РАСЧЕТ
ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ И
ВЫБОР УСТАВОК РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ.

Объект : « Строительство инженерных сетей крупнопанельного 9 этажного жилого дома №1 в мкр. №6 жилого массива « Нур Актобе»».

1. РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Расчеты токов короткого замыкания (КЗ) выполнены с целью определения ожидаемых уровней токов КЗ для выбора уставок релейной защиты и проверки их чувствительности .

Схема замещения для расчетов составлена на основании существующей схемы электрических соединений сетей 110 кВ , 35 кВ , 10 кВ.

Реактансы прилегающих систем приняты на основании запросов токов короткого замыкания и предаварийных напряжений по рассматриваемому району.

Расчет токов короткого замыкания производился в максимальном и минимальном режиме.

Значения сопротивления и токов короткого замыкания прведены к своему напряжению.

Расчетные токи и расчетные значения сопротивлений линий и трансформаторов сведены в таблицу.

2. ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Рабочий режим для схемы питания:

ВЛ-10 кВ от шин 10 кВ РП-10 кВ «РП-4 Нур-Сити» и выполнен в соответствии с заданием на проектирование.

Объем выполненных в проекте работ соответствует заданию на проектирование.

В проекте рассчитаны токи короткого замыкания , выполнен анализ полученных результатов, выполнен расчет уставок релейной защиты линии.

Проверена чувствительность и селективность , выбранных уставок релейной защиты на «РП-4 Нур-Сити» .

РАСЧЕТ ТКЗ И ВЫБОР УСТАВОК ОТХОДЯЩИХ ФИДЕРОВ 10 КВ

РП-10 кВ « РП- 4 Нур-Сити» **.**

Исходные данные:

Режим питания нормальный №1 :

Питание РП-10 кВ «РП-4 НурСити» запитан по яч. № 3 и №14 от ПС 110/10 кВ « Восточная».

1.2 Подключаемый объект :

По ТУ №297/682т от 10.09.2024г от ТОО « Энергосистема» для ГУ « Отдел строительства города Актобе»

для « Строительство 9-ти этажных,2-х секционных крупнопанельных пяти жилых домов в микрорайоне №6 в жилого массива Нур Актобе , дом №1»

Р= 910 кВт ,10 кВ.

Точка подключения :

От 1 и 2 секций шин РУ-10 кВ « РП-4 НурСити»

- запроектировать и проложить две КЛ-10 кВ необходимой протяженности от 1 и 2 секции шин РУ-10 кВ РП-4 Нур-Сити (4 мкр-н) до ТП- потребителя .

- в центре нагрузок запроектировать и установить двухтрансформаторную подстанцию с секционными выключателями по 10 кв и по 0,4 кВ…….

- в РУ-10 кВ« РП-4 Нур-Сити»(4 мкр-н) установить КСО с вакуумными выключателями , набором УРЗА нп переменном оперативном токе и монтажом шинного моста.

Проект Пр.К « Актюбгражданпроект».

Объект : « Строительство инженерных сетей крупнопанельного 9 этажного жилого дома №1 в мкр. №6 жилого массива « Нур Актобе»

Схема электроснабжения:

А) РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити» яч № 01, №02 :

Яч 10 кВ № 01 и яч 10 кВ №02 - типа КСО-293 с ВВ-10 кВ , ТОЛ-10 с Ктт=150/5 , РЗА на МП «Micom P 111» – проект КЛ-10 кВ Л1 и Л2 - 2АСБл3*240 L=1,065 км , проектируемая ТП- 10/0,4 кВ -2*630 кВА

1.3 Реактансы системы :

По запросу от ТОО « Энергосистема» предоставлены Токи К.З. на шинах 10 кВ РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити » и уставки релейной защиты на ячейках 10 кВ .

по схеме замещения при расчете нормального режима.

Приведено к напряжению 10,5 кВ :

1.3.1 Питание от яч №3 и №14 ПС 110/10 кВ « Восточная»

- нормальный режим

А)Трехфазный ток к.з. на шинах 10 кВ на РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити»

1 секция шин 10 кВ

I^3 к.з =8,992 кА - максимальный режим

Сопротивление системы-

Хс=0,675 Ом- максимальный режим

Приведено к напряжению 10,5 кВ :

2 секция шин 10 кВ

I^3 к.з =8,597 кА - максимальный режим

Сопротивление системы-

Хс=0,706 Ом- максимальный режим

Приведено к напряжению 10,5 кВ :

1.4 Уставки РЗА для согласования:

1.4.1 Яч № 10 и №22 – «ввод1,2»:

Максимальная токовая защита (МТЗ) :

Ток срабатывания защиты Iс.з. = 390 А

Выдержка времени защиты Тс.з.=1,0 с

Ктт=300/5

РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити».

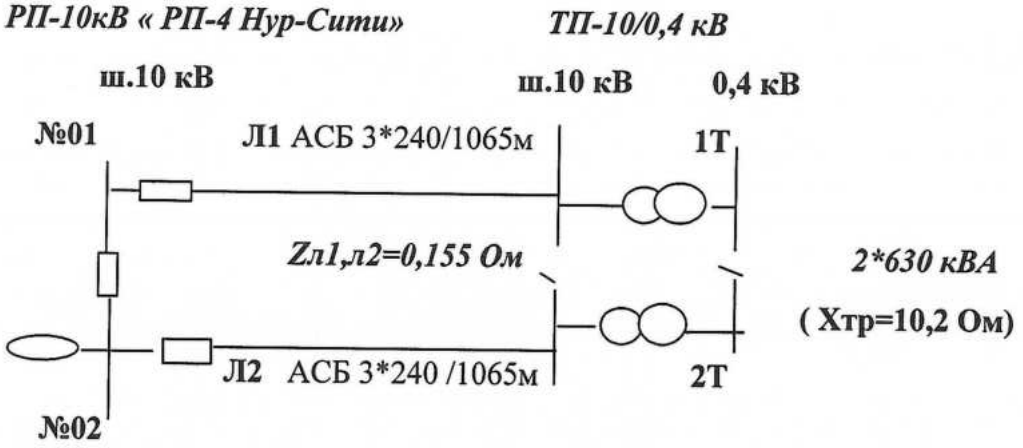
Отходящая ячейка 10 кВ: Яч.10 кВ № 01- ввод -1.

Отходящая ячейка 10 кВ: Яч.10 кВ № 02 - ввод-2 .

Расчет токов короткого замыкания и выбор уставок релейной защиты.

Схема замещения прямой последовательности.

Нормальный режим.



Хс =0,675 /0,706 Ом

Расчет сопротивлений линии и силовых трансформаторов

по схеме замещения:

1.Сопротивление кабельной линии 10 кВ.

Марка провода	Длина ,км	Полное сопротивл. линии , Zл	Удельное реактивное Хо Ом/км	Удельное активное Ro Ом/км
АСБ3*240	1,065 км	0,155 Ом	0,075	0,129

2.Сопротивление силовых трансформаторов.

Мощность КТП	Uк % тр	сопротивление тр-ра , Хтр ,Ом
630 кВА	6,7 %	10,2 Ом

Определим трехфазные токи короткого замыкания в расчетных точках , по схеме замещения

Расчет трехфазных токов короткого замыкания

Режим № 1 –максимальный режим

Точка КЗ	Расчетное значение эквивалентного сопротивления сети; Хэкв.;Ом	Расчетное значение трехфазного тока к.з , I^3к.з; А	Расчетное значение двухфазного тока к.з., I^2к.з; А
Точка КЗ - 1с.ш.10 кВ «РП-4 Нур-Сити» max. режиме	0,675	8992	7822
Точка КЗ - 2с.ш.10 кВ «РП-4 Нур-Сити» max. режиме	0,706	8597	7479
Точка КЗ - 1с.ш.10 кВ «ТП-10/0,4кВ» max. Режиме	0,83	7312	6362
Точка КЗ - 2с.ш.10 кВ «ТП-10/0,4 кВ» max. режиме	0,861	7049	6133
Точка КЗ - ш.0,4 кВ «ТП-10/0,4 кВ 1Т-630 кВА, max. режиме	11,03	550	479
Точка КЗ - ш.0,4 кВ «ТП-10/0,4 кВ 2Т-630 кВА, max. режиме	11,061	548	477

2. *РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити».*

Отходящая ячейка 10 кВ: Яч.10 кВ № 01 - ввод -1.

ВЫБОР УСТАВОК РЗА

Принципы выполнения релейной защиты и автоматики.

В соответствии с правилами устройств электроустановок и действующими руководящими и нормативными материалами на фидерах 10 кВ предусмотрена установка вакуумных выключателей (ВВ-TEL-10/20-1000-У2). Для защиты КВЛ-10 кВ предусмотрена установка следующих защит :

- **максимальная токовая защита без выдержки времени (Токовая отсечка) .**

(Контроль значения тока. Действует на отключение выключателя)

- **максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени (МТЗ)** (Контроль значения и длительности протекания тока. Действует на отключение выключателя.)

- **защита от однофазных замыканий на землю.**

Общие требования к микропроцессорным устройствам.

Для обеспечения электромагнитной совместимости и помехозащищенности устанавливаемых микропроцессорных устройств , необходимо, чтобы контур заземления на подстанции соответствовал ПУЭ. Токовые цепи необходимо выполнить экранированным кабелем с заземлением экрана со стороны источника помех.

Необходимо разделить все кабели , подводимые к устройству : токовые цепи , цепи отключения , цепи напряжения , цепи питания оперативным током.

Устройство должно быть размещено в отдельном шкафу.

В качестве исполнительного органа предусматривается

многофункциональное реле Micom P 111

Расчет уставок релейной защиты .

Расчет уставок РЗА для КЛ-10 кВ производим с учетом согласования МТЗ с предыдущей защитой по току. Согласование по времени произведено после выбора уставок по току и сведено в таблицу.

Уставка РЗАяч 10 кВ «ввода 1,2»на РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити»: МТЗ : Iс.з.= 390 А Т=1,0 с

и уставка СВ-10 кВ: МТЗ: Iс.з.= 300 А Т=0,8 с

3.1 Междуфазная токовая защита с независимой выдержкой времени от междуфазных повреждений (МТЗ-3)

Ток срабатывания МТЗ выбирается из следующих условий :

Определяем **первичный ток срабатывания защиты** линии ,питающей КТПН.

- **Отстройка от максимального тока нагрузки линии , по номинальной мощности подключенных к линии силовых трансформаторов. .**

$$I_{с.з.} = (K_н * K_{сзп} * K_{одн} * \Sigma I_{ном}) / K_в$$

I ном.- номинальный ток по установленной мощности в нормальном режиме
Кн =1,2 - коэффициент надежности ;
Ксзп =1,1-1,5 - коэффициент самозапуска (1,3 –без двиг. ,1,5 – с двиг.)
К одн=1,1 – коэффициент одновременности;
Кв = 0,95 - коэффициент возврата токовых реле защиты.

$$I_н = S_н / 1,73 * U_н$$

Iн - наибольший ток нагрузки защищаемой линии с учетом перегрузочной способности трансформаторов.

1)Режим питания -максимальный нормальный режим

Установленная мощность : S=2*630 = 1260 кВА

Ток нагрузки по установленной мощности : I н =1260/1,73*10,5 = 69,36 А

Первичный ток срабатывания защиты по условию установленной мощности :

Iс.з. = Iн* Кн* К сзн* К одн / Кв =69,36 *$\frac{1,2*1,3*1,1}{0,95}$ =125 А

- Согласование предварительно принятой уставки и пропускной способности питающей линии.

Определяем рабочий ток: I н =69,36 А Iраб мах=69,36*1,3 =90,2 А

Проверяем провод по допустимому току.

По максимально допустимому току для кабеля АСБ3*240 (ПУЭ табл.1.3.16)

I мах. доп. ток АСБ3*240 = 365 А

I фазное доп = 365/1,73 =211 А

Отсюда видно, что провод удовлетворяет условию: $I_{max} \le I_{доп}$. 90,2 А≤ 365 А

Определяющим выбираем условие по номинальной мощности ,

принимаем Iс.з. =125 А

- Согласование трансформаторов тока .

Выбор трансформаторов тока .

А) Определяем рабочий ток: :

I раб. мах =90,2 А

Выбираем ближайщий **Ктт=100/5**

Б)Проверяем ***трасформаторы тока по динамической устойчивости***

I удар=8,992*2,55=22,929 кА I ттп=0,1 *(Кmm=100/5)*

Кдин = I удар/ *√2 I ттп= 22,929 / 1,41*0,1 =162,61

162,61 ≤ 175 (по справочнику К дин=175 для ТОЛ-10)

Определяем допустимый ток по динамической устойчивости

I доп дин = К дин *√2 * I ттп = 175*1,41*0,1 = 24,675 кА

22,929кА ≤ 24,675 кА - по динамической устойчивости проходит

С) Определяем расчетный коэффициент по термической устойчивости

(по справочнику для ТОЛ-10 К терм=45)

К терм = $(Kt* IттП)^2$ t= $(45*0,1)^2*1$ = 20,25 $кА^2$*сек

Проверяем ***трасформаторы тока по термической устойчивости***

I доп терм. =(I^3 к.з) ^{2} * t c = $8{,}992^2$ *0,3с = 24,256 $кА^2$ *сек

24,256 $кА^2$ *сек $\geq$ 20,25 $кА^2$*сек - **по термической устойчивости не проходит**.

Выбираем Ктт=150/5

В)Проверяем ***трасформаторы тока по динамической устойчивости***

I удар=8,992*2,55=22,929 кА I ттп=0,15 *(Ктт=150/5)*

Кдин = I удар/ *√2 I ттп= 22,929 / 1,41*0,15 =108,406

108,406 $\leq$ 175 (по справочнику К дин=175 для ТОЛ-10)

Определяем допустимый ток по динамической устойчивости

I доп дин = К дин *√2 * I ттп = 175*1,41*0,15 = 37,012 кА

22,929кА $\leq$ 37,012 кА - по динамической устойчивости проходит

С) Определяем расчетный коэффициент по термической устойчивости

(по справочнику для ТОЛ-10 К терм=45)

К терм = $(Kt* IттП)^2$ t= $(45*0{,}15)^2$*1 = 45,562 $кА^2$*сек

Проверяем ***трасформаторы тока по термической устойчивости***

I доп терм. =(I^3 к.з) ^{2} * t c = $8{,}992^2$ *0,3с = 24,256 $кА^2$ *сек

24,256 $кА^2$ *сек $\leq$ 45,562 $кА^2$*сек - **по термической устойчивости проходит**

Принимаем Ктт=150/5 ТОЛ-10

- ***ток срабатывания защиты по трансформаторам тока***

Ктт =150/5

I с.з. = 150/5 *5 А =150 А

- ***Согласование с уставками ввода :***

РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити» на МП

А) Яч № 10, №22 – «ввод1,2»:

Максимальная токовая защита (МТЗ) :

Ток срабатывания защиты Iс.з. = 390 А

Выдержка времени защиты Тс.з.=1,0 с

Ктт=300/5

Iс.з. = 390 /1,4=278А К отстр=1,4

Принимаем Iс.з. = 125 А Т=0,5с

- ***Чувствительность защиты от КЗ*** проверяется по току минимальному двухфазному току короткого замыкания I^2 к. мин на выводах низкого напряжения по условию.

Кч= I^2 к. мин / I с.з. =479 / 125 =3,83 больше чем 1,5 (п/р №2)

(за трансформатором 630 кВА)

Чувствительность максимальной токовой защиты считается достаточной при Кч больше 1,5 при повреждении в конце защищаемой линии .

- ***Выдержка времени*** максимальной токовой защиты принимаем

Принимаем : Т=0,5 с. По согласованию с МТЗ ячейки ввода 10 кВ : Т=1,0

Принимаем уставку :

МТЗ-3 (МТЗ) : I с.з.=125А Т = 0,5 с

3.2 Максимальная токовая защита без выдержки времени (токовая отсечка) от междуфазных повреждений (МТЗ-1).

Ток срабатывания МТО выбирается из следующих условий :

Первичный ток срабатывания токовой отсечки определяется из условия надежной отстройки от КЗ на стороне низшего напряжения трансформаторов.

- *Выбор уставки производим по условию* ***отстройки от повреждений на шинах 0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ*** .

Режим питания нормальный.

I с.з. = К отс. * I к.з

К отс= 1,2-1,4 – коэф. отстройки ;

I к.з = I^3 к.з - наибольшее начальное значение периодической составляющей тока .

I с.з.=К отс * I^3 к.з мах = 1,4*550 =770 А (отстройка за 630 кВА)

-отстройка от броска тока намагничивания , *подключенных к линии силовых трансформаторов.*

Iс.з. = Котст* Σ I ном =7 *69,36 =485,52А

Σ I ном =69,36- суммарный номинальный ток нагрузки, подключенных к линии силовых трансформаторов.

Котст = 4 - 7 - коэффициент отстройки

- ***Согласование по трансформаторам тока Ктт=150/5 .***

Iс.з. = 150*15=2250 А (максимально возможная уставка РЗА на этих трансформаторах тока)

К=15 – коэффициент кратности насыщения трансформаторов тока.

Принимаем Iс.з. = 770 А

- ***Чувствительность максимально токовой отсечки*** *проверяется при двухфазном К.З.* *<u>в месте установки защиты .</u>*

Проверяем чувствительность ТО в минимальном режиме при 2-х фазном КЗ в начале линии.

$$Кч = Iсист.мин / Iс.з. = I^2 к. мин / I\ с.з.$$

Кч= 7822 /770 =10,158 > 2 по току К.З. в месте установки защиты

Кч= 6362 /770 = 8,252 > 2 по току К.З. в конце защищаемого участка

Чувствительность токовой отсечки считается достаточной , если Кч.расч. больше 2 в месте установки защиты.

Принимаем уставку :

<u>МТЗ-1 (МТ0) : Принимаем I с.з.=770 А Т=0,1с</u>

<u>3.3 Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП).</u>

В сетях 10 кВ для расчета защиты от замыкания на землю , требуется учитывать общую длину кабельных и воздушных линий , подключенных к шинам 10 кВ данной подстанции.

А)Общая длина кабельной линии L =1,065 км

Емкостной ток замыкания на землю кабельной сети 10 кВ

Iз. кл = 0,9 Uмф* L /10 = 0,9*10*1,065/10 = 0,958 А

0,9 –коэффициент , учитывающий ремонтный режим

Iсз = 5 А – в голове линии , таким образом ток замыкания сети Iз=10 А (от которого отстроена головная защита)

Первичный ток срабатывания защиты определяем из условия обеспечения Кч не менее 2

Тогда ток срабатывания будет:

$$I\ сз = (Iз- Iз\sum) / Кч =1(10-0,958) / 2 = 4,521\ А$$

<u>Принимаем уставку I сз = 4,52 А Т=5,0 с на отключение</u>

Окончательно выбранные
Уставки релейной защиты на отходящую ячейку 10 кВ
на РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити»

<u>многофункциональное реле Micom P 111</u>

№ яч.	Диспетчерское наименование	МТЗ-3 (МТЗ)			МТЗ-1 (МТ0)			ТЗНП Токовая защита нулевой последовательности	Трехфазный ток в конце КЛ-10 кВ / Ток к.З. за тр-ром	Ктт
		Первичный ток I с.з. , А	Вторичный ток, I с.з. , А	Выдержка времени Т , с	Первичный ток I с.з. , А	Вторичный ток, I с.з. , А	Выдержка времени Т , с			
01	Ввод 1	125А		0,5с	770А		0,1с	4,52 А Т=5,0с	7312А/ 550 А	150/5

4. ***РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити».***

Отходящая ячейка 10 кВ: Яч.10 кВ № 02 - ввод -2.

ВЫБОР УСТАВОК РЗА

Принципы выполнения релейной защиты и автоматики.

В соответствии с правилами устройств электроустановок и действующими руководящими и нормативными материалами на фидерах 10 кВ предусмотрена установка вакуумных выключателей (ВВ-TEL-10/20-1000-У2). Для защиты КВЛ-10 кВ предусмотрена установка следующих защит :

- **максимальная токовая защита без выдержки времени (Токовая отсечка) .**

(Контроль значения тока. Действует на отключение выключателя)

- **максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени (МТЗ)**

(Контроль значения и длительности протекания тока. Действует на отключение выключателя.)

- **защита от однофазных замыканий на землю.**

Общие требования к микропроцессорным устройствам.

Для обеспечения электромагнитной совместимости и помехозащищенности устанавливаемых микропроцессорных устройств , необходимо, чтобы контур заземления на подстанции соответствовал ПУЭ. Токовые цепи необходимо выполнить экранированным кабелем с заземлением экрана со стороны источника помех.

Необходимо разделить все кабели , подводимые к устройству : токовые цепи , цепи отключения , цепи напряжения , цепи питания оперативным током.

Устройство должно быть размещено в отдельном шкафу.

В качестве исполнительного органа предусматривается

многофункциональное реле Micom P 111

Расчет уставок релейной защиты .

Расчет уставок РЗА для КЛ-10 кВ производим с учетом согласования МТЗ с предыдущей защитой по току. Согласование по времени произведено после выбора уставок по току и сведено в таблицу.

Уставка РЗАяч 10 кВ «ввода 1,2»на РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити»:

МТЗ : Iс.з.= 390 А Т=1,0 с

и уставка СВ-10 кВ: МТЗ: Iс.з.= 300 А Т=0,8 с

4.1 Междуфазная токовая защита с независимой выдержкой времени от междуфазных повреждений (МТЗ-3)

Ток срабатывания МТЗ выбирается из следующих условий :

Определяем **первичный ток срабатывания защиты** линии ,питающей КТПН.

- **Отстройка от максимального тока нагрузки линии , по номинальной мощности подключенных к линии силовых трансформаторов. .**

Iс.з. = (Кн * Кзп*К одн * Σ I ном) /Кв

I ном.- номинальный ток по установленной мощности в нормальном режиме
Кн =1,2 - коэффициент надежности ;
Кзп =1,1-1,5 - коэффициент самозапуска (1,3 –без двиг. ,1,5 – с двиг.)
К одн=1,1 – коэффициент одновременности;
Кв = 0,95 - коэффициент возврата токовых реле защиты.

I н= Sн / 1,73 * Uн

Iн - наибольший ток нагрузки защищаемой линии с учетом перегрузочной способности трансформаторов.

1)Режим питания -максимальный нормальный режим

Установленная мощность : S=2*630 = 1260 кВА

Ток нагрузки по установленной мощности : I н =1260/1,73*10,5 *0,92 = 75,395 А

Первичный ток срабатывания защиты по условию установленной мощности :

Iс.з. = Iн* Кн* К сзн* К одн / Кв =75,395 *$\frac{1,2*1,3*1,1}{0,95}$ =136,18 А

- ***Согласование предварительно принятой уставки и пропускной способности питающей линии.***

Определяем рабочий ток: I н =75,395 А Iраб мах=75,395*1,3 =98 А

Проверяем провод по допустимому току.

По максимально допустимому току для кабеля АСБ3*240 (ПУЭ табл.1.3.16)

I мах. доп. ток АСБ3*240 = 365 А

I фазное доп = 365/1,73 =211 А

Отсюда видно, что провод удовлетворяет условию: $I_{max} \leq I_{доп}$. 98 А≤ 365 А

Определяющим выбираем условие по номинальной мощности ,

принимаем Iс.з. =136 А

- ***Согласование трансформаторов тока .***

Выбор трансформаторов тока .

А) Определяем рабочий ток: :

I раб. мах =98 А

.

Выбираем Kтт=150/5

В)Проверяем ***трасформаторы тока по динамической устойчивости***

I удар=8,597*2,55=21,922 кА I ттп=0,15 *(Kтт=150/5)*

Кдин = I удар/ *√2 I ттп= 21,922 / 1,41*0,15 =103,646

103,646 ≤ 175 (по справочнику К дин=175 для ТОЛ-10)

Определяем допустимый ток по динамической устойчивости

I доп дин = К дин *√2 * I ттп = 175*1,41*0,15 = 37,012 кА

21,922 кА ≤ 37,012 кА - по динамической устойчивости проходит

С) Определяем расчетный коэффициент по термической устойчивости

(по справочнику для ТОЛ-10 К терм=45)

К терм = $(Kt^* I_{ттП})^2 t = (45*0,15)^2*1 = 45,562$ $кА^2$*сек

Проверяем ***трасформаторы тока по термической устойчивости***

I доп терм. =$(I^3$ к.з$)^2 * t$ с = $8,597^2$ *0,3с = 22,172 $кА^2$ *сек

22,172 $кА^2$ *сек ≤ 45,562 $кА^2$*сек - по термической устойчивости проходит

Принимаем Kтт=150/5 ТОЛ-10

- ***ток срабатывания защиты по трансформаторам тока***

Kтт =150/5

I с.з. = 150/5 *5 А =150 А

- ***Согласование с уставками ввода :***

РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити» на МП

А) Яч № 10, №22 – «ввод1,2»:

Максимальная токовая защита (МТЗ) :

Ток срабатывания защиты Iс.з. = 390 А

Выдержка времени защиты Тс.з.=1,0 с

Kтт=300/5

Iс.з. = 390 /1,4=278А К отстр=1,4

Принимаем Iс.з. = 136 А Т=0,5с

- ***Чувствительность защиты от КЗ*** проверяется по току минимальному двухфазному току короткого замыкания I^2к. мин на выводах низкого напряжения по условию.

Кч= I^2к. мин / I с.з. =477 / 136 =3,507 больше чем 1,5

(за трансформатором 630 кВА)

Чувствительность максимальной токовой защиты считается достаточной при Кч

больше 1,5 при повреждении в конце защищаемой линии .

- Выдержка времени максимальной токовой защиты принимаем

Принимаем : Т=0,5 с. По согласованию с МТЗ ячейки ввода 10 кВ : Т=1,0

Принимаем уставку :

<u>МТЗ-3 (МТЗ) : I с.з.=136А Т = 0,5 с</u>

4.2 <u>Максимальная токовая защита без выдержки времени (токовая отсечка) от междуфазных повреждений (МТЗ-1).</u>

Ток срабатывания МТО выбирается из следующих условий :

Первичный ток срабатывания токовой отсечки определяется из условия надежной отстройки от КЗ на стороне низшего напряжения трансформаторов.

*- Выбор уставки производим по условию **отстройки от повреждений на шинах 0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ** .*

Режим питания нормальный.

$$I_{с.з.} = K_{отс.} * I_{к.з}$$

К отс= 1,2-1,4 – коэф. отстройки ;

$I_{к.з} = I^3_{к.з}$ - наибольшее начальное значение периодической составляющей тока .

$$I_{с.з.} = K_{отс} * I^3_{к.з\ max} = 1,3*548 = 712,4\ А$$ (отстройка за 630 кВА)

-отстройка от броска тока намагничивания , *подключенных к линии силовых трансформаторов.*

$$I_{с.з.} = K_{отст} * \Sigma I_{ном} = 7 * 75,395 = 527,765А$$

$\Sigma I_{ном}$ =75,395- суммарный номинальный ток нагрузки, подключенных к линии силовых трансформаторов.

Котст = 4 - 7 - коэффициент отстройки

- Согласование по трансформаторам тока Kтт=150/5 .

Iс.з. = 150*15=2250 А (максимально возможная уставка РЗА на этих трансформаторах тока)

К=15 – коэффициент кратности насыщения трансформаторов тока.

Принимаем Iс.з. = 710 А

- Чувствительность максимально токовой отсечки *проверяется при двухфазном К.З. <u>в месте установки защиты .</u>*

Проверяем чувствительность ТО в минимальном режиме при 2-х фазном КЗ в начале линии.

$$Кч = I_{сист.мин} / I_{с.з.} = I^2_{к.\ мин} / I_{с.з.}$$

Кч= 7479 /710 =10,533 > 2 по току К.З. в месте установки защиты

Кч= 6133 /710 = 8,638 > 2 по току К.З. в конце защищаемого участка

Чувствительность токовой отсечки считается достаточной , если Кч.расч. больше 2 в месте установки защиты.

Принимаем уставку :

<u>МТЗ-1 (МТ0) :</u> Принимаем I с.з.=710 А Т=0,1с

4.3 Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП).

В сетях 10 кВ для расчета защиты от замыкания на землю , требуется учитывать общую длину кабельных и воздушных линий , подключенных к шинам 10 кВ данной подстанции.

А)Общая длина кабельной линии L =1,065 км

Емкостной ток замыкания на землю кабельной сети 10 кВ

Iз. кл = 0,9 Uмф* L /10 = 0,9*10*1,065/10 = 0,958 А

0,9 –коэффициент , учитывающий ремонтный режим

Iсз = 5 А – в голове линии , таким образом ток замыкания сети Iз=10 А (от которого отстроена головная защита)

Первичный ток срабатывания защиты определяем из условия обеспечения Кч не менее 2

Тогда ток срабатывания будет:

I сз = (Iз- Iз∑) / Кч =1(10-0,958) / 2 = 4,521 А

<u>Принимаем уставку I сз = 4,52 А Т=5,0 с на отключение</u>

Окончательно выбранные
Уставки релейной защиты на отходящую ячейку 10 кВ
на РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити»

<u>многофункциональное реле Micom P 111</u>

№ яч.	Диспетчерское наименование	МТЗ-3 (МТЗ)			МТЗ-1 (МТ0)			ТЗНП Токовая защита нулевой последовательности	Трехфазный ток в конце КЛ-10 кВ / Ток к.З. за тр-ром	Ктт
		Первичный ток I с.з. , А	Вторичный ток, I с.з. , А	Выдержка времени Т , с	Первичный ток I с.з. , А	Вторичный ток, I с.з. , А	Выдержка времени Т , с			
02	Ввод 2	136А		0,5с	710А		0,1с	4,52 А Т=5,0с	7049А/ 548 А	150/5

Уставки релейной защиты на отходящие ячейки 10 кВ на РП-10 кВ « РП-4 Нур-Сити»

многофункциональное реле Micom P 111

№ яч.	Диспетчерское наименование	МТЗ-3 (МТЗ)			МТЗ-1 (МТ0)			ТЗНП Токовая защита нулевой последовательности	Трехфазный ток в конце КЛ-10 кВ / Ток к.З. за тр-ром	Ктт
		Первичный ток I с.з. , А	Вторичный ток, I с.з. , А	Выдержка времени Т , с	Первичный ток I с.з. , А	Вторичный ток, I с.з. , А	Выдержка времени Т , с			
01	Ввод 1	125А		0,5с	770А		0,1с	4,52 А Т=5,0с	7312А/ 550 А	150/5
02	Ввод 2	136А		0,5с	710А		0,1с	4,52 А Т=5,0с	7049А/ 548 А	150/5

Начальник СРЗАИ ТОО « Энергосистема» **У. Скаков**

Ведущий инженер СРЗАИ **С. Галимжанова**