инженерный центр
энергосервис

Свидетельство № 0409-2015-7722330113-08 от 7 июля 2015 г.

Заказчик – АО «Региональная энергетическая компания»

СТРОИТЕЛЬСТВО ПС 110 кВ ЗАХАРОВСКАЯ

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Релейная защита и автоматика

Проектный расчет уставок

6276-2019/ДЭТ-РЗА.РР

2019

инженерный центр
энергосервис

Свидетельство № 0409-2015-7722330113-08 от 7 июля 2015 г.

Заказчик – АО «Региональная энергетическая компания»

СТРОИТЕЛЬСТВО ПС 110 кВ ЗАХАРОВСКАЯ

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Релейная защита и автоматика

Проектный расчет уставок

6276-2019/ДЭТ-РЗА.РР

Генеральный директор И. Л. Флейшман

Главный инженер проекта Д. Н. Ульянов

2019

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта марки РЗА .РР

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Расчет уставок ДЗО 1С (2 С) 110 кВ	
3	Расчет уставок защит СВ 110	
4	Расчет уставок защит трансформатора Т –1(Т –2)	
5	Расчет уставок защит вводов 10 кВ	
6	Расчет уставок защит СВ 10 кВ	

Ведомость ссылочных документов

Обозначение	Наименование	Примечание
ЭКРА .656453.027 РЭ	ШКАФ ЗАЩИТЫ ОШИНОВКИ ТИПА ШЭ 2607 051051, ШЭ 2607 051 (версия 051_200). Руководство по эксплуатации	
ЭКРА .656453.053 РЭ	ШКАФЫ РЕЗЕРВНЫХ ЗАЩИТ И АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ СЕКЦИОННОГО (ШИНОСОЕДИНИТЕЛЬНОГО) ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ШЭ 2607 015 (ШЭ 2607 015015). Руководство по эксплуатации	
ЭКРА .656453.031 РЭ	ШКАФ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРА ТИПА ШЭ 2607 041 (ШЭ 2607 041041). Руководство по эксплуатации	
б / н	Рекомендации по выбору уставок шкафа типа ШЭ 2607 041 защиты трансформатора, ШЭ 2607 042 и ШЭ 2710 542 защиты автотрансформатора, ШЭ 2710 541 защиты шунтирующего реактора.	

Ведомость прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
б / н	Расчет ТКЗ	

Согласовано

Н.контр.

Провер.

Изм. внес

Взам. инв.N

Подпись и дата

Инв.N подл

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Вальчук			10.19
Проверил		Ульянов			10.19
Н.контр.		Шинкарук			10.19
ГИП		Ульянов			10.19

6276–2019/ ДЭТ –РЗА .РР

Строительство ПС 110 кВ Захаровская

Стадия	Лист	Листов
Р	1	6

Общие данные

инженерный центр энергосервис

Копировал

Формат А4

Таблица 1. Расчёт уставок дифференциальной защиты ошиновки 1С(2С) 110 кВ

	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Значение
Исходные данные	Номинальный ток ВН трансформатора, А	$I_{НОМ НАГР} = S/(\sqrt{3}\cdot U_{ВН})$	401,6
	Номинальный первичный ток ТТ, А	$I_{ПЕР.ТТ}$	600
	Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ}$	120
	Максимальный ток в месте установки защиты при 3ф КЗ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MAX)}$	13419
	Минимальный ток в месте установки защиты при 3ф КЗ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}$	5996
Расчетные коэффициен	Коэффициент однотипности трансформаторов тока	$K_{ОДН}$	1,0
	Относительное значение полной погрешности трансформаторов тока	ε	0,1
	Относительная погрешность выравнивания токов	$f_{ВЫР}$	0,02
Базисный ток, А		$I_{БАЗ}$	5,0
Начальный дифференциальный ток	Начальный ток торможения	$I_{ТО}$	1
	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	1,3
	Начальный ток срабатывания	$K_{ОТС}$	1,2
		$I_{Д0\,РАСЧ} = K_{ОТС}\cdot I_{НОМ НАГР}/(K_{ТТ}\cdot I_{БАЗ}) \geq 0,4$	0,80
		$K_{ОТС}$	1,5
		$I_{Д0\,РАСЧ} = K_{ОТС}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon + f_{ВЫР})\cdot I_{Т0} \geq 0,4$	0,23
	Уставка начального тока	$I_{Д0}$	**0,8**
Коэффициент торможения	Начальный ток торможения	$I_{ТО}$	1
	Коэффициент торможения	$K_Т = K_{ОТС}\cdot(I_Д - I_{Д0})/(I_Т - I_{Т0}) \geq 0,2$	0,33
	Уставка коэффициента торможения	$K_Т$	**0,4**
	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	2,0
	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,5
	Тормозной ток при внешнем КЗ	$I_Т = I_{К МАХ}\cdot(1-0,5\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon + f_{ВЫР}))$	19,90
	Дифференциальный ток	$I_Д = I_{К МАХ}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon + f_{ВЫР})$	4,92
	Максимальное значение сквозного тока при внешнем КЗ	$I_{К МАХ} = I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MAX)}/(K_{ТТ}\cdot I_{БАЗ})$	22,4
Коэффициент чувствит.	Коэффициент чувствительности	$K_Ч = I_{К MIN}/(I_{Д0} + K_Т\cdot(I_Т - I_{Т0})) \geq 2$	2,48
	Тормозной ток при внешнем КЗ	$I_Т = I_{К MIN}\cdot(1-0,5\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon + f_{ВЫР}))$	7,70
	Максимальное значение сквозного тока при внешнем КЗ	$I_{К MIN} = 0,866\cdot I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}/(K_{ТТ}\cdot I_{БАЗ})$	8,7
	Относительный ток нагрузки	$I_{НАГР} = I_{НОМ НАГР}/(K_{ТТ}\cdot I_{БАЗ})$	0,7

Таблица 2. Расчет уставок УРОВ

	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Значение
УРОВ ВН	Номинальный первичный ток ТТ, А	$I_{ПЕР.ТТ}$	600
	Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ}$	120
	Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	$I_{СРАБ} = 0,05\cdot I_{ПЕР.ТТ}/K_{ТТ}$	**0,3**
	Выдержка времени на срабатывание УРОВ, с	$t_{СРАБ}$	**0,25**

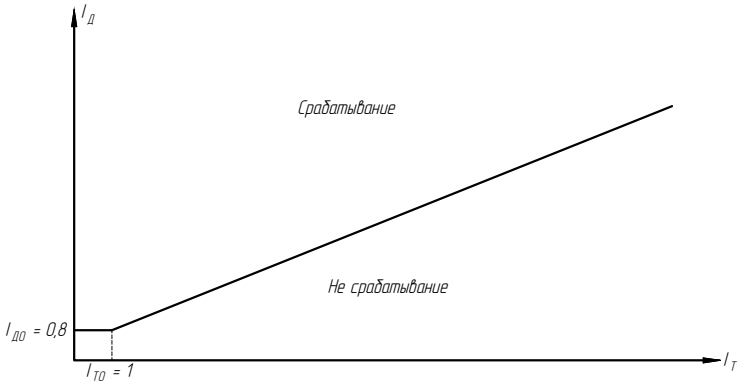


Рис.1 Тормозная характеристика дифференциальной защиты ошиновки 1С(2С) 110 кВ

Согласовано | Н.контр. | Провер. | Изм. внес

Взам. инв N | Подпись и дата | Инв N подл

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Вальчук			10.19
Проверил		Ульянов			10.19
Н.контр.		Шинкарук			10.19
ГИП		Ульянов			10.19

6276-2019/ ДЭТ-РЗА.РР

Строительство ПС 110 кВ Захаровская

Стадия	Лист	Листов
Р	2	

Расчет уставок ДЗО 1СШ(2СШ) 110 кВ

инженерный центр энергосервис

Копировал | Формат А4

Таблица 1. Расчет уставок МТЗ с комбинированным пуском по напряжению СВ 110

Наименование		Обозначение и расчетная формула	Значение
МТЗ	Минимальный длительно допустимый ток ВЛ, А	$I_{НОМ}$	451,0
	Номинальный первичный ток ТТ , А	$I_{ПЕР.ТТ}$	600
	Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ}$	120
	Коэффициент надежности	$K_{Н}$	1,20
	Коэффициент возврата	$K_{В}$	0,90
	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,10
	Первичный ток срабатывания МТЗ (отстройка от тока ВЛ), А	$I_{СЗ}=K_{Н}\cdot I_{НОМ}/K_{В}$	601
	Первичный ток срабатывания МТЗ (отстройка от МТЗ тр-ра), А	$I_{СЗ}=K_{ОТС}\cdot I_{СЗ\,МТЗ\,110}$	590
	Уставка срабатывания МТЗ,А	$I_{СРАБ}=I_{СЗ}/K_{ТТ}$	**5,0**
	Минимальный ток в месте установки защиты при 3ф КЗ на шинах НН приведенный к 110 кВ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}$	5996
	Чувствительность защиты	$Кч=0,866\cdot Iкз^{(3)}{}_{(MIN)}/I_{СЗ}\geq 1,5$	8,6
	Первичное напряжение ТН, В	$U_{ПЕР}$	110000
	Коэффициент трансформации ТН	$K_{ТН}$	1100
	Коэффициент надежности	$K_{Н}$	1,20
	Коэффициент возврата	$K_{В}$	1,05
	Напряжение срабатывания реле минимального напряжения, В	$Uсз=0,6\cdot U_{ПЕР}$	66000,0
	Уставка срабатывания реле минимального напряжения, В	$U_{СРАБ}=U_{СЗ}/K_{ТН}$	**60**
	Напряжение срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2сз=0,06\cdot U_{ПЕР}$	6600,0
	Уставка срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2_{СРАБ}=U2_{СЗ}/K_{ТН}$	**6**
	Выдержка времени МТЗ, с	$t_{СР}=t_{СР\ МТЗ\ 110кВ}+\Delta t(0,3)$	**3,6***

* Уточнить выдержки времени при наладке.

Согласовано | Н.контр. | Провер. | Изм. внес

Взам. инв N

Подпись и дата

Инв N подл

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Вальчук			10.19
Проверил		Ульянов			10.19
Н.контр.		Шинкарук			10.19
ГИП		Ульянов			10.19

6276-2019/ ДЭТ -РЗА .РР

Строительство ПС 110 кВ Захаровская

Стадия	Лист	Листов
Р	3	

Расчет уставок защит СВ 110 кВ

инженерный центр энергосервис

Копировал

Формат А4

Таблица 1. Расчёт уставок дифференциальной защиты трансформатора Т-1(Т-2)

	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Значение
Исходные данные	Номинальный ток ВН трансформатора, А	$I_{НОМ\,ВН}=S/(\sqrt{3}\cdot U_{ВН})$	401,6
	Номинальный первичный ток ТТ ВН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,ВН}$	600
	Номинальный первичный ток ТТ НН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,НН}$	2500
	Номинальный ток НН трансформатора, А	$I_{НОМ\,НН}=S/(\sqrt{3}\cdot U_{НН})$	4198,9
	Номинальное первичное напряжение ТН, В	$U_{НОМ}$	110000
	Номинальное напряжение ВН трансформатора, В	$U_{НОМ\,ТР}$	115000
	Максимальное напряжение ВН трансформатора с учетом регулирования, В	$U_{МАКС\,РЕГ}$	133400
	Минимальное напряжение ВН трансформатора с учетом регулирования, В	$U_{МИН\,РЕГ}$	96600
	Коэффициент трансформации ТТ ВН	$K_{ТТ\ \ ВН}$	120
	Коэффициент трансформации ТТ НН	$K_{ТТ\ \ НН}$	500
	Коэффициент трансформации ТН ВН	$K_{ТН}$	1100
	Максимальный ток в месте установки защиты при внешнем 3ф КЗ приведенный к 110 кВ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MAX)}$	2456
	Минимальный ток в месте установки защиты при 3ф КЗ на стороне 10 кВ приведенный к 110 кВ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}$	1366
Расчетные коэффициенты	Коэффициент однотипности трансформаторов тока	$K_{ОДН}$	1,0
	Относительное значение полной погрешности трансформаторов тока	ε	0,1
	Погрешность, обусловленная регулированием напряжения	$\Delta U_{РЕГ}=(U_{МАКС\,РЕГ}/U_{\ НОМ\,ТР}-U_{МИН\,РЕГ}/U_{\ НОМ\,ТР})/2$	0,16
	Относительная погрешность выравнивания токов	$f_{ВЫР}$	0,02
Базисный ток стороны ВН, А		$I_{БАЗ\,ВН}=I_{НОМ\,ВН}/K_{\ ТТ\,ВН}$	3,3
Базисный ток стороны НН, А		$I_{БАЗ\,НН}=I_{НОМ\,НН}/K_{\ ТТ\,НН}$	8,4
ДТО	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	3,0
	Ток срабатывания дифференциальной отсечки	$I_{ОТС}=1{,}5\cdot I_{К\,МАХ}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon+\Delta U_{РЕГ}+f_{ВЫР})\geq 6{,}5$	4,40
	Уставка дифференциальной отсечки	$I_{ОТС}$	**6,5**
Начальный диф-ный ток	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,3
	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	2,0
	Начальный ток срабатывания	$I_{Д0\,РАСЧ}=K_{ОТС}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon+\Delta U_{РЕГ}+f_{ВЫР})\ \geq 0{,}2$	0,49
	Уставка начального тока	$I_{Д0}$	**0,5**
Коэффициент торможения	Начальный ток торможения	$I_{ТО}$	1
	Коэффициент торможения	$K_{Т}=K_{ОТС}\cdot(I_{Д}-I_{Д0})/(I_{Т}-I_{Т0})$	0,39
	Уставка коэффициента торможения	$K_{Т}$	**0,4**
	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	2,0
	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,3
	Тормозной ток при внешнем КЗ,	$I_{Т}=\sqrt{I_{К\,МАХ}\cdot(I_{К\,МАХ}-I_{Д})}\cdot\cos 15°$	5,10
	Дифференциальный ток	$I_{Д}=I_{К\,МАХ}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon+\Delta U_{РЕГ}+f_{ВЫР})$	1,71
	Максимальное значение сквозного тока при внешнем КЗ	$I_{К\,МАХ}=I_{КЗ}^{(3)}{}_{(МАХ)}/(K_{ТТ\,ВН}\cdot I_{БАЗ\ \ ВН})$	6,1
Ток торможения	Коэффициент определяющий предельную нагрузочную способность	$K_{ПРЕД\,НАГР}$	1,8
	Ток торможения блокировки	$I_{Т\,БЛ}=K_{ОТС}\cdot K_{ПРЕД\,НАГР}\cdot I_{НОМ\,ВН}/(K_{ТТ\,ВН}\cdot I_{БАЗ\ \ ВН})$	2,34
	Уставка тока торможения блокировки	$I_{Т\,БЛ}$	**2,4**
Коэффициент чувствительности		$K_{Ч}=0{,}866\cdot I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}/(I_{Д0}\cdot K_{ТТ\,ВН}\cdot I_{БАЗ\,ВН})\ \geq 2$	6,0
Уставка блокировки по второй гармонике		*Кбл 2гар*	**0,10**

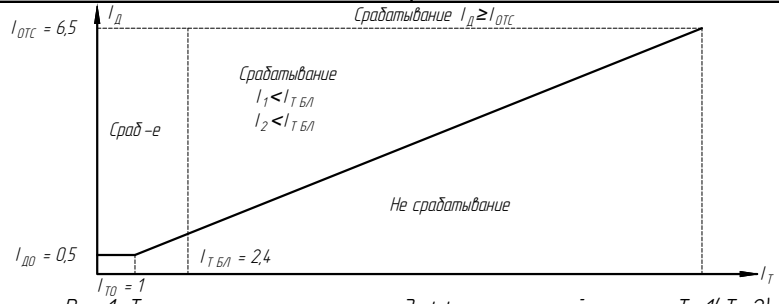


Рис.1 Тормозная характеристика дифференциальной защиты Т-1(Т-2)

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Вальчук			10.19
Проверил		Ульянов			10.19
Н.контр.		Шинкарук			10.19
ГИП		Ульянов			10.19

6276-2019/ ДЭТ-РЗА.РР

Строительство ПС 110 кВ Захаровская

Стадия	Лист	Листов
Р	4.1	4

Расчет уставок защит трансформатора Т-1(Т-2)

инженерный центр энергосервис

Согласовано | Н.контр. | Провер. | Изм. внес | Взам. инв.N | Подпись и дата | Инв.N подл

Копировал

Формат А4

Таблица 2. Расчёт уставок дифференциальной защиты реакторов РТ-1 Т-1(Т-2), РТ-2 Т-1(Т-2)

	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Значение
Исходные данные	Номинальный ток НН трансформатора, А	$I_{НОМ\ НАГР} = S_{НН}/(\sqrt{3}\cdot U_{НН})$	2099,5
	Номинальный первичный ток ТТ НН, А	$I_{ПЕР.ТТ\ НН}$	2500
	Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ\ НН}$	500
	Максимальный ток в месте установки защиты при внешнем 3ф КЗ приведенный к 10 кВ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MAX)}$	13109
	Минимальный ток в месте установки защиты при 3ф КЗ на шинах НН приведенный к 10 кВ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}$	9315
Расчетные коэффициенты	Коэффициент однотипности трансформаторов тока	$K_{ОДН}$	1,0
	Относительное значение полной погрешности трансформаторов тока	ε	0,1
	Погрешность, обусловленная регулированием напряжения	$\Delta U_{РЕГ}$	0,00
	Относительная погрешность выравнивания токов	$f_{ВЫР}$	0,02
Базисный ток стороны НН, А		$I_{БАЗ\ НН} = I_{ПЕР.ТТ\ НН}/K_{ТТ\ НН}$	5,0
ДТО	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	3,0
	Ток срабатывания дифференциальной отсечки	$I_{ОТС} = 1{,}5\cdot I_{К\ MAX}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon + \Delta U_{РЕГ} + f_{ВЫР}) \geq 6{,}5$	2,52
	Уставка дифференциальной отсечки	$I_{ОТС}$	**6,5**
Начальный диф-ный ток	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,3
	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	2,0
	Начальный ток срабатывания	$I_{Д0\ РАСЧ} = K_{ОТС}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon + \Delta U_{РЕГ} + f_{ВЫР}) \geq 0{,}2$	0,29
	Уставка начального тока	$I_{Д0}$	**0,3**
Коэффициент торможения	Начальный ток торможения	$I_{ТО}$	1
	Коэффициент торможения	$K_Т = K_{ОТС}\cdot(I_Д - I_{Д0})/(I_Т - I_{Т0})$	0,12
	Уставка коэффициента торможения	$K_Т$	**0,2**
	Коэффициент, учитывающий переходный режим	$K_{ПЕР}$	2,0
	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,3
	Тормозной ток при внешнем КЗ	$I_Т = \sqrt{I_{К\ MAX}\cdot(I_{К\ MAX} - I_Д)}\cdot\cos 15°$	4,83
	Дифференциальный ток	$I_Д = I_{К\ MAX}\cdot(K_{ОДН}\cdot K_{ПЕР}\cdot\varepsilon + \Delta U_{РЕГ} + f_{ВЫР})$	0,63
	Максимальное значение сквозного тока при внешнем КЗ	$I_{К\ MAX} = I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MAX)}/(K_{ТТ\ НН}\cdot I_{БАЗ\ НН})$	5,2
Ток торможения	Коэффициент определяющий предельную нагрузочную способность	$K_{ПРЕД\ НАГР}$	1,8
	Ток торможения блокировки	$I_{Т\ БЛ} = K_{ОТС}\cdot K_{ПРЕД\ НАГР}\cdot I_{НОМ\ НАГР}/(K_{ТТ\ НН}\cdot I_{БАЗ\ НН})$	1,97
	Уставка тока торможения блокировки	$I_{Т\ БЛ}$	**2**
Коэффициент чувствительности		$K_Ч = 0{,}866\cdot I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}/(I_{Д0}\cdot K_{ТТ\ НН}\cdot I_{БАЗ\ НН}) \geq 2$	11,3
Уставка блокировки по второй гармонике		*Кбл 2гар*	**0,10**

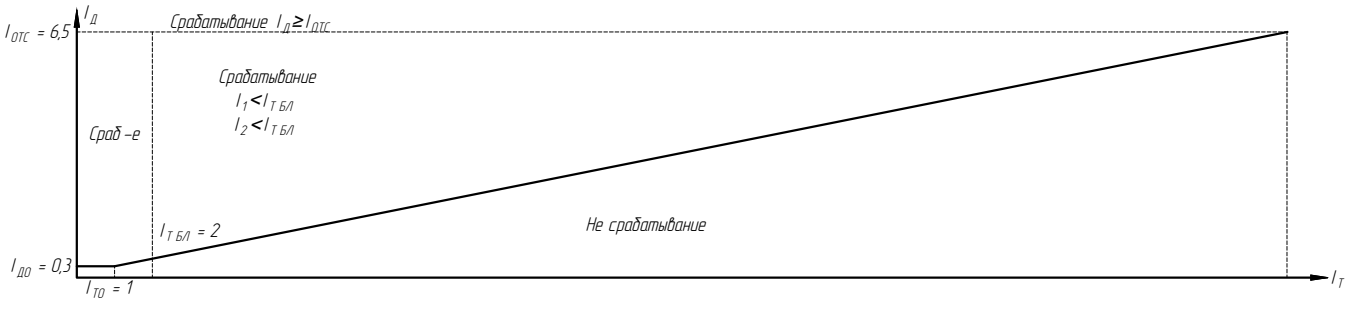


Рис .2 Тормозная характеристика дифференциальной защиты реакторов РТ-1 Т-1(Т-2), РТ-2 Т-1(Т-2)

Таблица 3. Расчет уставок МТЗ 110 кВ с комбинированным пуском по напряжению 10 кВ

	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Значение
МТЗ ВН	Номинальный ток ВН трансформатора, А	$I_{НОМ\,ВН} = S/(\sqrt{3}\cdot U_{ВН})$	401,6
	Номинальный первичный ток ТТ ВН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,ВН}$	600
	Коэффициент трансформации ТТ ВН	$K_{ТТ\,ВН}$	120
	Коэффициент надежности	$K_Н$	1,20
	Коэффициент возврата	$K_В$	0,90
	Первичный ток срабатывания МТЗ стороны ВН, А	$I_{СЗ} = K_Н \cdot I_{НОМ\,ВН} / K_В$	536
	Уставка срабатывания МТЗ стороны ВН, А	$I_{СРАБ\,ВН} = I_{СЗ} / K_{ТТ\,ВН}$	**4,5**
	Минимальный ток в месте установки защиты при 3ф КЗ на шинах НН приведенный к 110 кВ, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)\ НН}$	891
	Чувствительность защиты	$Кч = 0,866 \cdot Iкз^{(3)}{}_{(MIN)\,НН} / I_{сз} \geq 1,2$	1,4
	Первичное напряжение ТН НН, В	$U_{ПЕР\,НН}$	10000
	Коэффициент трансформации ТН НН	$K_{ТН\,НН}$	100
	Коэффициент надежности	$K_Н$	1,20
	Коэффициент возврата	$K_В$	1,05
	Напряжение срабатывания реле минимального напряжения, В	$Uсз = 0,6 \cdot U_{ПЕР\,НН}$	6000,0
	Уставка срабатывания реле минимального напряжения, В	$U_{СРАБ} = U_{СЗ} / K_{ТН\,НН}$	**60**
	Напряжение срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2сз = 0,06 \cdot U_{ПЕР\,НН}$	600,0
	Уставка срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2_{СРАБ} = U2_{СЗ} / K_{ТН\,НН}$	**6**
	Выдержка времени МТЗ, с	$t_{СР} = t_{СР\ МТЗ\ 10кВ} + \Delta t(0,3)$	**3,3***

Таблица 4. Расчет уставок защиты от перегрузки Т-1(Т-2)

	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Значение
ЗП	Номинальный ток ВН трансформатора, А	$I_{НОМ\,ВН} = S/(\sqrt{3}\cdot U_{ВН})$	401,6
	Номинальный первичный ток ТТ ВН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,ВН}$	600
	Коэффициент трансформации ТТ ВН	$K_{ТТ\,ВН}$	120
	Номинальный ток НН трансформатора, А	$I_{НОМ\,ВН} = Sнн/(\sqrt{3}\cdot U_{НН})$	2099,5
	Номинальный первичный ток ТТ НН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,НН}$	2500
	Коэффициент трансформации ТТ НН	$K_{ТТ\,НН}$	500
	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,05
	Коэффициент возврата	$K_В$	0,90
	Первичный ток срабатывания ЗП стороны ВН, А	$I_{СЗ\,ВН} = K_{ОТС} \cdot I_{НОМ\,ВН} / K_В$	469
	Уставка срабатывания ЗП стороны ВН, А	$I_{СРАБ\,ВН} = I_{СЗ\,ВН} / K_{ТТ\,ВН}$	**3,9**
	Первичный ток срабатывания ЗП стороны НН, А	$I_{СЗ\,НН} = K_{ОТС} \cdot I_{НОМ\,НН} / K_В$	2449
	Уставка срабатывания ЗП стороны НН, А	$I_{СРАБ\,НН} = I_{СЗ\,НН} / K_{ТТ\,НН}$	**4,9**

Таблица 5. Расчет уставок реле тока автоматики охлаждения Т-1(Т-2)

	Наименование	Обозначение и расчетная формула	Значение
АО	Номинальный ток ВН трансформатора, А	$I_{НОМ\,ВН} = S/(\sqrt{3}\cdot U_{ВН})$	401,6
	Номинальный первичный ток ТТ ВН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,ВН}$	600
	Коэффициент трансформации ТТ ВН	$K_{ТТ\,ВН}$	120
	Номинальный ток НН трансформатора, А	$I_{НОМ\,ВН} = Sнн/(\sqrt{3}\cdot U_{НН})$	2099,5
	Номинальный первичный ток ТТ НН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,НН}$	2500
	Коэффициент трансформации ТТ НН	$K_{ТТ\,НН}$	500
	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,05
	Коэффициент возврата	$K_В$	0,90
	Коэффициент уставки 1-ой ступени	$K_{УСТ1}$	0,40
	Коэффициент уставки 2-ой ступени	$K_{УСТ2}$	0,80
	Первичный ток срабатывания 1-ой ст. АО стороны ВН, А	$I_{СЗ1\,ВН} = K_{УСТ1} \cdot K_{ОТС} \cdot I_{НОМ\,ВН} / K_В$	187
	Уставка срабатывания 1-ой ст. АО стороны ВН, А	$I_{СРАБ1\,ВН} = I_{СЗ1\,ВН} / K_{ТТ\,ВН}$	**1,6**
	Первичный ток срабатывания 2-ой ст. АО стороны ВН, А	$I_{СЗ2\,ВН} = K_{УСТ2} \cdot K_{ОТС} \cdot I_{НОМ\,ВН} / K_В$	375
	Уставка срабатывания 2-ой ст. АО стороны ВН, А	$I_{СРАБ2\,ВН} = I_{СЗ2\,ВН} / K_{ТТ\,ВН}$	**3,1**
	Первичный ток срабатывания 1-ой ст. АО стороны НН, А	$I_{СЗ1\,НН} = K_{УСТ1} \cdot K_{ОТС} \cdot I_{НОМ\,НН} / K_В$	933
	Уставка срабатывания 1-ой ст. АО стороны НН, А	$I_{СРАБ1\,НН} = I_{СЗ1\,НН} / K_{ТТ\,НН}$	**1,9**
	Первичный ток срабатывания 2-ой ст. АО стороны НН, А	$I_{СЗ2\,ВН} = K_{УСТ2} \cdot K_{ОТС} \cdot I_{НОМ\,НН} / K_В$	1866
	Уставка срабатывания 2-ой ст. АО стороны НН, А	$I_{СРАБ2\,НН} = I_{СЗ2\,НН} / K_{ТТ\,НН}$	**3,7**

Таблица 6. Расчет уставок устройства блокировки РПН Т-1(Т-2)

Наименование		Обозначение и расчетная формула	Значение
Блок. РПН	Номинальный ток ВН трансформатора, А	$I_{НОМ\,ВН} = S/(\sqrt{3}\cdot U_{ВН})$	401,6
	Номинальный первичный ток ТТ ВН, А	$I_{ПЕР.ТТ\,ВН}$	600
	Коэффициент трансформации ТТ ВН	$K_{ТТ\,ВН}$	120
	Коэффициент отстройки	$K_{ОТС}$	1,50
	Коэффициент возврата	$K_{В}$	0,90
	Первичный ток срабатывания блок. РПН стороны ВН, А	$I_{СЗ\,ВН} = K_{ОТС}\cdot I_{НОМ\,ВН}/K_{В}$	669
	Уставка срабатывания блок. РПН стороны ВН, А	$I_{СРАБ\,ВН} = I_{СЗ\,ВН}/K_{ТТ\,ВН}$	**5,6**

* Уточнить выдержки времени при наладке.

Согласовано

Н.контр.

Провер.

Изм. внес

Взам. инв.N

Подпись и дата

Инв.N подл

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6276-2019/ ДЭТ -РЗА .РР	Лист 4.4

Копировал

Формат А4

Таблица 1. Расчёт уставок МТЗ 2 с пуском по напряжению вводов 10 кВ

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Расчетное значение
Номинальный ток НН трансформатора, А	$I_{НОМ\,НН}=S/(\sqrt{3}\cdot U_{НН})$	4198,9
Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ}$	500
Коэффициент надежности	$K_{Н}$	1,2
Коэффициент возврата	$K_{В}$	0,95
Первичный ток срабатывания, А	$I_{СЗ}=K_{Н}\cdot I_{НОМ\,НН}/K_{В}$	5 304
Уставка тока срабатывания, А	$I_{СРАБ}=I_{СЗ}/K_{ТТ}$	**10,6**
Минимальный ток в месте установки защиты, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}$	9315
Чувствительность защиты	$Кч=0,866\cdot Iкз^{(3)}{}_{(MIN)}/I_{СЗ}\geq 1,5$	1,52
Выдержка времени на срабатывание 2 ступени защиты, с	$T2=t_{СР_МТЗ\,СВ10кВ}+\Delta t(0,3)$	**3,0***

Таблица 2. Расчёт уставок пуска по напряжению МТЗ вводов 10 кВ

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Расчетное значение
Первичное напряжение ТН, В	$U_{ПЕР}$	10000
Коэффициент трансформации ТН	$K_{ТН}$	100
Коэффициент надежности	$K_{Н}$	1,20
Коэффициент возврата	$K_{В}$	1,05
Напряжение срабатывания реле минимального напряжения, В	$Uсз=0,6\cdot U_{ПЕР}$	6000,0
Уставка срабатывания реле минимального напряжения, В	$U_{СРАБ}=U_{СЗ}/K_{ТН}$	**60**
Напряжение срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2сз=0,06\cdot U_{ПЕР}$	600,0
Уставка срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2_{СРАБ}=U2_{СЗ}/K_{ТН}$	**6**

Таблица 3. Расчёт уставок УРОВ вводов 10 кВ

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Расчетное значение
Номинальный первичный ток ТТ, А	$I_{ПЕР.ТТ}$	2500
Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ}$	500
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	$I_{СРАБ}=0,05\cdot I_{ПЕР.ТТ}/K_{ТТ}$	**0,3**
Выдержка времени на срабатывание УРОВ, с	T	**0,25**

* Уточнить выдержки времени при наладке.

Согласовано | Н.контр. | Провер. | Изм. внес

Взам. инв.N

Подпись и дата

Инв.N подл

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Вальчук			10.19
Проверил		Ульянов			10.19
Н.контр.		Шинкарук			10.19
ГИП		Ульянов			10.19

6276-2019/ ДЭТ -РЗА .РР

Строительство ПС 110 кВ Захаровская

Стадия	Лист	Листов
Р	5	

Расчет уставок защит вводов 10 кВ

инженерный центр энергосервис

Копировал

Формат А4

Таблица 1. Расчёт уставок МТЗ 2 с пуском по напряжению СВ 10 кВ

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Расчетное значение
Номинальный ток НН трансформатора, А	$I_{НОМ\,НН}=S/(\sqrt{3}\cdot U_{НН})$	4198,9
Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ}$	500
Коэффициент надежности	$K_{Н}$	1,2
Коэффициент возврата	$K_{В}$	0,95
Первичный ток срабатывания, А	$I_{СЗ}=0,7\cdot K_{Н}\cdot I_{НОМ\,НН}/K_{В}$	3 713
Уставка тока срабатывания, А	$I_{СРАБ}=I_{СЗ}/K_{ТТ}$	**7,4**
Минимальный ток в месте установки защиты, А	$I_{КЗ}^{(3)}{}_{(MIN)}$	9315
Чувствительность защиты	$Кч=0,866\cdot Iкз^{(3)}{}_{(MIN)}/I_{СЗ}\geq 1,5$	2,17
Выдержка времени на срабатывание 2 ступени защиты, с	$T2=t_{СР\ \ МТЗ\ 10кВ}+\Delta t(0,3)$	**2,7***

Таблица 2. Расчёт уставок пуска по напряжению МТЗ СВ 10 кВ

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Расчетное значение
Первичное напряжение ТН, В	$U_{ПЕР}$	10000
Коэффициент трансформации ТН	$K_{ТН}$	100
Коэффициент надежности	$K_{Н}$	1,20
Коэффициент возврата	$K_{В}$	1,05
Напряжение срабатывания реле минимального напряжения, В	$Uсз=0,6\cdot U_{ПЕР}$	6000,0
Уставка срабатывания реле минимального напряжения, В	$U_{СРАБ}=U_{СЗ}/K_{ТН}$	**60**
Напряжение срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2сз=0,06\cdot U_{ПЕР}$	600,0
Уставка срабатывания реле максимального напряжения обратной последовательности, В	$U2_{СРАБ}=U2_{СЗ}/K_{ТН}$	**6**

Таблица 3. Расчёт уставок УРОВ СВ 10 кВ

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Расчетное значение
Номинальный первичный ток ТТ, А	$I_{ПЕР.ТТ}$	2500
Коэффициент трансформации ТТ	$K_{ТТ}$	500
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	$I_{СРАБ}=0,05\cdot I_{ПЕР.ТТ}/K_{ТТ}$	**0,3**
Выдержка времени на срабатывание УРОВ, с	T	**0,25**

* Уточнить выдержки времени при наладке.

Согласовано | Н.контр. | Провер. | Изм. внес | Взам. инв.N | Подпись и дата | Инв.N подл

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Вальчук			10.19
Проверил		Ульянов			10.19
Н.контр.		Шинкарук			10.19
ГИП		Ульянов			10.19

6276-2019/ ДЭТ -РЗА .РР

Строительство ПС 110 кВ Захаровская

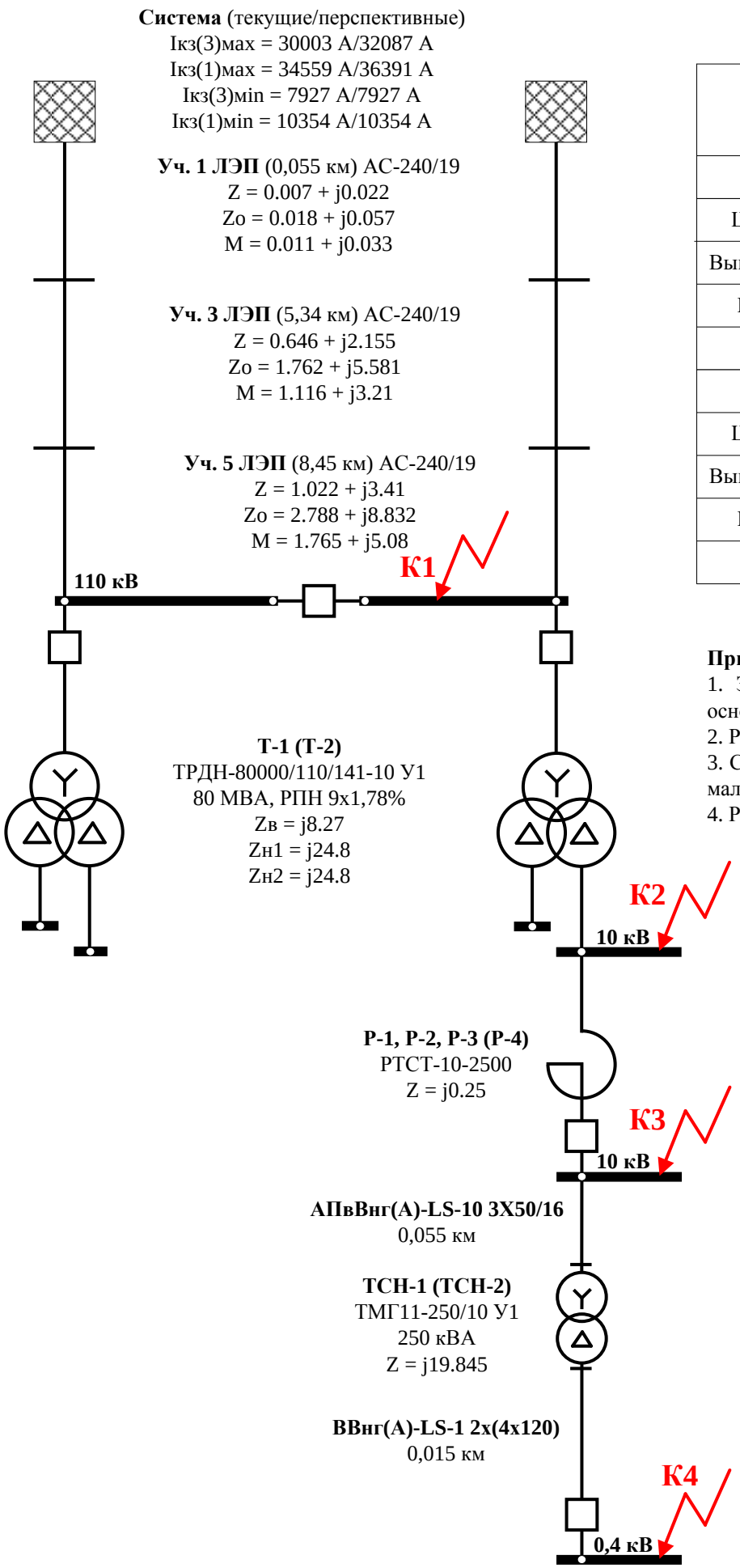
Стадия	Лист	Листов
Р	6	

Расчет уставок защит СВ 10 кВ

инженерный центр энергосервис

Копировал

Формат А4



Результаты расчетов токов КЗ

Место короткого Замыкания (КЗ)	Точка КЗ	Iк(3) max, кА	Iуд(3) max, кА	Iк(1) max, кА	Iуд(1) max, кА	Iк(3) min, кА	Iуд(3) min, кА	Iк(1) min, кА	Iуд(1) min, кА
Текущие токи КЗ									
Шины ОРУ 110 кВ	К1	13419	29415	8836	17369	5996	13228	5539	11123
Выводы Т-1 (Т-2) 10 кВ	К2	25677	68994	-	-	14277	37959	-	-
Шины КРУ 10 кВ	К3	13109	36151	-	-	9315	25293	-	-
Шины СН 0,4 кВ	К4	8632	24415	-	-	8547	24175	-	-
Токи КЗ с учетом перспективного развития сети									
Шины ОРУ 110 кВ	К1	13813	30083	8946	17586	5996	13228	5539	11123
Выводы Т-1 (Т-2) 10 кВ	К2	25810	69352	-	-	14277	37959	-	-
Шины КРУ 10 кВ	К3	13142	36242	-	-	9315	25293	-	-
Шины СН 0,4 кВ	К4	8631	24412	-	-	8547	24175	-	-

Примечания:

1. Значения токов КЗ на шинах Калининградской ТЭЦ-2 (система), параметры оборудования указаны на основании данных АО «Региональная энергетическая компания».
2. Расчет токов короткого замыкания (КЗ) проводился с учетом включенного СВ 110 кВ.
3. Сопротивления кабельных участков ЛЭП 110 кВ, кабелей 10 и 0,4 кВ не учитывались в расчете по причине их малой длины.
4. Расчет токов КЗ произведен с использованием ПК «АРМ СРЗА».