 %	242	10,5; 13,8	11	380	135	0,5
23	ТРДЦН-160000/220	160	±8*1,5 %	230	11/11; 38,5	12	525	167	0,6
24	ТДЦ-200000/220	200	±2*2,5 %	242	13,8; 15,75; 18	11	580	200	0,45
25	ТДЦ-250000/220	250	-	242	13,8; 15,75	11	650	240	0,45