

## Индивидуальное задание №2

### ПРОВЕРКА ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА НА 10% ПОГРЕШНОСТЬ В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

Проверьте, удовлетворяет ли заданный в таблице 1 трансформатор тока требованию 10% погрешности в установившемся режиме.

Таблица 1. Варианты задания

Вар.	Тип ТТ	Схема соедин. вторичных обмоток	Кратность тока	Расстояние от ТТ до УРЗ	Сечение жил кабеля	Удел. сопр. жил кабеля $\rho$	Вид КЗ	Коэф-нт трансформации	Сопр. Реле $Z_p$ в фазном проводе	Сопр. нагрузки (реле) в нулевом проводе, $Z_{p,0}$
–	–	–	–	м	$\text{мм}^2 \cdot 10^{-6}$	$\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$	–	–		
1.	ТВТ-110-I	Y	7	50	2,5	$1,75 \cdot 10^{-2}$	3	100/5	1	0,5
2.		Y	9	60	4	$1,65 \cdot 10^{-2}$	1	200/5	1	0,5
3.		Y	9	60	2,5	$1,8 \cdot 10^{-2}$	1	200/5	1	0,5
4.		Y	10	65	3	$1,8 \cdot 10^{-2}$	3	300/5	1	0,5
5.		Y	11	70	2,5	$1,75 \cdot 10^{-2}$	1	400/5	1	0,5
6.		Y	11	50	3,5	$1,75 \cdot 10^{-2}$	3	100/5	0,5	0,5
7.		$\Delta$	10	45	3	$1,65 \cdot 10^{-2}$	2	250/5	0,5	–
8.		$\Delta$	9	40	4	$1,65 \cdot 10^{-2}$	3	200/5	0,5	–
9.		$\Delta$	8	45	4	$1,65 \cdot 10^{-2}$	2	300/5	0,5	–
10.		$\Delta$	7	50	4	$1,7 \cdot 10^{-2}$	3	100/5	0,5	–
11.		v	10	60	3	$1,8 \cdot 10^{-2}$	2	150/5	1	0,5
12.		v	7	65	3	$1,7 \cdot 10^{-2}$	2	400/5	1	0,5
13.		Y	11	60	2,5	$1,7 \cdot 10^{-2}$	3	100/5	0,75	0,3
14.		Y	10	55	2,5	$1,65 \cdot 10^{-2}$	1	150/5	0,75	0,3
15.		Y	9	50	2,5	$1,65 \cdot 10^{-2}$	2	200/5	0,75	0,3
16.		Y	8	55	2,5	$1,75 \cdot 10^{-2}$	1	300/5	0,75	0,3
17.		Y	7	60	2,5	$1,8 \cdot 10^{-2}$	2	400/5	0,75	0,3
18.		$\Delta$	11	50	4	$1,65 \cdot 10^{-2}$	3	100/5	0,75	–
19.		v	10	55	2,5	$1,6 \cdot 10^{-2}$	2	150/5	1	0,5
20.		$\Delta$	9	60	3	$1,6 \cdot 10^{-2}$	2	200/5	0,75	–
21.	ТВТ-35-II	Y	6	43	2,5	$1,65 \cdot 10^{-2}$	3	150/5	1	0,3
22.		Y	7	50	3,5	$1,75 \cdot 10^{-2}$	2	400/5	1,1	0,3
23.		Y	8	55	3	$1,8 \cdot 10^{-2}$	1	100/5	0,6	0,3
24.		Y	6	60	4	$1,8 \cdot 10^{-2}$	2	150/5	0,6	0,3
25.		Y	6	30	4	$1,65 \cdot 10^{-2}$	1	200/5	0,5	0,3
26.		Y	7	35	4	$1,75 \cdot 10^{-2}$	1	300/5	0,7	0,3
27.		$\Delta$	8	45	3	$1,75 \cdot 10^{-2}$	1	400/5	0,6	–
28.		$\Delta$	10	60	3	$1,8 \cdot 10^{-2}$	3	100/5	0,7	–
29.		$\Delta$	11	65	2,5	$1,8 \cdot 10^{-2}$	3	150/5	0,7	–
30.		$\Delta$	10	50	2,5	$1,8 \cdot 10^{-2}$	3	200/5	0,65	–
31.	ТВТ-35-III	v	9	55	2,5	$1,6 \cdot 10^{-2}$	2	200/5	0,55	0,5
32.		v	7	30	2,5	$1,6 \cdot 10^{-2}$	3	300/5	0,7	0,5
33.		Y	7	35	3	$1,75 \cdot 10^{-2}$	1	200/5	1	0,3
34.		Y	8	40	3	$1,8 \cdot 10^{-2}$	3	200/5	0,5	0,4
35.		Y	9	50	3	$1,65 \cdot 10^{-2}$	2	300/5	1	0,4

Принятые в таблице 1 обозначения:  $Y$  – звезда,  $\Delta$  – треугольник,  $v$  – неполная звезда, 3 – трехфазное КЗ, 2 – двухфазное КЗ, 1 – однофазное замыкание.

### Методические указания к выполнению

1. По кривым предельных кратностей (рис. 1 или рис. 2) определите допустимое сопротивление нагрузки  $Z_{H, \text{доп}}$ . Напишите, что такое предельная кратность тока? Как она определяется?
2. Определите сопротивление кабеля  $R_K$  (Ом), соединяющего ТА и устройство РЗ.
3. Нарисуйте схему соединения ТА и измерительных органов РЗ, укажите путь протекания тока в данной схеме при заданном виде КЗ (таблица 2).
4. Определите расчетное сопротивление нагрузки  $Z_H$ . Расчетные формулы для определения вторичной нагрузки трансформаторов тока (на фазу)  $Z_H$  при различных схемах соединения и видах КЗ приведены в таблице 2. Суммарное переходное сопротивление в местах контактных соединений во всех случаях примите  $R_{\text{пер}} = 0,1$  Ом.
5. Если в результате расчета выяснилось, что  $Z_H > Z_{H, \text{доп}}$ , то следует использовать следующие практические способы для уменьшения погрешности трансформаторов тока:
  - увеличение сечения соединительных проводов;
  - выбор ТА с большим коэффициентом трансформации [1, стр. 294];
  - переход на другую схему соединения трансформаторов тока и реле защиты (таблица 2);
  - последовательное соединение двух ТА с одинаковыми коэффициентами трансформации. При этом допустимое сопротивление нагрузки  $Z_{H, \text{доп}}$  будет равно сумме допустимых сопротивлений нагрузки для каждого ТА в отдельности.Выберите один или два из указанных способов, повторите расчет. Добейтесь выполнения условия  $Z_H < Z_{H, \text{доп}}$ .
6. В выводе опишите принятое техническое решение.
7. Оформите задание.

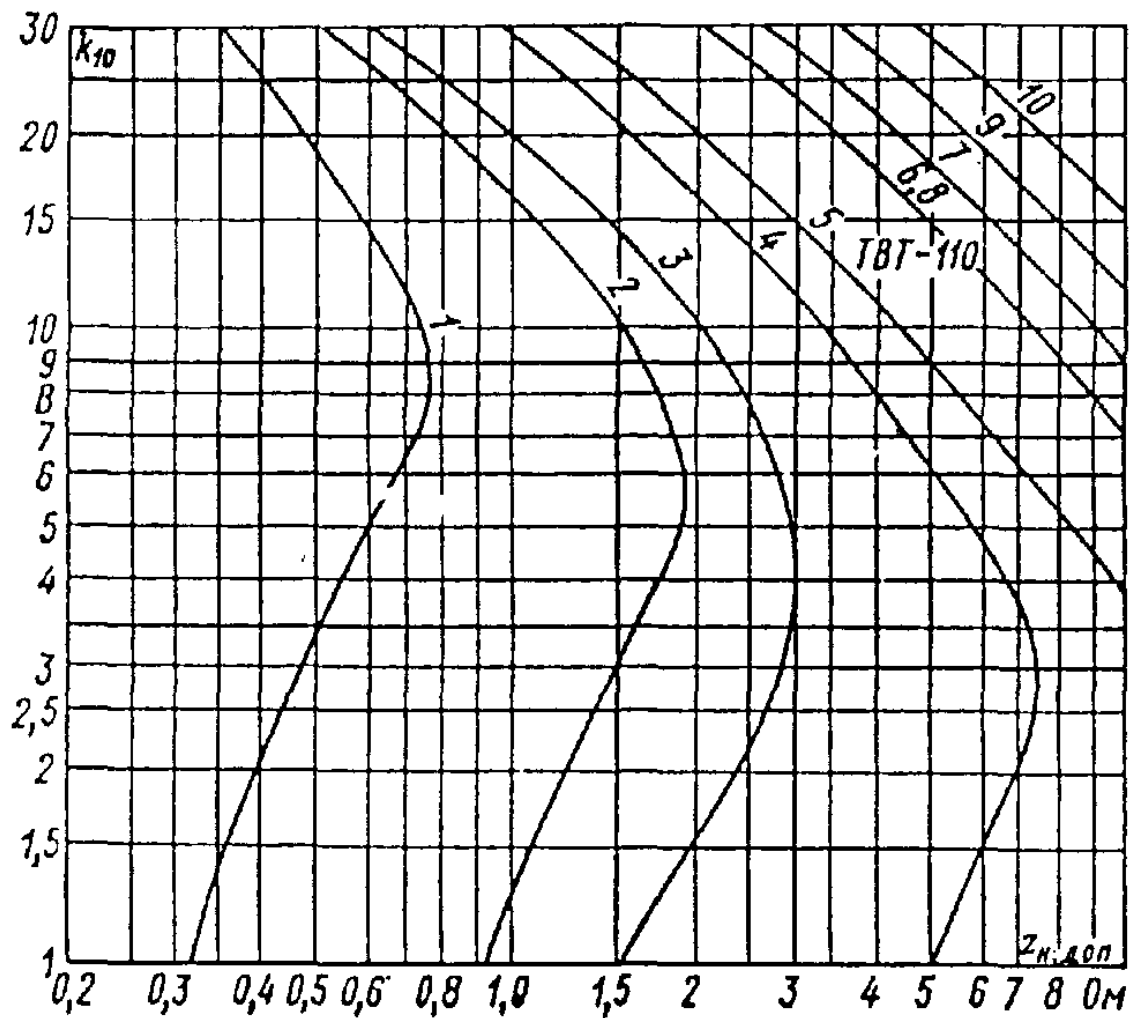


Рис. 1. Кривые предельных кратностей встроенных трансформаторов тока типа ТВТ-110-І

- 1 – при  $n_T = 100/5$ ; 2 – при  $n_T = 150/5$ ; 3 – при  $n_T = 200/5$ ; 4 – при  $n_T = 300/5$ ;  
 5 – при  $n_T = 400/5$ ; 6 – при  $n_T = 600/5$ ; 7 – при  $n_T = 750/5$ ; 8 – при  $n_T = 1000/5$ ;  
 9 – при  $n_T = 100/5$ ; 10 – при  $n_T = 2000/5$

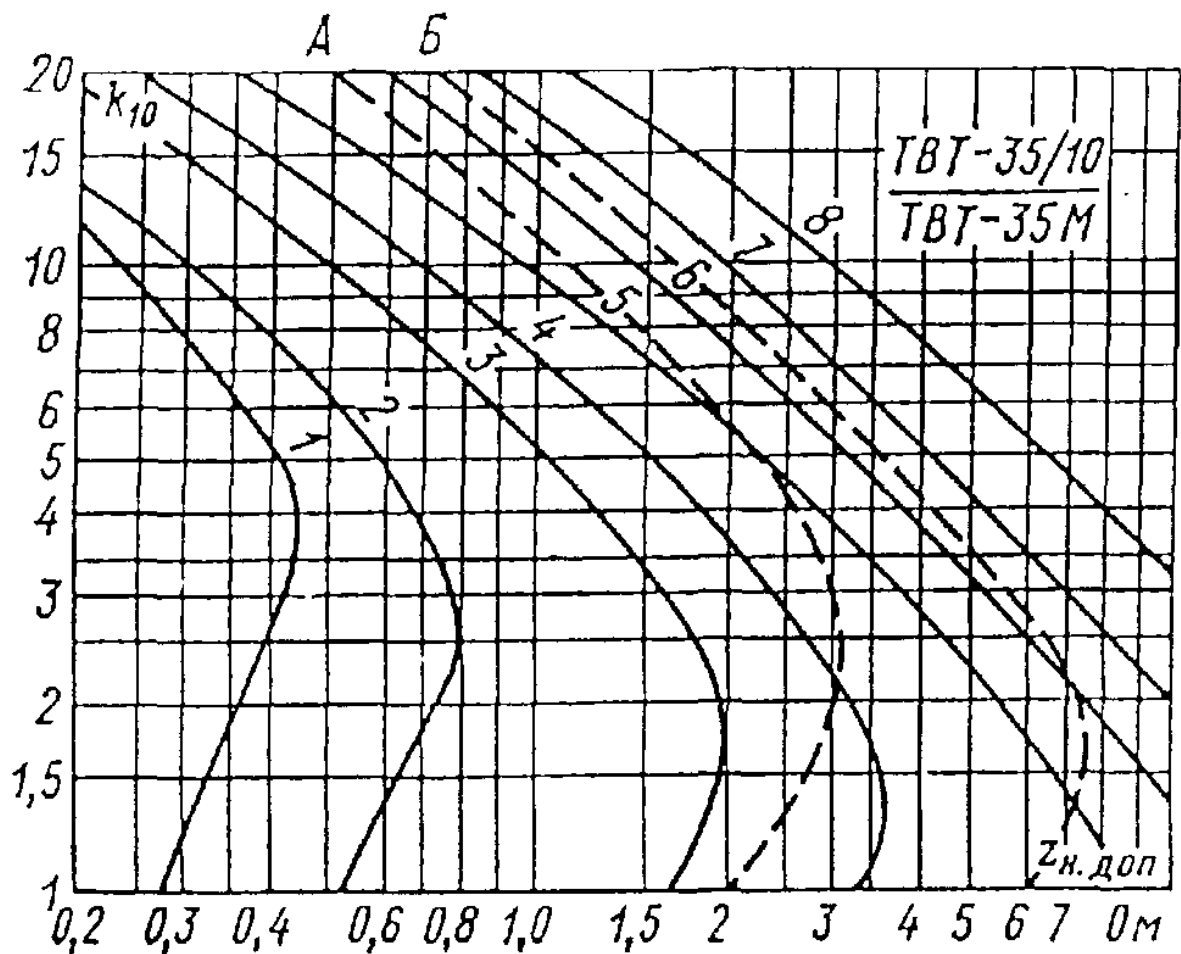


Рис. 2. Кривые предельных кратностей встроенных трансформаторов тока типа ТВТ-35-I (сплошные кривые) и ТВТ-35-II (пунктирные кривые)

Для ТВТ-35-I

1 – при  $n_T = 150/5$ ; 2 – при  $n_T = 200/5$ ; 3 – при  $n_T = 300/5$ ; 4 – при  $n_T = 400/5$ ;  
5 – при  $n_T = 600/5$ ; 6 – при  $n_T = 750/5$ ; 7 – при  $n_T = 1000/5$ ; 8 – при  $n_T = 1500/5$ .

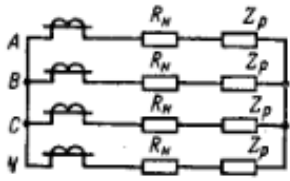
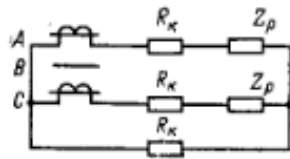
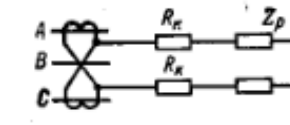
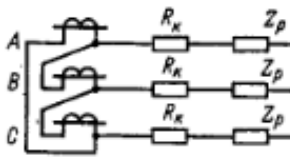
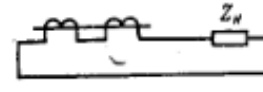
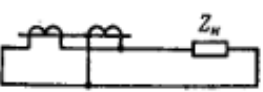
Для ТВТ-35-II

А – при  $n_T = 200/5$ ; Б – при  $n_T = 300/5$

## Литература

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат. 1989, – 608 с.

Таблица 2. Определение сопротивления нагрузки  $Z_H$  на зажимах вторичных обмоток трансформаторов тока для наиболее распространенных схем соединения и при различных видах КЗ

Схема соединений трансформаторов тока и реле	Вид короткого замыкания	Формулы для определения сопротивления нагрузки на зажимах вторичных обмоток
<p>1. Соединение в звезду</p> 	Трехфазное и двухфазное	$Z_H = R_N + Z_p + R_{пер}$
	Однофазное	$Z_H = 2R_N + Z_p + Z_{p,0} + R_{пер}$
<p>2. Соединение в неполную звезду</p> 	Трехфазное	$Z_H = \sqrt{3} R_K + Z_p + R_{пер}$
	Двухфазное AB или BC	$Z_H = 2R_K + Z_p + R_{пер}$
<p>3. Соединение на разность токов двух фаз</p> 	Двухфазное AC	$Z_H = R_K + Z_p + R_{пер}$
	Трехфазное	$Z_H = \sqrt{3} (2R_K + Z_p) + R_{пер}$
	Двухфазное AB или BC	$Z_H = 4R_K + 2Z_p + R_{пер}$
<p>4. Соединение в треугольник</p> 	Трехфазное и двухфазное	$Z_H = 3 (R_K + Z_p) + R_{пер}$
	Однофазное	$Z_H = 2 (R_K + Z_p) + R_{пер}$
<p>5. Последовательное соединение двух ТТ одной фазы</p> 	—	$Z'_H = 0,5Z_H$
<p>6. Параллельное соединение двух ТТ одной фазы</p> 	—	$Z'_H = 2Z_H$

$R_{пер} = 0,1$  Ом – суммарное переходное сопротивление в местах контактных соединений,

$R_K$  – сопротивление кабеля,  $Z_p$  – сопротивление реле в фазном проводе,

$Z_{p,0}$  – сопротивление реле в нулевом проводе.