РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«Энергосервис ЭТЛ»
Гос. лицензия ГСЛ № 14009755 выдана 13.09.2021г.

ТОМ 6. РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ВЫБОР УСТАВОК РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

по рабочему проекту

«Строительство линии электропередач в поселке Актогай Аягозского района ВКО»

Шифр – 0032/22-22

Заказчик: **ГУ «Отдел жилищно-коммунального хозяйства, пассажирского транспорта, автомобильных дорог и жилищной инспекции Аягозского района»**

г.Шымкент-2022

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«Энергосервис ЭТЛ»
Гос. лицензия ГСЛ № 14009755 выдана 13.09.2021г.

ТОМ 6. РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И ВЫБОР УСТАВОК РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

по рабочему проекту
«Строительство линии электропередач в поселке Актогай Аягозского района ВКО»

Директор ТОО «Энергосервис ЭТЛ» Кабыш Н.С.

Главный инженер проекта *Дарбичев Е.И.*

Шифр – 0032/22-22

Заказчик: **ГУ «Отдел жилищно-коммунального хозяйства, пассажирского транспорта, автомобильных дорог и жилищной инспекции Аягозского района»**

г.Шымкент-2022 г.

Содержание

1. Расчет уставок РЗА проектируемой ячейки КРУ -10кВ на ПС "Актогай"
2. Расчет уставок РЗА силового трансформатора Т-1 с мощностью 10МВА на " ПС Актогай"

1. Расчет уставок РЗА проектируемой ячейки КРУ -10кВ на ПС "Актогай"

Подстанция	Существующие Уставки РЗА	Токи КЗ на шинах 10кВ		
		I(3)max	I(3)min	I(2)min
ПС Актогай Л-новая		2285	1671	1445

Подключаемая S=4000кВт

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = 220А$$

Ток срабатывания МТЗ отстраивается от максимального тока нагрузки

$$Iсз = \frac{Кн \cdot Ксз}{Квозв} \cdot I_{раб.мах} = 352А$$

Установить трансформаторы тока 400/5

Токи КЗ в конце линии	I(3)max=775	I(3)min =689	I(2)min =596

Обеспечение чувствительности защиты

$$Кч = \frac{Iк.min}{Iсз} = 596/360 = 1,65 > 1,5$$ – в зоне защиты

Уставка МТЗ-360А-0,5сек.

Токовая отсечка

Ток срабатывания МТО отстраивается от максимального трехфазного тока короткого замыкания в конце защищаемой зоны.

$$Iсз = Кн \cdot I_{(3)мах} = 1,3 \cdot 775 = 1008А$$

Обеспечение чувствительности защиты

$$Кч = \frac{Iк.min}{Iсз} = 1445/1000 = 1,5 > 1,3$$ –в зоне защиты

Токовая отсечка эффективна!

Уставки РЗА	400/5 МТО-1000А-0сек МТЗ-360А-0,5сек Реле РС-83

2. Расчет уставок РЗА силового трансформатора Т-1 с мощностью 10МВА на ПС "Актогай"

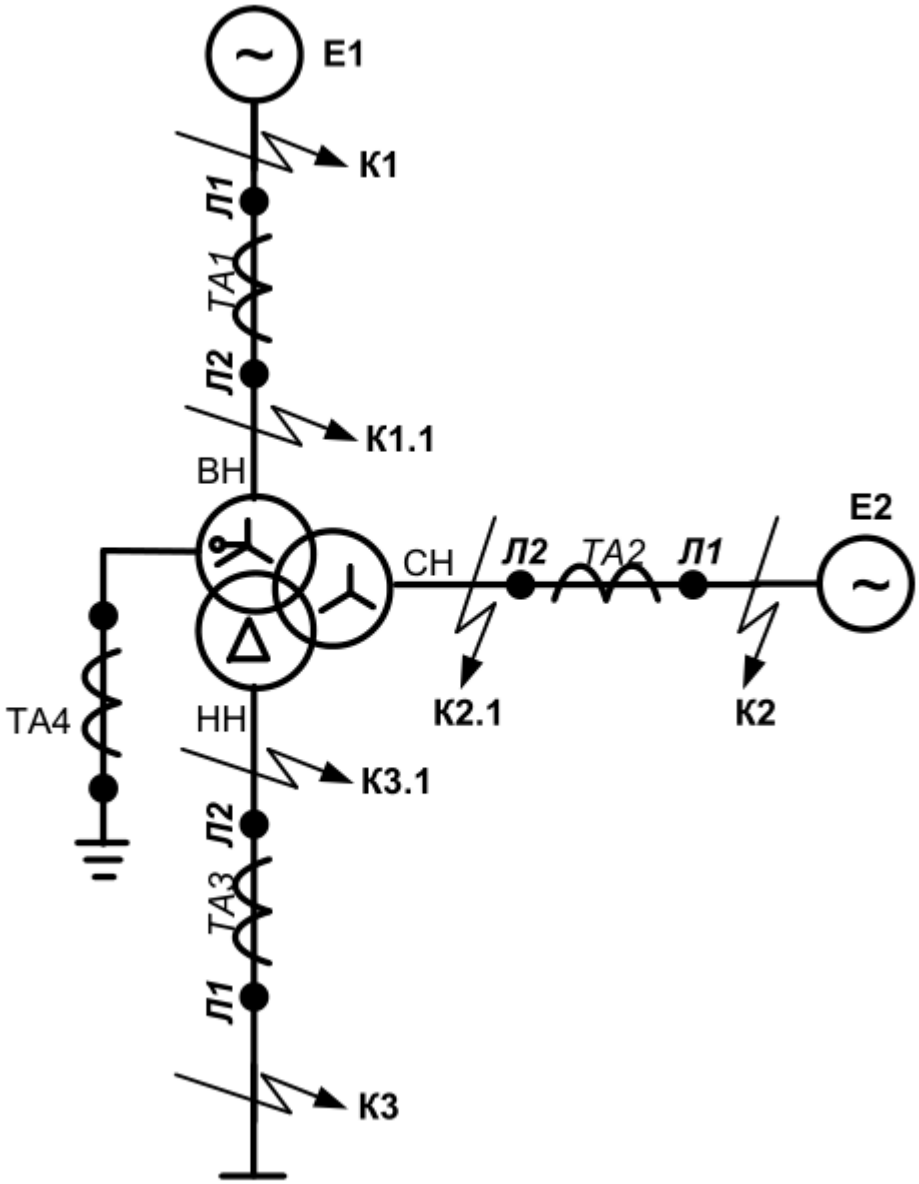

рис. 1

Параметры трансформатора:
Номинальные напряжения обмоток 115/38,5/11кВ
Соединение обмоток Yo/Y/Д -0/11
РПН на стороне ВН ±9х1,78%= ±16%
ПБВ на стороне СН ±2х2,5%, установлено в положение +2,5%. Тогда напряжение стороны
СН по виткам = 38,5х1,025=39,5 кВ.
Напряжение короткого замыкания Uквс=10,5%, Uквн=17%, Uксн=7,0%
Трансформаторы тока:
ТА1 (сторона ВН) – **100/5=20;** ТА2 (сторона СН) – **300/5=60**; ТА3 (сторона НН) – **600/5=120.**
На всех сторонах трансформаторы тока соединены в звезду.

Максимальные токи КЗ на сторонах трансформатора при КЗ в точках, в соответствии с рис. П1

Точка КЗ	Максимальные сквозные токи (первичные) при КЗ в точках К1, К2, К3 и минимальные токи при КЗ в зоне срабатывания (в точках К1.1, К2.1, К3.1), которыми обтекаются трансформаторы тока ТА1, ТА2, ТА3, А		
	ТА1 (115кВ)	ТА2 (38,5кВ)	ТА3 (11кВ)
Питание со стороны ВН			
К1	384	-	-
К1.1	-		
К2	245	789	
К2.1	-		
К3	200		2285
К3.1	-		

Расчет уставок

Уставку по группе соединений защищаемого трансформатора примем 0/11. Это определяется заданным соединением трансформаторов тока в звезду на всех сторонах трансформатора. Как следствие, необходима компенсация поворотов фаз токов на сторонах трансформатора внутренним алгоритмом устройства РС830-ДТ3. Эта компенсация включается при задании указанной группы соединений. Коэффициенты схемы соединения трансформаторов тока и реле при этом $\mathbf{K_{СХ\ ВН\ (3)} = K_{СХ\ СН\ (3)} = K_{СХ\ НН\ (3)} = 1}$.

За основную сторону примем сторону НН. С целью уменьшения отличия от 1 коэффициентов выравнивания других сторон коэффициент выравнивания для основной стороны занизим по сравнению с 1 и примем К ВР О = К ВР НН = 0,7.

Коэффициенты выравнивания для сторон ВН и СН определим в соответствии с выражением (3):

$\mathbf{K_{вр} = K_{вр\ о} (K_{сх}^{(3)}{}_{о}\ n_{тт\ о}\ U_{ср\ о} / K_{сх}^{(3)}\ n_{тт}\ U_{ср\ о})}$

$\mathbf{K_{ВР\ ВН} = 0{,}7x20x115/120x11= 1{,}219.}$ **Примем** $\mathbf{K_{ВР\ ВН} = 1{,}22.}$

$\mathbf{K_{ВР\ СН} = 0{,}7x60x39{,}5/120x11= 1{,}256.}$ **Примем** $\mathbf{K_{ВР\ СН} = 1{,}26.}$

Погрешность установки коэффициентов выравнивания по сравнению с расчетными значениями, вызывающая небаланс

$$\mathbf{\delta I_д=(K_{вр\ у} - K_{вр}) / K_{вр\ у}}$$

Для $K_{ВР\ ВН}$ $\delta I_д$=(1,22-1,219)/1,22=0,0008;

Для $K_{ВР\ СН}$ $\delta I_д$=(1,26-1,256)/1,26=0,003.

Полученные значения погрешностей меньше 0,01, поэтому в соответствии с рекомендациями ими можно пренебречь.

Блокировку от броска тока намагничивания по 2 гармонике дифференциального тока для ступени ДТ вводят, а для ступени ДО выводят.

Уставку по 2 гармонике дифференциального тока принимаем 12%

Время ввода блокировки по 2 гармонике принимаем 2с.

Блокировку от перевозбуждения по 5 гармонике дифференциального тока для ступени ДТ вводят, а для ступени ДО выводят.

Уставку по 5 гармонике дифференциального тока принимаем 10%

Время ввода блокировки по 5 гармонике принимаем 2с.

Начальный ток срабатывания дифзащиты с торможением I д0 выбираем в соответствии с выражением (5) в зависимости от номинального тока стороны НН, принятой за основную, I но :

$$I_{но} = 10000/\sqrt{3} x 11 = 526А;$$

$$I_{д0} = 0,3 x K_{ВР0} x K_{сх(3)о} x I_{но}/n_{тто} = 0,3x0,7x1x526/120 = 0,92А.$$

$$I_{2 К ВН} = (I_к K_{сх} (3) K_{вр}/ n_{тт})_{вн};$$
$$I_{2 К СН} = (I_к K_{сх} (3) K_{вр}/ n_{тт})_{сн};$$
$$I_{2 К НН} = (I_к K_{сх} (3) K_{вр}/ n_{тт})_{нн}.$$

Питание со стороны ВН:

$I_{2 К ВН} = 0$;

$I_{2 К СН} = 789x1,26/60 = 16,57А$ (точка К2);

$I_{2 К НН} = 2285x0,7/120 = 13,33А$.

Максимальном режимом является режим питания со стороны ВН.

За базисную сторону выбираем $I_{2 К СН} = 16,57$

Коэффициенты участия токов сторон в токе торможения выбираем по параметрам максимального режима в соответствии с выражениями

$K_{вн} = 0$

$K_{сн} = I_{2 К СН}/(I_{2 К СН} + I_{2 К НН}) = 16,57/(16,57+13,33) = 0,55$;

$K_{нн} = I_{2 К НН}/(I_{2 К СН} + I_{2 К НН}) = 13,33/(13,33+16,57) = 0,44$;

Ток ограничения торможения выбираем как ток торможения в максимальном режиме при сквозном КЗ на базисной стороне (стороне с максимальным вторичным током КЗ)

$$I_{тогр} = I_{к б вн} K_{вн} (K_{сх} (3) K_{вр} / n_{тт})_{вн} + I_{к б сн} K_{сн} (K_{сх} (3) K_{вр} / n_{тт})_{сн} + I_{к б нн} K_{нн} (K_{сх} (3) K_{вр} / n_{тт})_{нн}.$$

$I_{тогр} = 0+789x0.55x1,26/60+0 = 9,11А$

Определим максимальные токи небаланса для каждого из возможных режимов питания по вторичным токам, определенным в пункте П1.5.1, токи срабатывания, по условиям отстройки от этих небалансов, ток торможения и коэффициент торможения для каждого из режимов

Питание со стороны ВН (точка К2):

$I_{нб}' = 1x1x0,1x16,57 = 1,657А$;

$I_{нб}'' = 0,16x16,57 = 2,65А$;

Значением $I_{нб}'''$ пренебрегаем;

$I_{нб} = 1,657+2,65 = 4,217А$;

$I_{СР} = 1,2x4,217 = 5,06А$;

$I_т = 0+789x0,55x1,26/60 = 9,11А$;

$K_т = 5,06/9,11 = 0,55$.

Для обеспечения отстройки от небаланса во всех режимах принимаем худшее из полученных значений $K_т = 0,55$

Уставку I Т 0 выбираем в соответствии с выражением

$I_{Т 0} = I_{Д 0}/K_Т = 0,92/0,55 = 1,67А$.

Принимаем ближайшее возможное значение I Т 0=1,7А.

С учетом измененного значения I Т 0 уточняем значение коэффициента торможения

$K_Т = (I_{СР} – I_{Д 0})/(I_т – I_{т0}) = (5,06-0,92)/(9,11-1,7) = 0,56$

Для каждого из режимов питания определим минимальные значения вторичных токов, на которые реагирует устройство I 2 кmin, ток торможения в точке определения чувствительности Iтч, ток срабатывания ДЗТ в этой же точке I д ср ч и коэффициент чувствительности

I 2 к min=(Iк K сх (3) Квр/ n тт)min

Iт ч= Квн I 2 к внmin + Ксн I 2 к снmin + Кнн I 2 к ннmin

I д ср ч =I д0 +к т (I т ч - I т0) , если I т ч > I т0

Питание со стороны ВН (точка К2.1)

I 2 к=384x1,22/20=23,424А;

Iтч=384x0x1,22/20=0А;

Так как I 2 к < I T 0, то I д ср ч = I д0 =0,92А

К ч дзт = I 2 к/ I д ср ч =23,424/0,92=25,46

Питание со стороны ВН (точка К3.0)

I 2 к=200x1,22/20=12,2А;

Iтч=200x0x1,22/20=0А;

Так как I 2 к < I T 0, то I д ср ч = I д0 =0,92А

К ч дзт = I 2 к/ I д ср ч =12,2/0,92=13,26

Ток срабатывания дифференциальной отсечки выбираем в соответствии с выражением (25) в зависимости от номинального тока стороны НН, принятой за основную,I но :

I но =10000/√3x11=526А;

I Д ОТС =(5-6) Квр о K сх о (3) I нн/ n тто = 5x0,7x1x526/120=15,34А

П1.10.Коэффициент чувствительности дифотсечки в соответствии с выражением (26)

К ч отс = I 2 к min / I Д ОТС

Для режима питания со стороны ВН

К ч отс =12,2/15,34=0,79

Выбираем меньше из двух 12,2 (12,2А и 15,34А)

Ток срабатывания дифференциальной защиты от небаланса определяем по условиям отстройки от небаланса, вызванного током нагрузки 125,65 А на стороне ВН. Небалансы вызванные этим током (первичные значения)

I нб ′=0,1x50,26=5,026 А

I нб ′′=0,16x50,26=8,04А

I нб =5,026+8,04=13,066А

Iднб = $K_{н}$ K сх (3) K вр I нб ($I_{н\,MAX}$) / n тт

Iднб = 1,2x1,22x13,066/20=0,95А