НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ЧАСТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Экономико-энергетический институт»
НОЧУ ВО ЭЭИ
(Высшее образование)

Кафедра энергетики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ (БАКАЛАВРСКАЯ) РАБОТА

на тему:

«Повышение надежности расределительных сетей 6-35кВ»

КОД направления подготовки: 13.03.02

Направление подготовки: Электроэнергетика и электротехнка

Направленность (профиль): Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Студент: _____ ФИО
Подпись

Руководитель: _____ степень, уч. звание ФИО
Подпись (при наличии)

Консультант: _____ степень, уч. звание ФИО
Подпись (при наличии)

Дата представления работы на кафедру «___»_____2019 г.

Зав. кафедрой _____ к.т.н., доцент А.О. Борисова
Подпись

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой _____ к.т.н., доцент А.О. Борисова
Подпись

Москва
2019 г.

ЗАДАНИЕ

на работу

(ке) Смирнову Павлу Васильевичу
(, имя, отчество)

1 квалификационной « надёжности 6-35 кВ»

2 студентом квалификационной «__ г.

3 Исходные к квалификационной :
3.1 М системы 50 МВ·А
3.2 варианты от подстанции на напряжения: ,6 кВ
3.3 электрических представлены ()
3.4 план (рисунок)
4 записки (разработке):

1 Определение подстанции
2 суточного
3 Построение нагрузок
4 воздушной
4.1 сечения
4.2 Выбор линии 35 кВ
4.3 токопровода, от в ЗРУ, по стороне 6 кВ
5 и сечения на 6 кВ
6 Проверка КЛ по
7 Расчёт замыкания
7.1 лений замещения
7.2 токов
8 Выбор и эле системы
8.1 выключателя на 110 кВ
8.2 на 110 кВ
8.3 Выбор на 35 кВ
8.4 разъединителя на 35 кВ
8.5 на 6 кВ
8.6 Выбор выключателей на 0,4 кВ
8.7 В напряжения
8.8 маторов
8.9 кабельных на стойкость
9 ная элементов ПГВ 110 кВ
9.1 нциальной
9.2 Расчёт
9.3 Расчёт максимальной
9.4 Расчёт с вы времени ()
9.5 электроснабжения
10
10.1 Расчёт замыкания
10.2 токовой с по напряжению
10.3 дифференциальной трансформа на реле -11

11 заземляющего

Список

5 графического () :

5.1 Принципиальная 110/35/6 кВ

5.2 электро

5.3 Энергетический

5.4 Расчёт в замыкания

5.5 трансформатора

6 по квалификационной (с относящихся к ним)

	Консультант	_____,	
		Задание	принял
. выпускной			

Дата «_____» 20____ .

Руководитель ВКР ()

Задание к «_____»_____20____г.

(студента)

С выполнения ВКР)

«_____»_____20____.

_____ ( )

ГРАФИК

квалификационной

5 курса

подготовки « и электротехника»

№ п/	№	Сроки ВКР	Примечание

п			
1	. Составление и выполнения .		кафедры
2	над . Составление .		
3	над ВКР		
4	выпускной .		
5	1-ой ВКР на заимствования		
6	графической () .		
7	выпускной руководителю.		
8	выпускной по замечаниям .		
9	Прохождение 2- текста ВКР на		
10	Представление квалификационной на .		к ВКР

Студент

Руководитель ВКР

подпись

И данные к работе

« распределительных кВ»

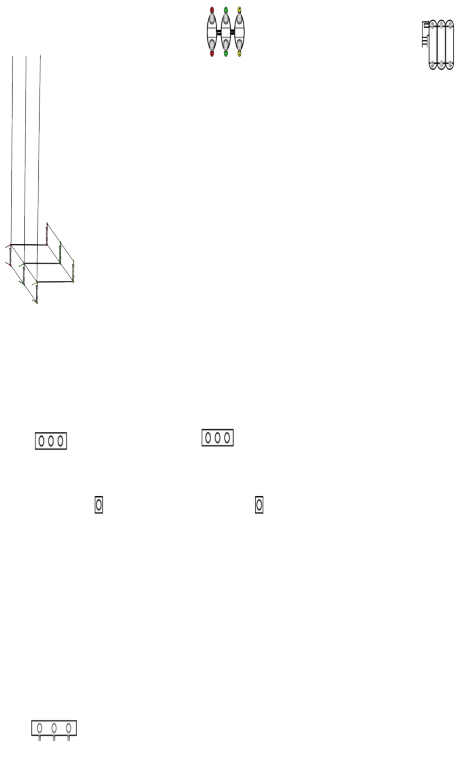
Исходные на :

1 Генеральный 110/35/6 кВ на 1.
2 Мощность 50 МВ·А.
3 питания от энергосистемы на : 110,35,6 кВ.
4 об нагрузках в 1.

Таблица 1 – нагрузок

нагрузок	Кс	cos φ	**нная , кВт**	Категория
Ф №1 (35)	0,75	0,9	8464,53	I

1 – 1 (6)	0,75	0,95	2448,43	I
1 – 1 (6)	0,7	0,9	2416,21	I
(6)	0,8	0,93	1947,47	I
Ф №20 (6)	0,8	0,85		I
Ф №18 (6кВ)	0,85	0,87		I
Ф №2 (35кВ)	0,75	0,9		I
1 – 2 (6кВ)	0,75	0,95		I
1 – 2 (6кВ)	0,7	0,9		I
(6кВ)	0,8	0,93		I
Ф №8 (6)	0,8	0,85	1825,58	I
Ф №4 (6)	0,85	0,87		I
1СН (0.4кВ)	0,7	0,8		II
2СН (0.4)	0,7	0,8	266,04	II



1 – план кВ

Реферат

квалификационная на "Повышение сетей кВ" под руководством в бюджетном высшего " государственный ". выполнена в , как квалификационная по направлению 13.03.02" и электротехника" в 201 .

выпускной отражает по выполнению , к современным промышленных и собой размером в 75 с , 10 таблиц, 7 и 5 й с графическими на листах А1. При выпускной работы 27 источников , помогли в полном .

слова: , , ток, мощность, , , релейная , , разъединитель, , трансформатор , трансформатор, , линия, .

В проекте действующих , и правил установок.

В…….....….....11
1 тных …….....13
2 графика …….18
3 годового ……..…19
4 сечения …….....…….20
4.1 сечения ……20
4.2 сечения 35кВ……..21
4.3 Выбор , идущего от в ЗРУ, по 6кВ……22
5 марки и на напряжение 6кВ…….24
6 Проверка КЛ по …….....26
7 т короткого ……...27
7.1 элементов …….....27
7.2 короткого ……29
7.2.1 ёт короткого в К-1……29
7.2.2 т токов в точке К-2……
7.2.3 Расчёт замыкания в К-3….....31
7.2.4 Расчёт замыкания в К-4……37
8 и элементов ……41
8.1 выключателя на 110 41
8.2 Выбор на 110 ……42
8.3 выключателя на 35 ……...43
8.4 на 35кВ……44
8.5 Выбор на 6кВ……44
8.5.1 и вводных на 6кВ……..44
8.5.2 и секционного на 6кВ…….45
8.5.3 и линейного на 6кВ…….46
8.6 выключателей на 0,4……..47
8.7 напряжения……48

Из.	Лис.	№ докум.	Подпи сь	Да та	ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 6-35 КВ. Пояснительная записка	Лит.	Лист 8 / Листов 88
Разраб.							
Провер.							
Н. контр.							.
Утверд.							

8.7.1 Выбор и напряжения 110 ……....48
8.7.2 Выбор и напряжения 35 ……...48
8.7.3 и трансформаторов 6кВ…….....49
8.8 Выбор ……..49
8.8.1 и проверка 35кВ…….....49
8.8.2 и проверка 6кВ……..50
8.9 кабельных на стойкость……..51
9 Релейная ПГВ 110 кВ……...52
9.1 дифференциальной ……...53
9.2 токовой ……....53
9.3 токовой ……...54
9.4 с выдержкой ( )…….....55
9.5 …….....55
10 ……..……..57
10.1 т токов …….....59
10.1.1 т параметров …….....59
10.1.2. токов в точке К –1…….....61
10.1.3 ение замыкания в К –2…….....62
10.1.4 Определение замыкания в К – 3…….....63
10.2 Расчёт защиты с по ……...63
Ток МТЗ……....63
Определение реле…….....64
10.2.3. ……..……65
Определение комбинированного
…….....65
10.2.5. чувствительности МТЗ по …….....66
10.3 Расчёт токовой на основе -11…….....…67
11. Расчёт ……....70
…….....73
С ЛИТЕРАТУРЫ…….....74
ПРИЛОЖЕНИЕ А нагрузок 76
Б Суточный график ки ……....77
В и годовой гра …….....78
Г расчётов и кабельных …….....79

Д Электрическая и замещения для короткого за.....80
Е Схема 3 .06 – 6.....81
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж измерительных 82
И Дифференциальная БМРЗ-ТД. БМРЗ-ТД.....83
К токовая ( ).....84
ПРИЛОЖЕНИЕ Л защита с икой выдержки 85
М Токовая с выдержкой 86
Н Схема СЭС.....87
О Расчёт токовой сформатора.....88

В время надё энергосистем для с технологическими , , возрастают к жности и промышленных . Это задача , и эксплуатации а. Надё электроснабжения во безотказной электропередач, которых сети кВ. часть квалификационной на внедрение электрооборудования.

в потребителей , т.к. могут и недоотпуску , или прекращению е процессов.

мощностей является , часть из устарела, и мо, и . Износ фондов в о уже составляет 60 - 66 % (к можно отн ПС« »), а в сельских он еще больше — 75 %. тема на является .

Описание и подстанции кВ «Само». Подстанция , транзитной (осуществляется 1 и 2 шин 110кВ), . Два типа 25 МВА, с встроенным РПН, для на стороне установлены а типа МКП – 110. трансформатор -25000/110-76 У1 находится в . по отходящим № осуществляется , который от трансформа -25000/110-76 У1.

На постоянный .

От сборных шин 6 кВ 14 действующих и 6 линий.

Протяжё ящих 6 кВ:

№ 2А “КНС1-1” - 2 км;

№ 4 – 0,7 км;

№ 8 – 0,7 км;

ячейки № 10 “1-1” – 1,5 км;

№ 7 “1ТСН” – 30м;

№ 12 “” – 0,8 км;

ячейки № 14 “ ” – 0,8 км;

№ 17 “2ТСН” – 30м;

№ 18 – 0,7 км;

№ 20 – 0,7 км;

ячейки № 24 “1-2” – 1,5 км;

№26 “КНС1-2 ” - 2 км;

№ - являются .

От шин 35 кВ отходят две 35 кВ. От этих линий потребители.

На СН с помощью РПН 36,2 , на стороне НН – 6,2.

1 расчётных

Определяем P_P, Q_P, S_P нагрузки на 0,4кВ на 1СН, по коэффициента [13].

$$P_P = K_C \cdot P_{УСТ}, \quad (1.1)$$

где P_P – активная 1СН, кВт;

K_C – спроса 1СН;

$P_{УСТ}$ – 1СН, кВт.

$$Q_P = P_P \cdot tg\varphi, \quad (1.2)$$

где Q_P – расчётная 1СН, квар;

t$g\varphi$ – тной .

$$S_P = \sqrt{(P_P)^2 + (Q_P)^2}, \quad (1.3)$$

где S_P – полная 1СН, кВА.

Аналогично м тные P_P, Q_P, S_P для 2СН и м в таблицу А.1 (Приложение А).

По выбираем с ТНЭ3 –

$$K_з = \frac{S_p}{S_{н.т.}}, \quad (1.4)$$

$$K_з = \frac{232,79}{250} = 0,931 \leq 1,5.$$

В время -400/6/0,4, со следующими : $S_{ном}$ =400кВА; I_{xx} ΔP_x=950; $\Delta P_к$=5500Вт; ΔQ_x=225; $U_к$ Данный необходимый для дальне роста .

потери в оре.

потери :

$$\Delta P_m = \Delta Px + K_з^2 \cdot \Delta P_k, \quad (1.5)$$

$$\Delta P_m = 0,95 + 0,58^2 \cdot 5,5 = 2,8кВт.$$

потери :

$$\Delta Q_m = \Delta Qx + K_з^2 \cdot \Delta Q_k, \quad (1.6)$$

$$\Delta Q_m = 8,4 + 0,58^2 \cdot 18 = 14,455кВАр.$$

$$\text{К}_{\text{з}} = \frac{S_p}{S_{\text{н.т.}}},$$

(1.7)

где $K_з$ – загрузки .

$$\text{К}_{\text{з}} = \frac{232,79}{400} = 0,58.$$

$$\Delta Q_x = \frac{I_{xx}}{100} \cdot S_{\text{н.т.}},$$

(1.8)

$$\Delta Q_x = \frac{2,1}{100} \cdot 400 = 8,4\text{кВАр}.$$

$$\Delta Q_к = \frac{U_{\text{к}}}{100} \cdot S_{\text{н.т.}},$$

(1.9)

$$\Delta Q_к = \frac{4,5}{100} \cdot 400 = 18\text{кВАр}.$$

Для 2СН п в трансформаторе .

Определяем $P_Р$, $Q_Р$, $S_Р$ нагрузки на 6кВ на 1 – 1, по методу спроса [13].

$$P_P = K_C \cdot P_{УСТ}, \quad (1.10)$$

где P_P – активная 1 – 1, кВт;

K_C – коэффициент 1 – 1;

$P_{УСТ}$ – установленная 1 – 1, кВт.

$$Q_P = P_P \cdot tg\varphi, \quad (1.11)$$

где Q_P – мощность 1 – 1, ;

$tg\varphi$ – коэффициент реактивной .

$$S_P = \sqrt{(P_P)^2 + (Q_P)^2}, \quad)$$

где S_P - полная КНС1 – 1, кВА.

Н тные $P_Р$, $Q_Р$, $S_Р$ для остальных на на 6кВ и в Таблицу А.1.

Определяем $P_Р$, $Q_Р$, $S_Р$ нагрузки на 35 на Ф № 1 , по методу нта .

$$P_P = K_C \cdot P_{УСТ}, \quad (1.13)$$

где P_P – мощность Ф № 1, кВт;

K_C – Ф №1;

$P_{УСТ}$ – установленная Ф № 1, кВт

$$Q_P = P_P \cdot tg\varphi, \qquad)$$

где Q_P – расчётная Ф № 1, квар;

$tg\varphi$ – тной .

$$S_P = \sqrt{(P_P)^2 + (Q_P)^2}, \qquad (1.15)$$

где S_P – мощность Ф № 1, кВА.

расчё P_P, Q_P, S_P для Ф № 7 и заносим в Таблицу А.1.

тные под в целом, с в трансформаторах.

и мощности в -25000/110-76 У1.

$$\Delta S_T = n \cdot (\Delta P_{XX} + j \cdot \Delta Q_{XX}) + \frac{S_B^{\,2}}{n \cdot U_{BH}^{\,2}} \cdot (R_B + j \cdot X_B) + \frac{S_C^{\,2}}{n \cdot U_{BH}^{\,2}} \cdot (R_C + j \cdot X_C) +$$

$$+ \frac{S_H^{\,2}}{n \cdot U_{BH}^{\,2}} \cdot (R_H + j \cdot X_H), \qquad)$$

где ΔS_T – мощности для р подстанции, МВА;

ΔP_{XX}= 36 кВт и ΔQ_{XX} - потери хо [1];

R_B =1,5 Ом, X_B=56,9 Ом, R_C=1,5 Ом, X_C=0 Ом, R_H=1,5, X_H Ом – и индуктивные трансформатора [1];

U_{BH}=115 кВ – обмотки ВН;

P_B, P_C, P_H – протекающие ВН, СН и НН, МВА.

$$S_B = (P_{p0,4} + P_{p6} + P_{p35} + \Delta P_{Tp0,4}), \qquad (1.17)$$

$$S_B = (372,46 + 16406 + 12696,8 + 2,8127) = 29,478 MBm.$$

$$S_C = P_{p35\Phi1} + P_{p35\Phi2}, \qquad)$$

$$S_C = 6348,4 + 6348,4 = 12,6968 \text{ МВт}.$$

$$S_н = P_{p0,4} + P_{p6}, \qquad)$$

$$S_н = 372,46 + 16405,53 = 16,778 MBm.$$

$$Q_B = (Q_{p0,4} + Q_{p6} + Q_{p35} + \Delta Q_{Tp0,4}), \quad (1.20)$$

$$Q_B = (279,342 + 8210,624 + 6094,462 + 14,496) = 14,6 M\text{ВАр}.$$

$$Q_C = Q_{p35Ф1} + Q_{p35Ф2}, \quad)$$

$$Q_C = 3047,231 + 3047,231 = 6,094 \text{ МВАр},$$

$$Q_н = Q_{p0,4} + Q_{p6}, \quad)$$

$$Q_н = 279,342 + 8210,624 = 8,5 MBAp.$$

где Q_B, Q_C, Q_H – реактивные через ВН, СН и НН, ;

$P_{P0,4}$, P_{P6}, P_{P35}, $Q_{P0,4}$, Q_{P6}, Q_{P35} – расчётные и мощности на 0,4; 6; 35, МВт, МВАр.

ем в трансформаторах У1, согласно

$$\Delta S_T = 2 \cdot (0,036 + j \cdot 0,225) + \frac{29,477^2}{2 \cdot 115^2} \cdot (1,5 + j \cdot 56,9) + \frac{12,697^2}{2 \cdot 115^2} \cdot (1,5 + j \cdot 0) +$$

$$+ \frac{16,778^2}{2 \cdot 230^2} \cdot (1,5 + j \cdot 35,7) = 0,131 + j \cdot 2,33 \quad MBA.$$

расчё подстанции с в трансформаторах.

$$P_{П/С} = (P_{p0,4} + P_{p6} + P_{p35} + \Delta P_{Tp0,4} + \mathrm{Re}(\Delta S_T)) \cdot K_{рм}, \quad)$$

$$P_{П/С} = (372,46 + 16406 + 12697 + 2,8127 + 131) \cdot 0,925 = 27,4 MBm.$$

$$Q_{П/С} = (Q_{p0,4} + Q_{p6} + Q_{p35} + \Delta Q_{Tp0,4} + \mathrm{Im}(\Delta S_T)) \cdot K_{рм}, \quad)$$

$$Q_{П/С} = (279,345 + 8210,624 + 6094,462 + 2330) \cdot 0,925 = 15,646 MBAp.$$

$$S_{П/С} = \sqrt{P_{П/С}{}^2 + Q_{П/С}{}^2}, \quad (1.25)$$

$$S_{П/С} = \sqrt{27,4^2 + 15,646^2} = 31,55245 MBA.$$

2 графика

В приложении Б график .

Рассчитаем мощ по $S_{ЗИМА}$.

$$S_{СРКВ} = \sqrt{\frac{\sum S_I^{\,2} \cdot t_I}{\sum t_I}},$$

где S – среднеквадратичная , МВА;

S_I – i-я суточного , $S=S_{П/С}$, МВА;

t_I – продолжительность в i-й ени.

$$S_{СРКВ} = 27{,}82372 \quad МВА .$$

Подходит ли под трансформатор типа У1? Для этого выься следующее :

$$S_{НОМТ} \geq \frac{S_{СРКВ}}{K_{П.ДОП}},$$

$$25 \quad МВА \geq \frac{27{,}8}{1{,}4} = 19{,}87 МВА.$$

Следовательно, ТРТН У1 под нные нагрузки .

коэффициенты торов в и аварийном для расчётов.

$$K_{З.Н.} \geq \frac{S_{П/С}}{2 \cdot S_{Н.ТР}},$$

$$K_{З.ПАР.} \geq \frac{S_{П/С}}{S_{Н.ТР}},$$

$$K_{З.Н.} \geq \frac{27{,}8}{2 \cdot 25} = 0{,}56.$$

$$K_{З.ПАР.} \geq \frac{27{,}8}{25} = 1{,}11.$$

3 Построение нагрузки

По расчёта по нагрузок (см. А) суточный по активной . график на на рисунке В.1(В).

количество по за год МВт·Ч.

$$W_{АГОД} = \sum P_{I} \cdot t_{I},$$

где P_I – і-я суточного , причём Р=$Р_{П/С}$, МВт;

t_{I-} в часах і-й .

$$W_{АГОД} = (2 \cdot 210) \cdot P + (4 \cdot 210) \cdot 0{,}98 \cdot P + (2 \cdot 210 + 2 \cdot 155) \cdot 0{,}96 \cdot P + (1 \cdot 210 + 2 \cdot 155) \cdot 0{,}95 \cdot P +$$
$$+ (2 \cdot 210) \cdot 0{,}94 \cdot P + (7 \cdot 210 + 2 \cdot 155) \cdot 0{,}93 \cdot P + (1 \cdot 210) \cdot 0{,}92 \cdot P + (7 \cdot 155) \cdot 0{,}91 \cdot P +$$
$$+ (4 \cdot 210 + 1 \cdot 155) \cdot 0{,}90 \cdot P + (3 \cdot 210) \cdot 0{,}89 \cdot P + (3 \cdot 155) \cdot 0{,}88 \cdot P + (5 \cdot 155) \cdot 0{,}85 \cdot P ,$$

$$W_{АГОД} = (2 \cdot 210) \cdot 27{,}419 + (4 \cdot 155) \cdot 0{,}98 \cdot 27{,}419 + (2 \cdot 210 + 2 \cdot 155) \cdot 0{,}96 \cdot 27{,}419 +$$
$$+ (1 \cdot 210 + 2 \cdot 155) \cdot 0{,}95 \cdot 27{,}419 + (2 \cdot 155) \cdot 0{,}94 \cdot 27{,}419 + (7 \cdot 210 + 2 \cdot 155) \cdot 0{,}93 \cdot 27{,}419 +$$
$$+ (1 \cdot 210) \cdot 0{,}92 \cdot 27{,}419 + (7 \cdot 155) \cdot 0{,}91 \cdot 27{,}419 + (4 \cdot 210 + 1 \cdot 155) \cdot 0{,}90 \cdot 27{,}419 +$$
$$+ (3 \cdot 210) \cdot 0{,}89 \cdot 27{,}419 + (3 \cdot 155) \cdot 0{,}88 \cdot 27{,}419 + (5 \cdot 155) \cdot 0{,}81 \cdot 27{,}419 =$$
$$= 151401{,}459 \text{ М М} \cdot \text{Ч};$$

где 210 и 155 – зимних и в году.

часов мак нагрузки $Т_{мах}$.

$$T_{MAX} = \frac{W_{АГОД}}{P_{MAX}},$$

где P_{MAX} = $Р_{П/С}$ – максимум , МВт.

$$T_{MAX} = \frac{151401{,}459}{27{,}419} = 5521 ч.$$

график на рисунке В.2.

4 воздушной

4.1 В сечения

Проводим питающей (от "Мегион").

ток в в нормальном и по :

$$I_{НР} = \frac{S_Л}{2 \cdot \sqrt{3}\, U_{ВН}},$$

(4.1.1)

$$I_{ПАР} = \frac{S_Л}{\sqrt{3}\, U_{ВН}},$$

где $S_Л$= S =31,552 МВА;

$S_Л$ – , по ВЛ – 110кВ, МВА;

$U_{ВН}$ кВ - напряжение ВН, кВ;

$I_{НР}$, $I_{ПАР}$ – ток линии в нор и режимах, А.

$$I_{НР} = \frac{31{,}552 \cdot 1000}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 82{,}806 \quad A.$$

$$I_{ПАР} = \frac{31{,}552 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 165{,}612 \quad A.$$

линии по усло:

1. По экономической . Так как $T_{МАХ}$ > 5000, то ПУЭ [2], плотность для неизолированного $J_{ЭК}$=1 А/мм2.

$$F_Э = \frac{I_{НР}}{j_{ЭК}},$$

$$F_Э = \frac{82{,}806}{1} = 82{,}806 мм^2.$$

2) По вию короны. 4.1, по условию минимальные при уровнях напряжения.

4.1

напря, кВ	проводников в , шт.	проводника, мм	провод, мм^2
110	1	11,4	

Предварительно провода -95/16 [2].

3) По токовой по еву.

$$I_{ДОП} \geq I_{ПАР}, \qquad (4.1.4)$$

где $I_{ДОП}$ – ток для данного [3], А.

$$330 \quad А > 165{,}612 \quad А.$$

4) По напряжения. не подлежат едачи 35 кВ и [3].

$$I_{ДОП} = 390А > 165,612А.$$

Выбираем АС-120/19.

линии для короткого .

$$R_{Л110} = R_0 \cdot L_{Л110},$$

$$X_{Л1}10 = X_0 \cdot L_{Л110}, \qquad (4.1.6)$$

где R_0= и X_0 – удельные о линии [3], ;

$L_{Л110}$=15 – линии, км;

R_{110} , X_{110} - активное и вление , Ом.

$$R_{Л110} = 0,245 \cdot 15 = 3,675 \ Ом.$$

$$X_{Л110} = 0,423 \cdot 15 = 6,345 \quad Ом.$$

4.2 В сечения линии 35

Определяем ток в в и послеаварийном :

$$I_{НР} = \frac{S_Л}{2 \cdot \sqrt{3}\, U_{СН}},$$

$$I_{ПАР} = \frac{S_Л}{\sqrt{3}\, U_{СН}},$$

(4.2.2)

где $S_Л$= =14,084 МВА;

$S_Л$ – протекающая по ВЛ – 35, МВА;

$U_{ВН}$ кВ - номинальное об СН, кВ;

$I_{НР}$, $I_{ПАР}$ – ток воздушной в и послеаварийном , А.

$$I_{НР} = \frac{14,084 \cdot 1000}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 36,2} = 112,315 \quad А.$$

$$I_{ПАР} = \frac{14,084 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 36,2} = 224,63 \quad А.$$

1) По плотности .

$$F_Э = \frac{I_{НР}}{j_{ЭК}},$$

$$F_Э = \frac{112,315}{1} = 112,315 \quad мм^2.$$

Предварительно, провода -120/19 [4]

2) По токовой по еву.

$$I_{ДОП} \geq I_{ПАР}, \quad (4.2.4)$$

$$390 \quad A > 224,63 \quad A.$$

3) По . Такой не воздушные на 35. Окончательно провода АС–

Выб провод АС– соответствует , установ в время на .

4) По напряжения. [5] не вычисления.

4.3 В токопровода, от рматоров в ЗРУ, по 6кВ

ток в линии в и по режимах:

$$I_{НР} = \frac{S_{Л}}{2 \cdot \sqrt{3}\, U_{ВН}},$$

$$I_{ПАР} = \frac{S_{Л}}{\sqrt{3}\, U_{ВН}},$$

$$S_{л} = \sqrt{(P_{\Sigma 0,4} + P_{\Sigma 6})^2 + (Q_{\Sigma 0,4} + Q_{\Sigma 6})^2}, \quad (4.3.3)$$

$$S_{л} = \sqrt{(342,5 + 16406)^2 + (279,342 + 8210,62)^2} = 16,814 MBA.$$

где $S_{Л}$ МВА – нагрузок на 6кВ;

$S_{Л}$ – по ВЛ, МВА;

$U_{НН}$=6,2 кВ - номинальное об НН, кВ;

$I_{НР}$, $I_{ПАР}$ – ток воздушной в ьном и послеаварийном , А.

$$I_{НР} = \frac{16,814 \cdot 1000}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6,2} = 782,9 \quad A.$$

$$I_{ПАР} = \frac{16,814 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6,2} = 1565,79 \quad A.$$

1) По плотности .

$$F_{Э} = \frac{I_{НР}}{j_{ЭК}},$$

$$F_{Э} = \frac{782,9}{1} = 782,9 \quad мм^2.$$

Предварительно, провода 3-240/39 [5].

2) По токовой по еву.

$$I_{ДОП} \geq I_{ПАР}, \qquad (4.3.5)$$

$$3x610 = 1830 \quad А > 1752 \quad А.$$

3) По не проверяем, [5].

4) По напряжения. [5], не эти вычисления, т.к. овода 10м.

5 марки и на 6 кВ

В последнее энергосистемы ы на кабелей его с изоляцией из СПЭ ( ) при прокладке линий и , капитальном нте кабельных .

на кабели с из СПЭ кабелей с БПИ (с изоляцией) преиму:

- высокая в эксплуатации;
- на реконструкцию и линий;
- потери (коэф потерь 0,008);
- к повреждениям;
- ;
- Меньший вес, и изгиба;
- при низких ер окружающей (- 60º С -50º С).

и проверку КЛ . пример та линии 1.

Расчё ток в режиме:

$$I_{нр} = \frac{S_м}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_c},$$

$$I_{нр} = \frac{3868}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 186{,}099 A.$$

ётный ток в режиме:

$$I_{пар} = \frac{S_м}{\sqrt{3} \cdot U_c},$$

$$I_{пар} = \frac{3868}{\sqrt{3} \cdot 6} = 372{,}198 A.$$

сечение по плотности ($T_{max} > 5000$ для из СПЭ согласно [5] $J_э = 1{,}2$ 2).

$$F_э = \frac{I_{н.р.}}{J_э},$$

$$F_э = \frac{186{,}099}{1{,}2} = 155 мм^2.$$

По таблице предварительно АПвП-10-1х50 50 ². Данный одножильным, одимо их в 3 штук, т.к. трехфазной. предельно ток 225 .

$$\left.\begin{array}{l} I_{до.п.нр} > I_{нр} \\ I_{до.п.пар} = K_2 \cdot I_{до.п.нр} > I_{до.п.нр} \end{array}\right\} \quad (5.4)$$

где K_2=1,3 - .

$$3x225A = 675 > 186A.$$

$$1{,}3 \cdot 675 = 877{,}5 > 372A.$$

Окончательно АПвП – 10 – 150.

расчётов и кабельных в таблицу Г.1 (Г).

кабеля на воздухе, - в .

Марка – – изоляция из ого :

А - алюминиевая ;

$П_в$ - из сшитого ;

П - из полиэтилена;

– АВВГ – изо:

А - алюминиевая ,

В – ПВХ ,

В – ПВХ изоляция жил,

Г – без .

6 Проверка по потерям

1) по потерям в аварийном КНС1 (l = 2):

$$_{\Delta}U_{л} = \frac{P_{л} \cdot r_{0л} \cdot l_{л} + Q_{л} \cdot x_{0л} \cdot l_{л}}{U^{2}_{ном} \cdot (10^{3})} \cdot 100\%,$$

$$_{\Delta}U_{л} = \frac{3673 \cdot 0,2 \cdot 2 + 1212 \cdot 0,074 \cdot 2}{6,2^{2} \cdot (10^{3})} \cdot 100\% = 4,28\%.$$

2) Проверка по в послеа линии 1 (l = 1,5):

$$_{\Delta}U_{л} = \frac{P_{л} \cdot r_{0л} \cdot l_{л} + Q_{л} \cdot x_{0л} \cdot l_{л}}{U^{2}_{ном} \cdot (10^{3})} \cdot 100\%, \qquad (6.2)$$

$$_{\Delta}U_{л} = \frac{3383 \cdot 0,2 \cdot 1,5 + 1624 \cdot 0,074 \cdot 1,5}{6,2^{2} \cdot (10^{3})} \cdot 100\% = 3,11\%.$$

ения в не превышают 10%.

Т.к. линия , Ф № 20, Ф № 18 менее 1км, то рку по напряжения [5] не .

7 Расчёт замыкания

ёт КЗ проводится для и электрических по короткого , с обеспечения элек надёжной.

Все , в питании , работают с . Короткое в такой , при котором ток КЗ имеет . Электродвижущие источников по фазе.

на токи КЗ, к сети одвигателей.

В выше 1 кВ сопротивления , силовых , , воздушных и . В электроустановках до 1 кВ индуктивные и всех цепи (аппаратов, , переходные в и т.д.).

Расчё для определения КЗ собой в исполнении, в синхронные , влияние на ток КЗ, а системы (, трансформаторы,), источники с местом КЗ. По схеме замещения, в рные связи .

Расчёт замыкания (е КЗ) для точек К-1 (110), К-2 (35), К-3 (6кВ), К-4 (0,4).

7.1 сопротивлений замещения

В Д электрическая и замещения для короткого ания.

условия: $S_б$= МВА, $U_{б1}$ кВ, $E_{*С}$ =1.

Для этого по 7.1 базисные и .



Рисунок 7.1 – С для базисных и

$$U_{БII} = 115кВ,\ U_{БII} = 37кВ,\ U_{БIII} = 6{,}3кВ. \quad (7.1.1)$$

где $U_{БI}$, $U_{БII}$, U, - различных , кВ.

базисные .

$$I_{БI} = \frac{S_Б}{\sqrt{3}\cdot U_{БI}},$$

$$I_{БII} = \frac{S_Б}{\sqrt{3}\cdot U_{БII}}, \quad (7.1.3)$$

$$I_{БIII} = \frac{S_Б}{\sqrt{3}\cdot U_{БIII}}, \quad (7.1.4)$$

где $S_Б$ =$S_С$ МВА – мощность.

$$I_{БI} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5{,}02 \quad кА.$$

$$I_{БII} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 15{,}6 \quad кА.$$

$$I_{БIII} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6{,}3} = 91{,}6 \quad кА.$$

сопротивление в единицах ().

$$X_{*C} = \frac{I_{БI}}{I_{ОТКЛ}}, \qquad)$$

где X_{*C} – сопротивление , о.е.;

I – ток отключения на шинах с госистемой, в $I_{ОТКЛ}$=20 кА (-110- Это разрешается, когда данные об [5].

$$X_{*C} = \frac{5{,}02}{20} = 0{,}251.$$

активное и ение реактора -6-3000-0,12, в Ом и затем в о.е.

$$X_{*Р} = X_{Р} \cdot \frac{S_{Б}}{U_{с}}, \qquad)$$

где $X_{Р}$ = 0,12 Ом – сопротивление ;

$U_{с}$ – сети в реактора.

$$X_{*Р} = 0{,}12 \cdot \frac{1000}{6{,}2^{2}} = 3{,}121.$$

и индуктивные о воздушной в о.е.

$$R_{*ВЛЭП} = R_{ВЛЭП} \cdot \frac{S_{Б}}{U_{БI}^{2}} = R_{оВЛЭП} \cdot l_{ВЛЭП} \cdot \frac{S_{Б}}{U_{БI}^{2}}, \qquad)$$

$$R_{*ВЛЭП} = 0{,}245 \cdot 15 \cdot \frac{1000}{115^{2}} = 0{,}277.$$

$$X_{*ВЛЭП} = X_{ВЛЭП} \cdot \frac{S_{Б}}{U_{БI}^{2}} = X_{ВЛЭП} \cdot l_{ВЛЭП} \cdot \frac{S_{Б}}{U_{БI}^{2}}, \qquad (7.1.8)$$

$$X_{*ВЛЭП} = 0{,}423 \cdot 15 \cdot \frac{1000}{115^{2}} = 0{,}479.$$

сопротивления для Т1 (2).

$$X_{*В} = \frac{0,5 \cdot (U_{КВС\%} + U_{КВН\%} - U_{КСН\%}) \cdot S_Б}{100 \cdot S_{НОМТ}},$$

$$X_{*С} = \frac{0,5 \cdot (U_{КВС\%} + U_{КСН\%} - U_{КВН\%}) \cdot S_Б}{100 \cdot S_{НОМТ}}, \quad)$$

$$X_{*Н} = \frac{0,5 \cdot (U_{КВН\%} + U_{КСН\%} - U_{КВС\%}) \cdot S_Б}{200 \cdot S_{НОМТ}},$$

где $X_{*В}$, $X_{*С}$, $X_{*Н}$ – относительные для каждой замещения;

$U_{КВС}$ $U_{КВН}$ $U_{КСН}$%=6 – напряжения между об, % [5];

S =25 МВА – номинальная .

$$X_{*В} = \frac{0,5 \cdot (10,5 + 17 - 6) \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 4,3.$$

$$X_{*С} = \frac{0,5 \cdot (10,5 + 6 - 17) \cdot 1000}{100 \cdot 25} = -0,1 \approx 0.$$

$$X_{*Н} = \frac{0,5 \cdot (17 + 6 - 10,5) \cdot 1000}{100 \cdot 25} = 2,5.$$

7.2 Опреде короткого

7.2.1 т токов в точке К-1

сопротивление $Z_{*\Sigma}$ до К-1 (в с рисунком 7.1).

$$Z_{*\Sigma[К-1]} = \sqrt{(X_{*С} + X_{*ВЛЭП})^2 + R_{*ВЛЭП}{}^2}, \qquad (7.2.1.1)$$

$$Z_{*\Sigma[К-1]} = \sqrt{(0,251 + 0,479)^2 + 0,277^2} = 0,781.$$

значение тока КЗ $I_{ПО}$ в К-1.

$$I_{ПО[К-1]} = \frac{E_{*С}}{Z_{*\Sigma}} \cdot I_{БI}, \qquad (7.2.1.2)$$

$$I_{ПО[К-1]} = \frac{1}{0,781} \cdot 5,02 = 6,42 кА.$$

постоянную апериодической КЗ $T_а$ для точки К-1.

$$T_А = \frac{\Sigma X}{\omega \cdot \Sigma R}, \qquad (7.2.1.3)$$

где ΣX и ΣR – до точки К-1;

ω – угловая .

$$T_A = \frac{X_{*C} + X_{*ВЛЭП}}{\omega \cdot R_{*ВЛЭП}}, \quad (7.2.1.4)$$

$$T_A = \frac{0{,}251 + 0{,}479}{314{,}159 * 0{,}277} = 0{,}0083.$$

Рассчитываем $K_{УД}$ для точки К-1.

$$K_{УД} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{T_A}}, \quad (7.2.1.5)$$

$$K_{УД} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{0{,}0083}} = 1{,}3.$$

ток КЗ в точке К-1.

$$i_{УД[К\text{-}1]} = \sqrt{2} \cdot K_{УД} \cdot I_{ПО[К\text{-}1]}, \quad (7.2.1.6)$$

$$i_{УД[К\text{-}1]} = \sqrt{3} \cdot 1{,}3 \cdot 6{,}42 = 11{,}8кА.$$

7.2.2 т короткого в точке К-2

суммарное $Z_{*\Sigma}$ до К-2 .

$$Z_{*\Sigma[К\text{-}2]} = \sqrt{(X_{*C} + X_{*ВЛЭП} + X_{*В} + X_{*С})^2 + (R_{*Л1})^2}, \quad (7.2.2.1)$$

$$Z_{*\Sigma[К\text{-}2]} = \sqrt{(0{,}251 + 0{,}479 + 4{,}3 + 0)^2 + 0{,}277^2} = 5{,}04.$$

Определяем периодической КЗ $I_{ПО}$ в точке К-2.

$$I_{ПО[К\text{-}2]} = \frac{E_{*C}}{Z_{*\Sigma[К\text{-}2]}} \cdot I_{БП}, \quad (7.2.2.2)$$

$$I_{ПО[К\text{-}2]} = \frac{1}{5{,}04} \cdot 15{,}6 = 3{,}095кА.$$

времени составляющей КЗ T_a для К-2.

$$T_A = \frac{(X_{*C} + X_{*ВЛЭП} + X_{*В} + X_{*С})}{\omega \cdot (R_{*Л1})}, \quad (7.2.2.3)$$

$$T_A = \frac{(0{,}251 + 0{,}479 + 4{,}3 + 0)}{314{,}159 \cdot 0{,}277} = 0{,}0578.$$

коэффициент $K_{УД}$ для К-2.

$$K_{уд} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_A}}, \quad)$$

$$K_{УД} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,0578}} = 1,84.$$

Определяем ток КЗ в К-2.

$$i_{уд[К-2]} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{по[К-2]}, \quad (7.2.2.5)$$

$$i_{уд[К-2]} = \sqrt{2} \cdot 1,84 \cdot 3,095 = 8,054 кА.$$

7.2.3 т короткого в К-3

Определяем $Z_{*\Sigma}$ до точки К-3 .

$$Z_{*\Sigma[К-3]} = \sqrt{(X_{*С} + X_{*ВЛЭП} + X_{*В} + X_{*Н} + X_{*р})^2 + (R_{*Л1})^2}, \quad)$$

$$Z_{*\Sigma[К-3]} = \sqrt{(0,251 + 0,479 + 4,3 + 2,5 + 3,121)^2 + 0,277^2} = 10,66.$$

начальное ескои КЗ $I_{ПО}$ в точке К-3 без подпитки от нных .

$$I_{ПО(с)} = \frac{E_{*С}}{Z_{*\Sigma[К-3]}} \cdot I_{БШ}, \quad (7.2.3.2)$$

$$I_{ПО(с)} = \frac{1}{10,66} \cdot 91,6 = 8,593 кА.$$

Находим затухания тока КЗ T_a для К-3.

$$T_A = \frac{(X_{*С} + X_{*ВЛЭП} + X_{*В} + X_{*Н} + X_{*р})}{\omega \cdot (R_{*ВЛЭП})}, \quad)$$

$$T_A = \frac{(0,251 + 0,479 + 4,3 + 2,5 + 3,121)}{314,159 \cdot 0,277} = 0,12.$$

Рассчитываем $K_{УД}$ для точки К-3.

$$K_{уд} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_A}}, \quad)$$

$$K_{УД} = 1 + e^{\frac{-0,01}{0,12}} = 1,92.$$

ударный ток КЗ в К-3.

$$i_{уд(с)} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{по(с)}, \quad)$$

$$i_{уд(с)} = \sqrt{2} \cdot 1{,}92 \cdot 8{,}593 = 23{,}33 кА.$$

Найдем от синхронных .

Нам , что на объекте -1 4 работающих со следующими : $P_н$ = 1250кВт; $U_{ном}$=6; φ = 0,95; $S_{ном} = P_н/\cos\varphi$ = = 1315,78. В нормальном два синхронных питание от 1).

Определим двигателей.

$$x_{КНС} = x''_d \cdot \frac{S_б}{S_{ном}}, \quad)$$

$$r_{КНС} = \frac{x_{КНС}}{T_a \cdot \omega}, \quad)$$

где *X``d* = 0,2 – сверхпереходного син двигателя [5];

$S_б$ – , МВА;

$S_{ном}$ – номинальная , кВА;

T_a – постоянная апериодической КЗ двигателя; , [5] T_a = 0,06 с для синхронных а.

$$x_{КНС} = 0{,}2 \cdot \frac{1000 \cdot 10^3}{1315{,}78} = 152.$$

$$r_{КНС} = \frac{152}{0{,}06 \cdot 314{,}159} = 8{,}064.$$

Определим линии.

$$r_{клКНС} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U^2_{БIII}}, \quad)$$

$$x_{клКНС} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U^2_{БIII}}, \quad)$$

где l – длина , км.

$$r_{клКНС} = 0{,}2 \cdot 2 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 10{,}078.$$

$$x_{клКНС} = 0{,}074 \cdot 2 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 3{,}729.$$

$$Z_{\Sigma КНС} = \sqrt{\left(\frac{x_{КНС}}{4} + x_{клКНС}\right)^2 + \left(\frac{r_{КНС}}{4} + r_{клКНС}\right)^2}, \quad (7.2.3.10)$$

$$Z_{\Sigma КНС} = \sqrt{\left(\frac{152}{4} + 3{,}729\right)^2 + \left(\frac{8{,}064}{4} + 10{,}078\right)^2} = 43{,}446.$$

значение е составляющей КЗ.

$$I_{п0(КНС)} = \frac{E_q^{``}}{Z_{\Sigma КНС}} I_{БШ}, \quad)$$

где $E``q = 1{,}1$ – ЭДС [5].

$$I_{п0(КНС)} = \frac{1{,}1}{43{,}446} \cdot 91{,}643 = 2{,}32кА.$$

$$T_a = \frac{\left(\frac{x_{КНС}}{4} + x_{клКНС}\right)}{\varpi \cdot \left(\frac{r_{КНС}}{4} + r_{клКНС}\right)}, \quad (7.2.3.12)$$

$$T_a = \frac{\left(\frac{152}{4} + 3{,}729\right)}{314{,}159 \cdot \left(\frac{8{,}064}{4} + 10{,}078\right)} = 0{,}0109.$$

$$K_{уд(КНС)} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{T_a}}, \quad)$$

$$K_{уд(КНС)} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{0{,}0109}} = 1{,}403.$$

$$i_{уд(КНС)} = \sqrt{2} \cdot K_{уд(КНС)} I_{п0(КНС)}, \quad (7.2.3.14)$$

$$i_{уд(КНС)} = \sqrt{2} \cdot 1{,}403 \cdot 2{,}32 = 4{,}603кА.$$

На -1 установлено 4 двигателя со данными: $P_н = 1250$; $U_{ном}=6$; $\cos\varphi = 0{,}95$; $S_{ном} = \varphi$ = = 1388,89кВА. В только два получают от 1Т(2Т).

синхронных .

$$x_{ДНС} = x''_d \cdot \frac{S_б}{S_{ном}}, \quad)$$

$$r_{ДНС} = \frac{x_{ДНС}}{T_a \cdot \omega}, \quad (7.2.3.16)$$

$$x_{ДНС} = 0,2 \cdot \frac{1000 \cdot 10^3}{1388,89} = 144.$$

$$r_{ДНС} = \frac{144}{0,06 \cdot 314,159} = 7,639.$$

кабельной .

$$r_{клДНС} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U^2_{БIII}}, \quad)$$

$$x_{клДНС} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U^2_{БIII}}, \quad (7.2.3.18)$$

$$r_{клДНС} = 0,2 \cdot 1,5 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 7,558.$$

$$x_{клДНС} = 0,074 \cdot 1,5 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 2,796.$$

$$Z_{\Sigma ДНС} = \sqrt{\left(\frac{x_{ДНС}}{4} + x_{клКНС}\right)^2 + \left(\frac{r_{ДНС}}{4} + r_{клКНС}\right)^2}, \quad)$$

$$Z_{\Sigma ДНС} = \sqrt{\left(\frac{144}{4} + 2,796\right)^2 + \left(\frac{7,639}{4} + 7,558\right)^2} = 39,935.$$

$$I_{п0(ДНС)} = \frac{E''_q}{Z_{\Sigma ДНС}} I_{БIII}, \quad)$$

$$I_{п0(ДНС)} = \frac{1,1}{39,935} \cdot 91,643 = 2,524 кА.$$

$$T_a = \frac{\left(\frac{x_{ДНС}}{4} + x_{клДНС}\right)}{\varpi \cdot \left(\frac{r_{ДНС}}{4} + r_{клДНС}\right)}, \quad (7.2.3.21)$$

$$T_a = \frac{\left(\frac{144}{4} + 2{,}796\right)}{314{,}159 \cdot \left(\frac{7{,}639}{4} + 7{,}558\right)} = 0{,}013.$$

$$K_{уд(ДНС)} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{T_a}}, \quad .22)$$

$$K_{уд(ДНС)} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{0{,}013}} = 1{,}464.$$

$$i_{уд(ДНС)} = \sqrt{2} \cdot K_{уд(ДНС)} I_{п0(ДНС)}, \quad .23)$$

$$i_{уд(ДНС)} = \sqrt{2} \cdot 1{,}464 \cdot 2{,}524 = 5{,}227 кА.$$

На объекте -1 4 работающих со следующими : $P_н$ = 1000кВт; $U_{ном}$=6; φ = 0,9; $S_{ном}$ = Рн/cosφ = =1111,11 . В нормальном два синхронных питание от 1Т.

сопротивления .

$$x_{БКНС} = x_d'' \cdot \frac{S_б}{S_{ном}}, \quad (7.2.3.24)$$

$$r_{БКНС} = \frac{x_{БКНС}}{T_a \cdot \omega}, \quad .25)$$

$$x_{БКНС} = 0{,}2 \cdot \frac{1000 \cdot 10^3}{1111{,}11} = 180.$$

$$r_{БКНС} = \frac{180}{0{,}06 \cdot 314{,}159} = 9{,}549.$$

сопротивление .

$$r_{клБКНС} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U^2_{БШ}}, \quad (7.2.3.26)$$

$$r_{клБКНС} = 0{,}2 \cdot 0{,}8 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 4{,}031.$$

$$x_{клБКНС} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_б}{U^2_{БШ}}, \quad .27)$$

$$x_{клБКНС} = 0{,}074 \cdot 0{,}8 \cdot \frac{1000}{6{,}3^2} = 1{,}491.$$

$$Z_{\Sigma БКНС} = \sqrt{\left(\frac{x_{БКНС}}{4} + x_{клБКНС}\right)^2 + \left(\frac{r_{БКНС}}{4} + r_{клБКНС}\right)^2}, \quad .28)$$

$$Z_{\Sigma БКНС} = \sqrt{\left(\frac{180}{4} + 1{,}491\right)^2 + \left(\frac{9{,}549}{4} + 4{,}031\right)^2} = 46{,}932.$$

$$I_{п0(БКНС)} = \frac{E_q^{``}}{Z_{\Sigma БКНС}} I_{БIII},$$

(7.2.3.29)

$$I_{п0(БКНС)} = \frac{1{,}1}{46{,}932} \cdot 91{,}643 = 2{,}148 кА.$$

$$T_a = \frac{\left(\frac{x_{БКНС}}{4} + x_{клБКНС}\right)}{\varpi \cdot \left(\frac{r_{БКНС}}{4} + r_{клБКНС}\right)}, \quad (7.2.3.30)$$

$$T_a = \frac{\left(\frac{180}{4} + 1{,}491\right)}{314{,}159 \cdot \left(\frac{9{,}549}{4} + 4{,}031\right)} = 0{,}023.$$

$$K_{уд(БКНС)} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{T_a}},$$

(7.2.3.31)

$$K_{уд(БКНС)} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{0{,}023}} = 1{,}648.$$

$$i_{уд(БКНС)} = \sqrt{2} \cdot K_{уд(БКНС)} I_{п0(БКНС)}, \quad)$$

$$i_{уд(БКНС)} = \sqrt{2} \cdot 1{,}648 \cdot 2{,}148 = 5{,}006 кА.$$

токи в точке К-3 с подпитки от .

$$I_{п0[К-3]} = I_{п0(с)} + I_{п0(КНС)} + I_{п0(ДНС)} + I_{п0(БКНС)},$$

(7.2.3.33)

$$I_{п0[К-3]} = 8{,}593 + 2{,}32 + 2{,}524 + 2{,}148 = 15{,}585 кА.$$

$$i_{уд[К-2]} = i_{уд(с)} + i_{уд(КНС)} + i_{уд(ДНС)} + i_{уд(БКНС)}, \quad)$$

$$i_{уд[К-2]} = 23{,}33 + 4{,}603 + 5{,}227 + 5{,}006 = 38{,}166 кА.$$

7.2.4 т токов к в точке К- 4

бесконечной , системы , т.е. $S_c = \infty$; $X_c = 0$.

Сопротивление : $S_{ном}$ = 400 кВА; $U_{вн}$ = 6 кВ; $U_{нн}$ = 0,4 кВ; ΔP_x = 1,05 кВт; $\Delta P_к$ = 5,5 кВт; $U_к$% = 4,5; I_x%=2,1 (из [5]).

$$x_{тр} = \frac{U_{к\%}}{100} \cdot \frac{U^2_{вн}}{S_{тр.н}}, \quad)$$

$$x_{тр} = \frac{4,5}{100} \cdot \frac{6^2}{0,4} = 4,05 мОм.$$

$$r_{тр} = \Delta P_{кз} \cdot \frac{U^2_{вн}}{S^2_{тр.н}}, \quad)$$

$$r_{тр} = \frac{5,5 \cdot 6^2 \cdot 10^{-3}}{0,4^2} = 1,237.$$

Определим на и вторичной .

$$I_{1н} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{вн}}, \quad (7.2.4.3)$$

$$I_{1н} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6} = 38,49 A.$$

$$I_{2н} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{нн}}, \quad)$$

$$I_{2н} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 577,35 A.$$

По $I_{2н}$ автоматический вык на 1000 со следующими е:

$r_а$ = 0.25 мОм;

$x_а$ = 0.1 мОм [5];

Сопротивление :

$r_{кш}$ = 0,01 мОм – для соединений [6];

$r_{аш}$ = 1 мОм – для соединений [6];

Сопротивление :

$r_д$ = 10 мОм [6];

шин:

$l_ш$ = 5м;

$r_{ош}$ = 0,14мОм/м;

$x_{ош}$ = 0,1 [6];

$$r_ш = r_{ош} \cdot l_ш, \qquad (7.2.4.5)$$

$$r_ш = 0{,}14 \cdot 5 = 0{,}7 мОм.$$

$$x_ш = x_{ош} \cdot l_ш, \qquad)$$

$$x_ш = 0{,}1 \cdot 5 = 0{,}5 мОм.$$

Т.к. $I_{2н} > 500А$, то транс равными ($R_{тт} = 0$, $X_{тт} = 0$).

суммарное $Z_{*\Sigma}$ до К-4.

$$Z_{*\Sigma[К-4]} = \sqrt{(X_{*С} + X_{*ВЛЭП} + X_{*В} + X_{*Н} + X_{*Р} + X_{*ТР} + X_{Ш} + X$$
$$+ (R_{*ВЛЭП} + R_{ТР} + R_{Ш} + R_{КШ} + R_{АШ} + R_{Д} + R_{А})^2$$
(7.2.4.7)

$$Z_{*\Sigma[К-4]} = \sqrt{(0{,}251 + 0{,}479 + 4{,}3 + 2{,}5 + 3{,}121 + 4{,}05$$
$$+ (0{,}277 + 1{,}237 + 0{,}7 + 0{,}01 + 1 + 10 + 0$$

Определяем периодической КЗ $I_{ПО}$ в точке К-4.

$$I_{ПО} = \frac{U_C}{Z_{*\Sigma[К-4]}}, \qquad (7.2.4.8)$$

$$I_{ПО} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20{,}39} = 11{,}326 кА.$$

Находим затухания тока КЗ $T_А$ для К-4.

$$T_A = \frac{(X_{*С} + X_{*ВЛЭП} + X_{*В} + X_{*Н} + X_{*Р} + X_{*ТР} + X_{Ш} + X_{А})}{\omega \cdot (R_{*Л1} + R_{ТР} + R_{Ш} + R_{КШ} + R_{АШ} + R_{Д} + R_{А})}, \qquad .9)$$

$$T_A = \frac{(0{,}251 + 0{,}479 + 4{,}3 + 2{,}5 + 3{,}121 + 4{,}05 + 0{,}5 + 0{,}1)}{314{,}159 \cdot (0{,}277 + 1{,}327 + 0{,}7 + 0{,}01 + 1 + 10 + 0{,}25)} = 0{,}0036.$$

Рассчитываем $К_{УД}$ для точки К-4.

$$K_{УД} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{T_A}}, \qquad)$$

$$K_{УД} = 1 + e^{\frac{-0{,}01}{0.0036}} = 1{,}062.$$

ударный ток КЗ в К-4.

$$i_{УД[К-4]} = \sqrt{2} \cdot K_{УД} \cdot I_{ПО[К-4]}, \qquad)$$

$$i_{УД[К-4]} = \sqrt{2} \cdot 1.062 \cdot 11{,}326 = 17{,}01 кА.$$

Переведём Z_{Σ} всех КЗ из о.е в Ом.

$$Z_{\Sigma(\text{Ом})} = Z_{*\Sigma} \cdot \frac{U_{\text{БI}}^{\,2}}{S_{\text{Б}}}, \qquad)$$

$$Z_{\Sigma(\text{Ом})[K-1]} = 0{,}781 \cdot \frac{115^2}{1000} = 10{,}328 \quad Ом.$$

$$Z_{\Sigma(\text{Ом})[K-2]} = 5{,}04 \cdot \frac{115^2}{1000} = 66{,}654 Ом.$$

$$Z_{\Sigma(\text{Ом})[K-3]} = 10{,}66 \cdot \frac{115^2}{1000} = 140{,}978 \quad Ом.$$

$$Z_{\Sigma(\text{Ом})[K-4]} = 20{,}39 \cdot \frac{115^2}{1000} = 269{,}657 \ Ом.$$

Результаты в таблице 7.

7 – расчёта

Ток КЗ	К-1	К-2	К-3	К-4
Z_{Σ}, Ом			140,978	
$I_{\text{ПО}}$, кА	6,42		15,585	
$i_{\text{уд}}$, кА	11,8		38,166	

8 и проверка электроснабжения

8.1 и проверка вы на 110кВ

В на подстанции со линии 110 выключателей МКП – 110 – 630. Данные установлены в 70- . Следовательно, они уже и устарели и для повышения электроснабжения на оборудование, а на выключатели DT1 – 145F1 “ALSTOM” США. типа в е 3 штук уже масляные . И в ситуации все выключатели на овые типа D1-145F1. одного выгодно в ации.

элегазового DT1 – 145F1:

- В изолирующей и в выключателях , обладающий и дугогасящими ;
- дуги в объеме без в ;
- Низкий ;
- Простота , и другие.

выключателя 1-145.

Ток в линии в режиме:

$$I_{ПАР} = \frac{S_{П/С}}{\sqrt{3}\,U_{ВН}},$$

$$I_{ПАР} = \frac{31552,45}{\sqrt{3}\cdot 110} = 165,607 кА.$$

При коротком теплового короткого замы по формуле:

$$B_к = I_{п0}^2 \cdot (\tau + T_a),$$

где τ – тное выклю, с;

T_a – времени апе составляющей, с.

$$B_к = I_{п0[K-1]}^2 \cdot (\tau + T_a),$$

$$B_к = 6,37^2 \cdot (1,7 + 0,05 + 0,0082) = 71,34 кА^2 \cdot с.$$

$$\tau = t_{рз} + t_{ов},$$

где $t_{рз}$ – срабатывания защиты, с;

$t_{ов}$ – отключения , с.

$$\tau = 1,7 + 0,05 = 1,75 с.$$

8.1

Расчё па цепи	аппарата	выбора и про

$I_{раб.max}$ = 168,208 А	$I_{ном}$ А	$I_{ном} \geq I_{раб.max}$
I''_{n0} кА	$I_{откл.н.}$ = 40 кА	$I_{.} \geq I''_{n0}$
i_y = 11,8 кА	$i_{т.дин}$ = 108 кА	$i_{т.дин} \geq i_y$
$B_K = I''_{n_0} \cdot (\tau + T_a) =$ $= 6{,}42^2 (1{,}7 + 0{,}05 + 0{,}0083) =$ $= 72{,}47 кА^2 с$	$I_T / t_T = 40/3$ $I^2_T t_T$ = 4800 кА^{2}с	$B_к \leq I_T^2 \cdot t_T$

по проверки . его к установке.

8.2 и высоковольтных е на 110кВ

На разъединители типа 2 – Данный с ю увеличения и сокращения на обслуживание на разъединитель типа 2 – с полимерной .

Р - ;

Г - горизонтально-поворотного ;

Н - уровень по 1516.3-96 [7];

П - с .

Проведем РГНП2 –

8.2

Расчётный па	Каталожные ап	Условия выбора и про
$U_{уст}$ = 110 кВ	$U_{ном}$ = 110 кВ	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб.max}$ = А	$I_{ном}$ =1000 А	$I_{ном} \geq I_{раб.max}$
i_y = 11,8 кА	$i_{т.дин}$ = 80 кА	$i_{т.дин} \geq i_y$
$B_K = I''_{n_0} \cdot (\tau + T_a) =$ $= 6{,}42^2 (1{,}7 + 0{,}05 + 0{,}0083) =$ $= 72{,}47 кА^2 с$	$I_T / t_T = 31{,}5/3$ I2TtT=31,5²·3 = кА^{2}с	$B_к \leq I_T^2 \cdot t_T$

по условиям одит, принимаем его к .

8.3 и проверка вы на 35кВ

В на подстанции на 35 установлены типа С– выключатель м электрооборудованием. Его имо на более и надё , а именно на выключатель с тип VOX-35.

Основные выключателей:

1. при коммутации и номинальных . Число токов вы без замены ВДК тыс., число тока - что в 10-20 раз параметры .

2. Резкое затрат по с выключателями.

3. - и пожаробезопасность и в агрессивных и .

Проведем VOX – 35.

Ток в линии 35 в режиме:

$$I_{ПАР} = \frac{S_{35кВ}}{\sqrt{3}\,U_{СН}},$$

$$I_{ПАР} = \frac{14084}{\sqrt{3}\cdot 36{,}2} = 224{,}625кА.$$

$$B_к = I^2_{n0[K-2]}\cdot(\tau + T_a),$$

$$B_к = 3{,}095^2\cdot(2{,}1 + 0{,}08 + 0{,}0568) = 21{,}388кА^2\cdot с.$$

Таблица 8.3

па цепи	аппарата	выбора и про
$U_{уст}$ = 35 кВ	$U_{ном}$ = 35 кВ	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб.max}$ = 225 А	$I_{ном}$ =630 А	$I_{ном} \geq I_{раб.max}$
I''_{n0} кА	$I_{.}$ = 20 кА	$I_{откл.н.} \geq I''_{n0}$
i_y = кА	$i_{т.дин}$ = 80 кА	$i_{т.дин} \geq i_y$

таблицы 8.3

$B_K = I''_{n_0}\cdot(\tau + T_a) =$ $= 3{,}095^2(2{,}1 + 0{,}08 + 0{,}0578)$ $= 21{,}436кА^2с$	$I_T / t_T = 20/3$ $I^2_T t_T$ = 1200 кА^{2}с	$B_к \leq I^2_T\cdot t_T$

по условиям . Принимаем его к уста.

8.4 и проверка единителей на 35

На установлены ели образца 2 – 35/630. необходимо на нового РГП2 – с изоляцией.

разъединителя 2 –

Таблица 8.4

параметр	данные аппа	выбора и про
$U_{уст}$ = 35 кВ	$U_{ном}$ = 35	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб.max}$ = 225 А	$I_{ном}$ = 1000 А	$I_{ном} \geq I_{раб.max}$
i_y = кА	$i_{т.дин}$ = 40 кА	$i_{т.дин} \geq i_y$

$B_K = I''_{n_0} \cdot (\tau + T_a) =$ $= 3{,}095^2 (2{,}1 + 0{,}08 + 0{,}0578) =$ $= 21{,}436 кА^2 с$	$I_T / t_T = 16/3$ $I^2_T t_T$ = 768 $кА^2 с$	$B_к \le I_T^2 \cdot t_T$

Разъединитель по проходит, его к е.

8.5 Выбор и выключателей на 6кВ

8.5.1 и вводных а на 6кВ

В настоящее на вводным на 6кВ является типа ВМП – выключатель уже как физически, так и . Его необходимо на современный и надё выключатель, а , на выключатель тип ВВЭ – М –10 (: ОАО « » г.Минусинск).

выключателя ВВЭ – М – 10 .

Ток в 6кВ в режиме:

$$I_{ПАР} = \frac{S_{6кВ}}{\sqrt{3}\, U_{НН}}, \qquad .1)$$

$$I_{ПАР} = \frac{18418}{\sqrt{3} \cdot 6{,}3} = 1687{,}867 кА.$$

$$B_к = I^2_{n0[К-3]} \cdot (\tau + T_a), \qquad .2)$$

$$B_к = 15{,}585^2 \cdot (1{,}3 + 0{,}05 + 0{,}12) = 357{,}05 кА^2 \cdot с.$$

Таблица 8.5.1

па цепи	аппарата	выбора и про
$U_{уст}$ = 10 кВ	$U_{ном}$ = 6 кВ	$U_{ном} \ge U_{уст}$
$I_{раб.max}$ = 1724 А	$I_{ном}$ А	$I_{ном} \ge I_{раб.max}$
I''_{n0} кА	$I_{откл.н.}$ = 40 кА	$I_{.} \ge I''_{n0}$
i_y = кА	$i_{т.дин}$ = 100 кА	$i_{т.дин} \ge i_y$
$B_K = I''_{n_0} \cdot (\tau + T_a) =$ $= 15{,}585^2 (1{,}3 + 0{,}05 + 0{,}12) =$ $= 357{,}05 кА^2 с$	$I_T / t_T = 40/3$ $I^2_T t_T = 40^2 \cdot 3 = 4800$ $кА^2 с$	$B_к \le I_T^2 \cdot t_T$

по проверки . его к установке.

В – ;

Б – ;

Э – электромагнитный .

для установки в КРУ К – 105 и маломасленных а [8].

8.5.2 Выбор и выключателя на 6кВ

В на подстанции на стороне 6кВ выключатели ВМП – Заменим на вы тип ВВЭ–М–10 (: ОАО « » г.Минусинск).

ерку ВВЭ – М – 10.

Ток в 6кВ в послеаварийном ре:

$$I_{ПАР} = \frac{S_{6кВ}}{\sqrt{3}\,U_{НН}},$$

$$I_{ПАР} = \frac{9208{,}991}{\sqrt{3}\cdot 6{,}3} = 843{,}933 кА.$$

$$B_к = I^2_{п0[К-3]} \cdot (\tau + T_a), \qquad (8.5.2.2)$$

$$B_к = 15{,}585^2 \cdot (3 + 0{,}04 + 0{,}12) = 767{,}54 кА^2 \cdot с.$$

8.5.2

параметр	данные ап	выбора и проверки
$U_{уст}$ = 10 кВ	$U_{ном}$ = 6 кВ	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб.max}$ = А	$I_{ном}$ А	$I_{ном} \geq I_{раб.max}$
$I''_{п0}$ =15,585 кА	$I_{.}$ = 20 кА	$I_{.} \geq I''_{п0}$
$i_у$ = 38,166 кА	$i_{т.дин}$ = 52 кА	$i_{т.дин} \geq i_у$
$B_К = I''_{п_0} \cdot (\tau + T_a) =$ $= 15{,}585^2 (3 + 0{,}04 + 0{,}12) =$ $= 767{,}54 кА^2 с$	$I_Т / t_Т = 20/3$ $I^2_Т t_Т$ = 1200 $кА^2 с$	$B_к \leq I^2_Т \cdot t_Т$

по условиям . Принимаем его к уста.

для установки в КРУ К – 104 и замены ателей [9].

8.5.3 и линейного ю на 6кВ

Для примера загруженный № 2А. В ячейке на 6кВ сляный ВМП – 10/1500. Их на более и надё вы, а именно на й тип ВВЭ – М – 10 (производитель: ОАО « о » г.Минусинск).

выключателя ВВЭ – М – 10 .

Ток в 6кВ в режиме:

$$I_{ПАР} = \frac{S_{6кВ}}{\sqrt{3}\,U_{НН}},$$

$$I_{ПАР} = \frac{3868}{\sqrt{3}\cdot 6{,}3} = 354{,}4A.$$

$$B_к = I^2_{n0[КНС]} \cdot (\tau + T_a),$$

$$B_к. = 2{,}32^2 \cdot (0{,}9 + 0{,}04 + 0{,}12) = 5{,}705кА^2 \cdot с.$$

Таблица 8.5.3

па цепи	аппарата	выбора и про
$U_{уст}$ = 10 кВ	$U_{ном}$ = 6 кВ	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб.max}$ =354,4 А	$I_{ном}$ А	$I_{ном} \geq I_{раб.max}$
I''_{n0} кА	$I_{откл.н.}$ = 31,5 кА	$I_{.} \geq I''_{n0}$
i_y = кА	$i_{т.дин}$ = 52 кА	$i_{т.дин} \geq i_y$
$B_K = I''_{n_0} \cdot (\tau + T_a) =$ $= 2{,}32^2 (0{,}9 + 0{,}04 + 0{,}12) =$ $= 5{,}705кА^2 с$	$I_T / t_T = 31{,}5/3$ $I^2_T t_T = 20^2 \cdot 3 =$ кА²с	$B_к \leq I^2_T \cdot t_T$

по условиям . Принимаем его к уста.

для установки в КРУ К – 104 и замены вы [10].

8.6 Выбор и нных аппаратов на 0,4

автоматический на 0,4кВ:

$$I_{р.м.} = \frac{S_м}{\sqrt{3}\cdot U_c},$$

$$I_{р.м.} = \frac{465{,}6}{\sqrt{3}\cdot 0{,}4} = 672A.$$

выключатель 55 – 41.

Таблица 8.6.1

па цепи		Условия выбора и про

$U_{уст}$ = 400 кВ	$U_{ном}$ = 400 кВ	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб.max}$ = 672 А	$I_{ном}$ А	$I_{ном} \geq I_{раб.max}$
i_y = 11,326 кА	$i_{т.дин}$ = 55 кА	$I \geq I_{д}$
$B_K = I''^{2}_{n_0} \cdot (\tau + T_a) =$ $= 6,42^2 (1,7 + 0,05 + 0,0083) =$ $= 72,47 кА^2 с$	$I_T / t_T = 31,5/3$ $I^2_T t_T$ = 2977 $кА^2 с$	$B_к \leq I_T^2 \cdot t_T$

по проверки .

Уставка защиты от пере:

$$I_{расц} \geq 1,25 \cdot I_{р.м}, \qquad)$$

$$I_{расц} \geq 1,25 \cdot 672 = 840 А.$$

Принимаем I = 1000А.

8.7 и трансформа

8.7.1 Выбор и тр напряжения 110

На 110кВ на 1,2 и шин установлены типа НКФ – 110. Это уже ь. Вместо них трансформаторы современного типа. Как, , – 110.

Выбираем еской : многотарифный ЦЭ6850.

учет и на :

- количества и активной и за текущий и три (а также за и прошедших) и раздельно по четырем , с электроэнергии и при сбоях в ика и тарификации;
- и реактивных , на заданном , в каждом электро;
- значения и мощностей в за отчетный .

ица 8.7.1

Наименование		$S_{пр}$,ВА	$S_{\Sigma пр}$,ВА
ЦЭ6850	5	6	30

U = U_1 = 110;

класс – 0,5;

S_2 = 400 ВА ≥ $S_{2расч}$ = 30 ВА.

, трансформатор на правильно.

8.7.2 и трансформаторов 35

На стороне 35 трансформаторы ия НАМИ – 35. электрической : многотарифный ЦЭ6850.

ица 8.7.2

прибора		$S_{пр,}$ВА	$S_{\Sigma пр,}$ВА
6850	5	6	12

$U_{с.ном} = U_1 = 35$;

класс – 0,5;

$S_2 = 360$ ВА $\geq S_{2расч} = 12$ ВА.

Татор подобран .

8.7.3 и проверка 6кВ

На 1,2 секциях шин на 6кВ трансформаторы типа – 6. Эти ТН замене. В самым является ТН 3 .06 – 6 (трехфазные трансформаторов к феррорезонансу и () твию перемежающейся в замыкания из фаз на).

Выбираем энергии: микропроцессорный 6850.

Таблица 8.7.3

	Количество	$S_{пр,}$ВА	$S_{\Sigma пр,}$ВА
6850	10	6	60

$U = U_{1ном} = 6$кВ;

– 0,5;

$S_{2ном} = 150$ ВА $\geq S_2 = 60$ ВА.

Т напря правильно.

3хЗНОЛ.06 – 6 в Е.

8.8 Выбор и тока

8.8.1 и трансформаторов 35

Трансформаторы по номинальному вки, где они должны , по номинальному , мощности , коэффициенту и точности. Для , трансформатор в выбранном ости, необходимо его и проводкой во на соответствующую мощность. тока на короткого замы.

8.8.1.1

	Количество	$S_{пр,}$ВА	$S_{\Sigma пр,}$ВА
6850	1	6	6

По и току обмотки трансформатор , нный в выключатель 35 - II.

Таблица

параметр	данные	выбора и про
$U_{уст}$ = 35 кВ	$U_{ном}$ = 35 кВ	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб.М}$ = 225 А	$I_{ном}$ А	$I \geq I_{НОМ}$
S_2 = 14,8 ВА	$S_{2НОМ}$ = 30 ВА	$S_2 \geq S_2$
$B_к$ = 21,388 ^{2}/с	$t_Т$ = 3 с; $I_Т$ = 25кА	$B_к \leq I_Т^2 \cdot t_Т = 25^2 \cdot 3 =$ $=1875кА^2/с$

проводов по сечения и (при установки в КРУl = 45м, $l_р$ = l):

$S_{пр}$ = 6ВА.

$r_{пр} = (\rho l)/F_{min}$, (8.8.1.1)

$r_{пр}$ = = 0,252.

$S_2 = S_{пр} + I2H^2 (r_{пр} + r_{конт})$, (8.8.1.2)

$S_2 = 6 + 5^2 + 0,1) = 14,8$.

Трансформатор по проверки . его к установке.

8.8.2 и трансформаторов 6кВ

8.8.2.1

Наименование		$S_{пр,}$ВА	$S_{\Sigma пр,}$ВА
ЦЭ6850	1	6	6

[11], трансформатор ТПШЛ – 10 на ТЛШ – 10. По и первичной тока трансформатор тока ТЛШ – 10.

ица 8.8.2.2

параметр цепи	трансформа	Условия вы и про
$U_{уст}$ = 6 кВ	$U_{ном}$ = 10 кВ	$U_{ном} \geq U_{уст}$

Продолжение

$I_{Раб.М.}$ = 1724А	$I_{НОМ}$ = А	$I_{Раб.М.} \leq I_{НОМ}$
S2 =9,2 ( )	$S_{2НОМ}$ = 20 ()	$S_2 \geq S_2$
$B_к$ = 357,05кА^2/с	$t_Т$ = 3 с; $I_Т$ = 35	$B_к \leq I_Т^2 \cdot t_Т = 35^2 \cdot 3 =$ $=3675кА^2/с$

соединительных по площади и провода, (при в шкафах КРУ l = 5м, $l_р$ = l):

$S_{пр}$ =6 ВА.

$r_{пр} = (\rho l)/F_{min}$,

$r_{пр}$ = = 0,028Ом.

$$S2 = S_{пр} + I2H^{2} (r_{пр} + r),$$

$$S2 = 6 + 5^{2}(0,028 + 0,1) = 9,2ВА.$$

по условиям . Принимаем его к вке.

подключения ров представлена в Ж.

8.9 кабельных линий на

Определим кабельной от фидера 1 – 1(для линий с из полиэтилена и С = 65).

$$F_{\min доп} = \frac{\sqrt{B_к} \cdot 10^3}{C}, \qquad (8.9)$$

где C – коэффициент, р выделенного в про после и до него, Ас½ / мм²;

$B_к$ – (8.5.3.2).

$$F_{\min доп} = \frac{\sqrt{5,705} \cdot 10^3}{65} = 36,7 мм^2.$$

по термической .

9 Релейная ПГВ 110 КВ

Релейная напряжением кВ 40 МВ·А на оперативном с микро , производства НПП «» г. .

Для защиты 110/6 кВ 40 ПГВ 110 кВ предусматривается БМРЗ-ТД. В реализуются :

- дифференциальная ;
- быстродействующая (отсечка);
- защита () с характеристикой вы ;
- МТЗ с независимой ( );

На трансформаторах защиты -80 и устройства РПН от кожуха и от ения уровня и .

На трансформаторах мощностью 160 тривается от на землю в 0,4, действует на ю автомата 0,4 кВ. собрана на РТ – 40.

защита РУ 6,3 кВ на основе о устройств , поставляемых ОАО " завод «» со шкафами -104. Микропроцессорные БМРЗ-ТД объемом в соответствии с ПУЭ.

Для линий 6,3 кВ защиты:

- токовая ;
- защита от на землю с 3Io и на сигнал и ;
- ;
- двукратное АПВ.

В 6,3 кВ Т1 и Т2 предусматриваются:

- токовая от замыканий с по напряжению;
- шин с блокировкой от МТЗ линий и сек ;
- АПВ;
- УРОВ.

В выключателя 6,3 кВ :

- максимальная от междуфазных ;
- АВР;
- ;
- логическая шин с от пусковых МТЗ и секционного .

от дуговых в РУ 6,3 кВ выполняется с фо.

Фототиристоры в ввода-вывода тока, выключателей, шин. Защита на и отключение 6,3 кВ Т1, Т2, секционного .

9.1 диффере трансформатора

В И таблица дифференциальной (Таблица И.1) и ра уставок (И.2).

9.2 Расчёт

В приложении К результатов токовой ы ().

Селективность ТО обеспечивается $I_{с.з.ТО}$, чем значение $K^{(3)}$ на НН защищаемого

.

ТО со стороны , т.е. на стороне 35.

Ток защиты (ТО):

$$I_{с.з.ТО} = K_{отс} \cdot I^{(3)}_{к.з.\max} \text{ А}, \quad (9.2.1)$$

$$I_{с.з.ТО} = 1{,}05 \cdot 19{,}506 \cdot \frac{6{,}3}{115} = 1{,}122(\text{кА}).$$

$$t_{ТО} = 0\text{с}.$$

Ток :

$$I_{с.з.рТО} = \frac{I_{С.ЗТО}}{K_{ТР}},$$

$$I_{с.з.рТО} = \frac{1122}{400/5} = 14{,}025(А).$$

Величина на :

$$\frac{I_{с.з.рТО}}{I_{ном}} = \frac{14{,}025}{5} = 2{,}805.$$ Принимаем 3.

где $I_{ном}$ - ток реле, 5А.

$$K_{чТО} = \frac{I^{(2)}{}_{КЗ}}{I_{с.з.рТО}} = \frac{662}{2{,}805} = 2{,}36 > 2,$$ что .

9.3 Расчёт защиты

В Л таблица токовой с характеристикой .

Согласно =38,753 МВ·А.

$$I_{\text{пар}} = \frac{38752{,}7}{\sqrt{3} \cdot 110} = 203{,}399 \ (А).$$

$$I_{с.з.В} = \frac{K_{отс} \cdot K_{зап}}{K_{возд}} \cdot I_{нагр.ВН},$$

$$I_{с.з.В} = \frac{1,05 \cdot 1,5}{0,95} \cdot 203,399 = 337,214 \ A.$$

Ток реле:

$$I_{с.з.рВ} = \frac{I_{С.ЗВ}}{K_{ТР}},$$

$$I_{с.з.рВ} = \frac{337,214}{400/5} = 4,215A.$$

на БМРЗ-ТД:

$$\frac{I_{с.з.рВ}}{I_{ном}} = \frac{4,215}{5} = 0,843.$$

где $I_{ном}$ - ток реле, 5А.

$t_{защ}$=2,5 с, селективности $\Delta t = 0,5$ с, выдержку t_{min}:

$$t = t_{защ} + \Delta t,$$

$$t = 2,5 + 0,5 = 3c.$$

$$K_{ч}^{110} = \frac{I_{к.з.}^{(3)}}{I_{с.з.рВ}},$$

$$K_{ч}^{110} = \frac{13,246}{0,843} = 15,713 \geq 1,5.$$

9.4. Расчёт с времени ()

В М представлена расчёта с независимой .

$$I_{с.з.пер.} = \frac{K_{н}}{K_{в}} \cdot I, \qquad (9.4.1)$$

$$I_{с.з.пер.} = \frac{1,05}{0,94} \cdot 200,817 = 224,317 \ A.$$

Ток :

$$I_{с.з.р.пер} = \frac{I_{С.З.пер}}{K_{ТР}}, \qquad (9.4.2)$$

$$I_{с.з.р.пер} = \frac{224,317}{400/5} = 2,804(A).$$

на БМРЗ-ТД:

$$\frac{I_{с.з.р.пер}}{I_{ном}} = \frac{2{,}804}{5} = 0{,}561.$$

:

$$t_{с.з.пер..110} = t'_{\max} + \Delta t \ ,$$

$$t_{с.з.пер..110} = 3{,}5 + 0{,}5 = 4{,}0 с.$$

9.5 Автоматика

электроснабжения в системах не устройствами , но и некоторыми автоматики.

Для , применяем включения ( )

Устройство АВР следующим :

1) во всех напряжения на , в том и при коротких т.к. эти замыкания после с шин;

2) для предотвращения на источник , должен до включения ;

3) для сокращения питания источник , включаться отключения ;

4) включение должно с тем, чтобы при на короткое на , резервный релейной без включения.

Для линий и перерыва используются *автомати включения* ().

Правилам (ПУЭ) при АПВ на всех и ЛЭП напряжением 1 кВ. действия АПВ АПВ восстанавливает ьную и при ложном защиты ().

В проекте АВР и АПВ в микропроцессорном SPAC 800.

Для секции шин 10 кВ, АЧР с использованием 340 С3.

10 Релейная

В эксплуатации могу отдельных , короткие , понижения и ненормальные электросетей. и коротких к опасным и аппаратов, к их , к электрической . снижение в может к устойчивости системы или её . И чем не отключен , тем больше оборудования. , что в каждой необходимо автоматическое участка(и), сохраняя в всю систему.

Для предназначена . Релейной комплект , обеспечивающий поврежденной сети, . повреждение не для непосредственной , то РЗ обеспечить о неис.

РЗ должна и избирательность , надё работы и . того, РЗ быть по ьшой.

Быстрота предупреждает системы и работы при замыкании и напряжения. Это при коротком замы.

действием РЗ , при котором поврежденного и его ; при этом электроустановки в .

Надёжность РЗ в ее правильном и во всех . Она обеспечивается реле и защиты, монтажа и защитных .

РЗ называют на самые контролируемого . всех оценивают , значения ПУЭ.

Для трансформаторов устройства РЗ от КЗ в и на выводах, к с глухо- , витковых в , токов в , в обмотке при КЗ и , понижение в трансфор.

В реле газовое . При двух реле на сигнал или . В соот с [12] предусмотрена действия газового на и выполнение от сигнального или ю контактов .

защита на подстанции 25 .

На 400кВА , согласно [13], не тся.

дифференциальная без выдержки на поврежденного от части с выключателей. осуществляется с тока, отстройкой от тока , переходных и небаланса.

Система: $S_{номG}$ = МВА.

$X_{G*max} = X_c$ = – максимальный режим .

X_{G*min} = 0,326.

W1: l_{w1}=15 км.

r_{01w1} Ом /км.

x_{01w1}= 0,423 Ом /км.

В W2 возьмем с наименьшим – 16².

Линия W2 : l_{w2}= 0,03.

r_{01w2} Ом /км.

x_{01w2}= 0,102 Ом /км.

по линии W2 [14].

: x_p = 0,12 Ом.

Трансформатор Т1: – / 10 / 35/6.

ица 10.1

$U_{k\%BH\ min}$ = %	$U_{k\%CH\ min}$ = - 5,5%	$U_{k\%BC\ min}$ = 9,99 %
$U_{k\%BH\ ср}$ = 17,5 %	$U_{k\%CH\ ср}$ = 6,5 %	$U_{k\%BC\ ср}$ = 10,5 %
$U_{k\%BHmax}$ = 19,5 %	$U_{k\%CHmax}$ = - 8,5%	$U_{k\%BCmax}$ = 11,86 %

ΔU% = ± 16%.

Все данные по и согласно [15].

: S =0,64S,

S =0,64·25=16МВА.

В Н схема СЭС.

10.1 т токов ания

10.1.1 Расчёт замещения

напряжение:

$U_б = U_{ТВН}$ = 115 кВ;

$U_{НОМ}$ = 110.

$$X_{G\min} = \frac{X_{G^*\min} \cdot U_б^2}{S_G}, \quad)$$

$$X_{G\max} = \frac{X_{G^*\max} \cdot U_б^2}{S_G}, \quad (10.1.1.2)$$

где X_{Gmax} – питающей в режиме , равной X_c = ;

X – относительное системы в работы ;

S_G – , примем 1000 .

$$X_{G\min} = \frac{0{,}326 \cdot 115^2}{1000} = 4{,}315 Ом.$$

$$X_{G\max} = \frac{0{,}251 \cdot 115^2}{1000} = 3{,}319 Ом.$$

Определяем .

$$r_{w1} = r_{ow1} \cdot l_{w1}, \qquad (10.1.1.3)$$

$$r_{w1} = 0{,}245 \cdot 15 = 3{,}675 Ом$$

$$x_{w1} = x_{ow1} \cdot l_{w1}, \qquad (10.1.1.4)$$

$$r_{w2} = 1{,}84 \cdot 0{,}03 \cdot \left(\frac{115}{6{,}3}\right)^2 = 18{,}393 Ом.$$

(10.1.1.5)

$$x_{w2} = x_{ow2} \cdot l_{w2} \cdot \left(\frac{U_б}{U_{нс}}\right)^2, \qquad (10.1.1.6)$$

$$x_{w2} = 0{,}102 \cdot 0{,}03 \cdot \left(\frac{115}{6{,}3}\right)^2 = 1{,}02 Ом.$$

Определяем .

$$x_p = X_p \cdot \left(\frac{U_б}{U_{нс}}\right)^2, \qquad (10.1.1.7)$$

$$x_p = 0{,}12 \cdot \left(\frac{115}{6{,}3}\right)^2 = 39{,}985 Ом.$$

Т.к. $\left(U_б \cdot (1 + \Delta U_{*РПН}) \cdot 10^3\right) = (115 \cdot (1 - 0{,}16) \cdot 10^3) = 133{,}4$, то U_{max} = 126кВ.

трансформатора, но необходимо короткого обмотки .

$$\left.\begin{aligned}
U_{k\%\min B} &= 0{,}5 \cdot (U_{k\%\min BC} + U_{k\%\min BH} - U_{k\%cpCH}),\\
U_{k\%\min C} &= 0{,}5 \cdot (U_{k\%\min BC} + U_{k\%cpCH} - U_{k\%\min BH}),\\
U_{k\%\min H} &= 0{,}5 \cdot (U_{k\%\min BH} + U_{k\%cpCH} - U_{k\%\min BC}),\\
U_{k\%\max B} &= 0{,}5 \cdot (U_{k\%\max BC} + U_{k\%\max BH} - U_{k\%cpCH}),\\
U_{k\%\max C} &= 0{,}5 \cdot (U_{k\%\max BC} + U_{k\%cpCH} - U_{k\%\max BH}),\\
U_{k\%\max H} &= 0{,}5 \cdot (U_{k\%\max BH} + U_{k\%cpCH} - U_{k\%masxBC}).
\end{aligned}\right\} \qquad (10.1.1.8)$$

$$U_{k\%\min B} = 0{,}5 \cdot (9{,}99 + 17{,}47 - 6{,}5) = 10{,}48.$$

$$U_{k\%\min C} = 0{,}5 \cdot (9{,}99 + 6{,}5 - 17{,}47) = -0{,}49 \approx 0.$$

$$U_{k\%\min H} = 0{,}5 \cdot (17{,}47 + 6{,}5 - 9{,}99) = 6{,}99.$$

$$U_{k\%\max B} = 0{,}5 \cdot (11{,}86 + 19{,}5 - 6{,}5) = 12{,}43.$$

$$U_{k\%\max C} = 0{,}5 \cdot (11{,}86 + 6{,}5 - 19{,}5) = -0{,}57 \approx 0.$$

$$U_{k\%\max H} = 0,5 \cdot (19,5 + 6,5 - 11,86) = 7,07.$$

$$x_{T\min B} = \frac{U_{k\%\min B} \cdot \left(U_{б} \cdot (1 - \Delta U_{*РПН}) \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot S_{нТР} \cdot 10^3}, \quad (10.1.1.9)$$

$$x_{T\max B} = \frac{U_{k\%\max B} \cdot \left(U_{\max} \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot S_{нТР} \cdot 10^3}, \quad (10.1.1.10)$$

где $S_{нТР}$ – мощность с, кВА ;

$\Delta U_{рпн}$ – половина регулирования на ВН трансформатора;

U_{max} – напряжение в .

$$x_{T\min B} = \frac{10,48 \cdot \left(115 \cdot (1 - 0,16) \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot 25000 \cdot 10^3} = 39,118 Ом.$$

$$x_{T\max B} = \frac{12,43 \cdot \left(126 \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot 25000 \cdot 10^3} = 78,935 Ом.$$

$$x_{T\min C} = \frac{U_{k\%\min C} \cdot \left(U_{б} \cdot (1 - \Delta U_{*РПН}) \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot S_{нТР} \cdot 10^3}, \quad (10.1.1.11)$$

$$x_{T\min C} = \frac{0 \cdot \left(115 \cdot (1 - 0,16) \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot 25000 \cdot 10^3} = 0 \ Ом.$$

$$x_{T\max C} = \frac{U_{k\%\max C} \cdot \left(U_{\max} \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot S_{нТР} \cdot 10^3}, \quad (10.1.1.12)$$

$$x_{T\max C} = \frac{0 \cdot \left(126 \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot 25000 \cdot 10^3} = 0 \ Ом.$$

$$x_{T\min H} = \frac{U_{k\%\min H} \cdot \left(U_{б} \cdot (1 - \Delta U_{*РПН}) \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot S_{нТР} \cdot 10^3}, \quad (10.1.1.13)$$

$$x_{T\min H} = \frac{6,99 \cdot \left(115 \cdot (1 - 0,16) \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot 25000 \cdot 10^3} = 26,091 Ом.$$

$$x_{T\max H} = \frac{U_{k\%\max H} \cdot \left(U_{\max} \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot S_{нТР} \cdot 10^3}, \quad (10.1.1.14)$$

$$x_{T\max H} = \frac{7,07 \cdot \left(126 \cdot 10^3\right)^2}{100 \cdot 25000 \cdot 10^3} = 44,897 Ом.$$

10.1.2 токов замы в точке К –1

$$I^{(3)}_{к1\max B} = \frac{U_н}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{(r_{w1})^2 + (X_{G\max} + x_{w1} + X_{T\min B} + X_{T\min C})^2}}, \quad (10.1.2.1)$$

$$I^{(3)}_{к1\min B} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{(r_{w1})^2 + (X_{G\min} + x_{w1} + X_{T\max B} + X_{T\max C})^2}}, \quad (10.1.2.2)$$

$$I^{(3)}_{к1\max C} = \frac{I^{(3)}_{к1\max B}\cdot(U_б\cdot(1 - \Delta U_{*РПН}))}{U_c}, \quad (10.1.2.3)$$

$$I^{(3)}_{к1\min C} = I^{(3)}_{к1\min B}\cdot\frac{U_{\max}}{U_c}, \quad (10.1.2.4)$$

$$I^{(2)}_{к1\min B} = \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot I^{(3)}_{к1\min B}, \quad (10.1.2.5)$$

$$I^{(2)}_{к1\min C} = \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot I^{(3)}_{к1\min C}, \quad (10.1.2.6)$$

сводим .

10.1.3 Определение замыкания в К –2

В точке токи от двигателей.

$$I_{\Sigma СД} = I_{по(КНС)} + I_{по(ДНС)} + I_{по(БКНС)}, \quad (10.1.3.1)$$

$$I_{\Sigma СД} = 2{,}32 + 2{,}524 + 2{,}148 = 6{,}992 кА.$$

где $I_{)}$, $I_{)}$ и $I_{по(БКНС)}$ – были из расчётов, (5.2.27) и

$$I^{(3)}_{к2\max B} = \frac{U_н}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{(r_{w1})^2 + (X_{G\max} + x_{w1} + X_{T\min B} + X_{T\min H} + x_p)^2}} + I_{\Sigma СД}\cdot\left(\frac{U_{сн}}{U_б}\right), \quad (10.1.3.2)$$

$$I^{(3)}_{к2\min B} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{(r_{w1})^2 + (X_{G\min} + X_{w1} + X_{T\max B} + X_{T\max H} + X_p)^2}} + I_{\Sigma СД}\left(\frac{U_{сн}}{U_б}\right), \quad (10.1.3.3)$$

$$I^{(3)}_{к2\max H} = \frac{I^{(3)}_{к2\max B}\cdot(U_б\cdot(1 - \Delta U_{*РПН}))}{U_{сн}}, \quad (10.1.3.4)$$

$$I^{(3)}_{к2\min H} = I^{(3)}_{к2\min B} \cdot \frac{U_{\max}}{U_{сн}}, \qquad 5)$$

$$I^{(2)}_{к2\min B} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{к2\min B}, \qquad (10.1.3.6)$$

$$I^{(2)}_{к2\min H} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{к2\min H}, \qquad (10.1.3.7)$$

Полученные таблицу .

10.1.4 токов замы в точке К – 3

$$I^{(3)}_{к3\max B} = \frac{U_{н}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(r_{w1} + r_{w2})^2 + (X_{G\max} + x_{w1} + x_{w2} + X_{T\min B} + X_{T\min H} + x_p)^2}} + I_{\Sigma СД} \cdot \left(\frac{U_{сн}}{U_{б}}\right), \quad)$$

$$I^{(3)}_{к3\min B} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(r_{w1} + r_{w2})^2 + (X_{G\min} + x_{w1} + x_{w2} + X_{T\max B} + X_{T\max H} + x_p)^2}} + I_{\Sigma СД}\left(\frac{U_{сн}}{U_{б}}\right),$$

$$I^{(3)}_{к3\max H} = \frac{I^{(3)}_{к3\max B} \cdot (U_{б} \cdot (1 - \Delta U_{*РПН}))}{U_{сн}}, \qquad ()$$

$$I^{(3)}_{к3\min H} = I^{(3)}_{к3\min B} \cdot \frac{U_{\max}}{U_{сн}}, \qquad (10.1.4.3)$$

$$I^{(2)}_{к3\min B} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{к3\min B}, \qquad)$$

$$I^{(2)}_{к3\min H} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I^{(3)}_{к3\min H}, \qquad)$$

Полученные таблицу .
ица 11.1.1

$I_{КЗ}$	К1	К2	К3
$(3)_{Ki.MAX}$, кА		0,936	14,124
(3) ,кА	0,811	0,8 16	15,883
(2) , кА	0,702	13,856	

10.2 Расчёт защиты с по

Согласно релейной трехобмоточного кВ, с питанием со го напряжения, токовая за с по напряжению.

10.2.1 Ток МТЗ

по трём условиям:

$$1)\ I_{сз.Т1} \geq \frac{K_0}{K_B} \cdot I_{раб\max Т1} = \frac{K_0}{K_B} \cdot K_{зн} \frac{S_{нТР}}{\sqrt{3} \cdot U_б}\ , \qquad (10.2.1.1)$$

$$2)\ I_{сз.Т1} \geq K_о \cdot \left(I_{раб\max Т2} + I_{раб\max Т1}\right) = K_о \cdot \left(K_{зн} \frac{S_{нТР}}{\sqrt{3} \cdot U_б} + K_{зн} \frac{S_{нТР}}{\sqrt{3} \cdot U_б} \right), \qquad (10.2.1.2)$$

$$3)\ I_{сз.Т1} \geq K_{нс} \cdot \left(I_{сзQВ1} \left(\frac{U_{нс}}{U_б} \right) + I_{раб\max Т1} \right) = K_{нс} \cdot \left(\left(\frac{K_о \cdot K_{сзп}}{K_B} \cdot \left(K_{зн} \cdot \frac{S_{нТР}}{\sqrt{3} \cdot U_{сн}} \right) \right) \cdot \left(\frac{U_{нс}}{U_б} \right) + K_{зн} \cdot \frac{S_{нТР}}{\sqrt{3} \cdot U_б} \right), \qquad (10.2.1.3)$$

где $K_о$ – , учитывающий и необходимый , быть 1,2;

$K_в$ – коэффициент может равным 0,8;

$K_{нс}$ – согласования;

$K_о$ – , учитывающий и необходимый , быть 1,2;

$K_{зн}$ – коэффициент в нормальном (из ущих расчётов (2.3));

K – коэффициент в после (из предыдущих ётов (2.4));

$K_{сзп}$ – коэффициент , [16] принимаем 1;

$K_{сх}$ – схемы.

$$1)\ I_{сз.Т1} \geq \frac{1.2}{0.8} \cdot 1{,}28 \cdot \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 240{,}981 A.$$

$$2)\ I_{сз.Т1} \geq 1{,}2 \left(0{,}64 \cdot \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 115} + 0{,}64 \cdot \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 115} \right) = 192{,}785 A.$$

$$3)\ I_{сз.Т1} \geq 1{,}2 \cdot \left(\left(\frac{1{,}2 \cdot 1}{0{,}8} \cdot \left(0{,}64 \cdot \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 6{,}3} \right) \right) \cdot \left(\frac{6{,}3}{115} \right) + 0{,}64 \cdot \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 115} \right) = 224{,}916 A.$$

ту принимается из 3х значений защиты $I_{сз.Т1}$=240,981.

10.2.2 еление тока

$$I_{ср} = \frac{I_{сзТ1} \cdot K_{сх}}{K_I}, \qquad (10.2.2)$$

где K_I – транс ;

$$I_{ср} = \frac{240{,}981 \cdot \sqrt{3}}{250/5} = 8{,}348A.$$

10.2.3 Чувствительность

О по выражению, [17].

$$K_{ч} = \frac{I^{(2)}_{к1\min} \cdot 10^3}{I_{сзТ1}} > 1{,}5, \qquad)$$

$$K_{ч} = \frac{0{,}693 \cdot 10^3}{240{,}981} = 2{,}875A > 1{,}5.$$

10.2.4 срабатывания ком органа

Н напряжение в защиты в после КЗ по двум .

1) $U_{\min} = \sqrt{3} \cdot I_{СЗП} \cdot X_{нагр}$,)

$$I_{СЗП} = K_{СЗП} \cdot I_{рабмахQB1} = K_{СЗП} \cdot K_{зпар} \cdot \frac{S_{нТР}}{\sqrt{3} \cdot U_{сн}}, \qquad (10.2.4.2)$$

$$I_{СЗП} = 1 \cdot 0{,}64 \cdot \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 6{,}3} = 1466A.$$

$$X_{нагр} = \frac{X_{*нагр} \cdot U_{б} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot I_{раб\max QB1}}, \qquad)$$

где X_* – сопротивление нагрузки, в себя 6-10/0,4кВ, ка линий 6,10 кВ и 0,4.

$$X_{нагр} = \frac{0{,}35 \cdot 6{,}3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 1466} = 0{,}868Ом.$$

$$U_{\min} = \sqrt{3} \cdot 1466 \cdot 0{,}868 = 2205B.$$

2) $U_{\min} = 0{,}85 \cdot U_{ном}$, [18])

$$U_{\min} = 0{,}85 \cdot 6{,}3 \cdot 10^3 = 5355кВ.$$

Дальнейшему ту меньшее из 2-х напряжения $U_{\min}$ В.

срабатывания по обеспечения после внеш КЗ.

$$U_{сз} = \frac{U_{\min}}{K_0 \cdot K_B}, \qquad (10.2.4.5)$$

$$U_{сз} = \frac{2205}{1{,}2 \cdot 1{,}2} = 1531{,}25B.$$

$$U_{ср} = \frac{U_{сз}}{K_U}, \qquad)$$

где K_U – трансформации с напряжения.

$$U_{ср} = \frac{1531,25}{6000/100} = 25,52B.$$

фильтра – и последовательности по обеспечения от не баланса в режиме.

$$U_{2ср} = 0,06 \cdot U_н, \qquad)$$

$$U_{2ср} = 0,06 \cdot 100 = 6B.$$

$$U_{2сз} = U_{2ср} \cdot K_U, \qquad)$$

$$U_{2сз} = 6 \cdot 6000/100 = 360B.$$

10.2.5 Определение МТЗ по на

1) Определяем для минимального ения.

$$U_{\max ост} = \sqrt{3} \cdot I^{(3)}_{к2\max H} \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\left(\frac{r_{ow2} \cdot l_{w2}}{n}\right)^2 + \left(\frac{x_{ow2} \cdot l_{w2}}{n}\right)^2}, \qquad (10.2.5.1)$$

$$U_{\max ост} = \sqrt{3} \cdot 14,124 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\left(\frac{1,84 \cdot 0,03}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,102 \cdot 0,03}{2}\right)^2} = 676,212.$$

$$K_{чU} = \frac{U_{сз} \cdot K_B}{U_{\max ост}} \geq 1,2, \qquad)$$

где $U_{мах\ ост}$ – напряжение трансформатора ия при КЗ в расчё , когда ения имеет ;

$$K_{чU}\ \frac{1531,25 \cdot 0,8}{676.212} = 1,812 \geq 1,2.$$

2) Определяем для фильтра – обратной ости.

$$U_{2\min} = \frac{U_{нн} \cdot 10^3}{2} - \sqrt{3} \cdot I^{(2)}_{к2\min H} \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\left(\frac{r_{ow2} \cdot l_{w2}}{n}\right)^2 + \left(\frac{x_{ow2} \cdot l_{w2}}{n}\right)^2}, \qquad)$$

где U_{2min} – первичное напряжения в месте при металлическом КЗ фазами в ё точке в , наименьшее напряжения.

$$U_{2\min} = \frac{6 \cdot 10^3}{2} - \sqrt{3} \cdot 13,755 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\left(\frac{1,84 \cdot 0,3}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.102 \cdot 0,3}{2}\right)^2} = 2341B,$$

$$K_{чU2} = \frac{U_{2\min}}{U_{2сз}} \geq 1{,}2, \qquad (4)$$

$$K_{чU2} = \frac{2341}{360} = 6{,}503 \geq 1{,}2.$$

10.3 ёт параметров защиты с на основе -11

Согласно [19], трансформатора в одного KAW1, KAW2, KAW3 с использованием с ДЗТ – 11 и с включением его со стороны . При этом , что при КЗ за ором обеспечивается чувствительности $K_ч > 1{,}5$.

1) токи на ВН и НН трансформатора, его мощности. По определяем токи в , исходя из сформации ТТ KI и $K_{сх}$.

В приложении О результатов та дифференциальной транс.

2) В основной принимается , вторичным током в . Поэтому сторону.

3) ток защиты по от броска при включении под напряжение [20]:

$$I_{сз} = K \cdot K_{ВЫГ} \cdot I_{нТ}, \qquad (10.3.1)$$

где K=1,3 – , при отстройки от броска тока;

$K_{ВЫГ}$=1 – , представляющий мощности к его мощности, по намагничивающего объемом , который мощности с;

$$I_{сз} = 1{,}3 \cdot 1 \cdot 125{,}511 = 163{,}164A.$$

4) Определяем рабочей НТТ для основной 110 (стороны с током в) и для других – 35 и 6 кВ, из значения защиты $I_{сз}$ = 163,164 (в с данными И.1), где $F_{ср}$ = 100 – магнитодви срабатывания .

таты в таблицу Н.2.

5) магнитодвижущих сил в .

$$\omega_{осн} \cdot I_{осн.в} \approx \omega_{35} \cdot I_{Iв}, \qquad \omega_{осн} \cdot I_{осн.в} \approx \omega_{6} \cdot I_{Iв},$$
$$17 \cdot 4{,}348 \approx 22 \cdot 3{,}378. \qquad 17 \cdot 4{,}348 \approx 19 \cdot 3{,}818. \qquad (10.3.2)$$
$$73{,}916 \approx 74{,}316. \qquad 73{,}916 \approx 72{,}542.$$

6) Определяем ток .

$$I_{нб} = \left(K_{апер} \cdot K_{ОДН} \cdot \varepsilon + (\Delta U_{*РПНα} \cdot K_{токα} + \Delta U_{\beta} \cdot K_{токβ}) + \left| \frac{\omega_{35\,расч} - \omega_{35}}{\omega_{35\,расч}} \right| \right) \cdot I^{(3)}_{к1\max C} \cdot 10^3, \qquad (10.3.3)$$

где $\Delta U_{*РПНα}$, ΔU_{β} – относительные , регулирова на сторонах . Значения [21];

$K_{ток\alpha}$, $K_{ток\beta}$ – коэффициенты . берем [21];

= 1 – коэффициент , переходный ;

$K_{ОДН}$ = 1 – однотипности;

ε = 0,1 – тока на;

$$I_{нб} = \left(1 \cdot 1 \cdot 0{,}1 + (0{,}16 \cdot 0{,}5 + 0{,}05 \cdot 0{,}5) + \left|\frac{21{,}8 - 22}{21{,}8}\right|\right) \cdot 3{,}385 \cdot 10^3 = 712{,}737 A.$$

7) необходимое тормозной НТТ :

$$\omega_{Трасч} = K_o \frac{I_{нб} \cdot \omega_{раб.35\,расч}}{I_{торм.} \cdot tg\alpha}, \qquad (10.3.4)$$

где $I_{нб}$ и $I_{торм}$ - первичный ток и тормозной ток ($I_{торм} = I^{(3)}_{к1\max C}$);

$\omega_{раб}$ – рабочей НТТ на стороне, к п тормозная ;

K_o = 1,5 – отстройки, учи реле;

tgα – наклона к оси , проведенной из к характеристике , соответствующей (для реле ДЗТ – 11 tgα = 0,75);

$$\omega_{Трасч} = 1{,}5 \frac{712{,}737 \cdot 21{,}8}{3{,}389 \cdot 10^3 \cdot 0.75} = 9{,}169.$$

В $\omega_т$ ближайшее по $\omega_{трасч}$ витков: $\omega_т$ = 11.

8) чувствительность при КЗ в защищаемой , торможение . КЗ между на стороне НН при работе в мини режиме :

$$K_ч = \frac{I^{(2)}_{к1\min B} \cdot 10^3}{I_{сз}} > 2, \qquad (10.3.5)$$

$$K_ч = \frac{0{,}693 \cdot 10^3}{163{,}164} = 4{,}245 > 2.$$

11 Расчёт

Многие , не находящиеся под м (электрических н, трансформаторов и т.п.) во аварии под , что вызывает электрическим персонала при к ним. безопасность о к таким защитное .

расчёт йства .

необходимое заземляющего . В данном заземляющее одновременно для 1000 В с и изолированной . [22] сопротивление $R_з$ для выше В с нейтралью $R_З \le 0,5$ Ом, а для 1000 В с $R_З \le \frac{250}{I_з}$, но не более 10 Ом. Из выбираем наи, то $R_З < 0,5$ Ом.

Определим искусственного $R_н$. Так как о естественных нет, то $R_н = R_з = 0,5$ Ом.

форму и , из которых групповой . В вертикальных прутки диной 5 м 14 мм. Эти наиболее к озии и долговечны. , их применение к металла. в грунт на 0,7 м с электрозаглубителей. В электродов сталь 4 40 мм. Во избежание при возможных укладываем её на . горизонтальных и осуществ .

Размеры 125 121.

Определим заземли:

$$P = 2 \cdot (125 - 4 + 121 - 4) = 476 м. \quad (11.1)$$

расстояния электродом $\frac{a}{l}$ 3.

Определим верти :

$$n = \frac{P}{a} = \frac{P}{l \cdot 3}, \quad (11.2)$$

$$n = \frac{476}{5 \cdot 3} = 31,7.$$

Из [23] коэффициент электродов К = 0,64.

расчётное грунта для и вертикальных с повышающих нтов $К_с$, высыхание и промерзание его . Рас удельное для вертикальных :

$$\rho_{расч.верт} = K_{с.в.} \cdot \rho_0, \quad (11.3)$$

где $K_{с.в}$=1,8 – сезонности для и клима 1 согласно [24];

ρ_o – сопротивление для , Ом·м.

$$\rho_{расч.верт} = 1,8 \cdot 100 = 180 \ Ом \cdot м.$$

сопротивление для электродов:

$$\rho_{расч.гор} = K_{с.в.} \cdot \rho_0, \quad (11.4)$$

где $K_{с.в}$=4,5 – для горизонтальных и зоны 1 [25].

$$\rho_{расч.гор} = 4{,}5 \cdot 100 = 450 \ Ом \cdot м.$$

сопротивление одного элек:

$$R_{о.в.э.} = \frac{\rho_{расч.верт}}{2\pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \right), \quad (11.5)$$

где *1*=5 – длина , м;

d=14·10^{-3} – , м;

t=3,2 – расстояние от до середины , м;

$$R_{о.в.э.} = \frac{180}{2\pi \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{14 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 3{,}2 + 5}{4 \cdot 3{,}2 - 5} \right) \right) = 40{,}03 \ \text{Ом}.$$

примерное электродов n, при коэффициенте ис электродов К

$$n_в = \frac{R_{верт}}{K_{и.верт} \cdot R_и}, \quad (11.6)$$

$$n_в = \frac{40{,}03}{0{,}64 \cdot 0{,}5} = 125{,}09.$$

Принимаем $n_в$ = 125.

растеканию го электрода:

$$R_{о.в.э.} = \frac{\rho_{расч.гор}}{K_{и.гор} 2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{d_э \cdot t}, \quad (11.7)$$

где *1* – горизонтального элек, м;

t=0,7 – заложения, м;

$d_э$ – электрода, м;

$d_э$=0,5·=0 м;

$K_{и.гор}$ = 0,33 – полосы в при уголков 100 и a/l = 3 согласно [26].

$$R_{о.в.э.} = \frac{450}{0{,}33 \cdot 2\pi \cdot 476} \cdot \ln \frac{2 \cdot 476^2}{0{,}02 \cdot 0{,}7} = 7{,}89 Ом.$$

вертикальных .

$$R_в = \frac{R_{о.в.э} \cdot R_и}{R_{о.в.э} - R_и}, \quad (11.8)$$

$$R_в = \frac{7{,}89 \cdot 0{,}5}{7{,}89 - 0{,}5} = 0{,}53 Ом.$$

нное электродов при исполь K = 0,65 при a/l = 3 согласно [27].

$$n_{в} = \frac{R_{верт}}{K_{и.верт} \cdot R_{и}}, \qquad (11.9)$$

$$n_{в} = \frac{40,03}{0,65 \cdot 0,5} = 123,1.$$

123 вертикальных .

В основу подстанции заложена надёжности и энергоснабжения . Для этой и с перспективы электрической оснащается оборудованием. Два суммарную 50 МВА. В закрытом на 6 кВ устанавливаются , на открытом 35 кВ так же устанавливаются . Для коммутации 110 кВ принципиально выключатели D1-145F1.

В выпускной так же рассматривался о устаревших с изоляцией на , надё из сшитого .

В проделанной определены электроснабжения. нагрузки определены по ента . В расчё по подстанции $S_{м}$ = 31,552 МВА.

Так же дифференциальная и защиты , устройство. В заметить, что электроснабжения правил электроустановок и .

СПИСОК

1 ГОСТ -09. ССБТ. . требования и защиты. - . 2010-01-01. - М.: С, 2010. - 32 с.

2 электроустановок. - М.: НЦ , - 104 с.

3 Правила . - М.: Альвис, - 102 с.

4 , Л. Д. Электрооборудование станций и / Л. Д. , Л. К. Карнеева, Т. В. . - 10-изд. - М.: Academia, - 448 с.

5 вопросы жности и энергосистем, и оборудования (-6). - М.: Энергия, - 364 с.

6 , П. А. Электротехника: учеб. / П. А. , О. В. , Ф. Н. Шакирзянов. - М.: , - 272 с.

7 ГОСТ -84. . Электрические частоты. напряженности и к контроля на . - Введ. -01-01. - М.:, 2009. - 7 с.

8 ГОСТ стандарт. . Совместимость электромагнитная. электрической в элек назначения. - . -01. - М.:Стандартинформ, . - 16 с.

9 ГОСТ .3-96. Электрооборудование на напряжения от 1 до 750 кВ. к прочности . - . 1999-01-01. - -во - 1998. - 54 с.

10 Р -2007. Короткие в . Методы та в переменного свыше 1 кВ. - . -06-30. - М.:Стандартинформ, . - 39 с.

11 , Э.А. Релейная и электроэнергетических : . / Э. А. Киреева, С. А. . - М.: , 2014. - 288 с.

12 по и производству в релейной и электростанций и СО - Введ. 30. - М.: Альвис, - 212 с.

13 , Э. Э. Энергосбережение в и анализ их : учеб. / Э. Э. . - Старый : ТНТ, - 316 с.

14 Климова, Г. Н. с и сети. : учеб. / Г. Н. Климова. - М.: , - 180 с.

15 Спиридонов, Н. Н. электрообор и подстанций / Н. Н. . - СПб.: , 2015. - 251 с.

16 , В. П. пособие по и электроснабжению / В. П. . - М.: -М, 2014. - 136 с.

17 , А. В. электротехника / А. В. . - М.: ДМК , 2014. - 700 с.

18 , С. А. ика, электроника и : . / С. А. Миленина, Н. К. . - М.: , 2015. - 400 с.

19 , Б. Н. часть и под. Справочные для о и дипло / Б. Н. Неклепаев, И. П. . - СПб: Б, 2013. - 608 с.

20 , Ю. Д. промышленных и : учеб. / Ю. Д. , М. Ю. Сибикин, В. А. . - 3-е изд. - М.: , 2015. - 368 с.

21 , В. П. т и проектирование ОУ и промышленных : . пособие / В. П. . - М.: , 2015. - 352 с.

22 , Ю.А. и автоматизация в хозяйстве . но-регулируемый : . пособие / Ю. А. , А.С. . Медведев. - СПб: , - 176 с.

23 Методические по электрических , устройств и . МУ 0632-2006. - М.: , - 84 с.

24 Ушаков, В. Я. си и сети: . / В. Я. Ушаков. - М.: , - 448 с.

25 Электротехнические и : учеб. / В. Н. [и др.]; под ред. В.А. . - М.: Academia, - 280 с.

26 , Ю. Д. Электрические : . пособие / Ю. Д. . - М.: , 2011. - 416 с.

27 в промышленности: . / А. М. Афонин [и др.]. - 2-е изд. - М.: , - 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
()

электрических

Таблица А.1 – нагрузок

цеха	Р $P_н$ ()	c $\cos\varphi$	К K_C	t $g\varphi$	Р $P_Р$ ()	$Q_Р$ (квар)	S $S_Р$ (кВА)	Δ ΔР	Δ ΔQ
(35 кВ)	8 8465	0 0,9	0 0,75	0 0,48	6 6348		7 7042	1 1706	5 5587
КНС 1-1 (6 кВ)	2 2448	0 0,95	0 0,75	0 0,33	1 1836		1	1 129,5	4
ДНС 1-1 (6 кВ)	2 2416	0 0,9	0 0,7	0 0,48	1	811,847	1	1	4 404,4
1б (6 кВ)	1 1885	0 0,9	0 0,8	0 0,48	1	723,702	1	9	3 323,1
Ф № 20 (6 кВ)	1 1826	0 0,85	0 0,8	0 0,62	1		1 1718	1	4
Ф № 18 (6 кВ)	2 2008	0 0,85	0 0,85	0 0,62	1 1707		2	1 139,6	5
(35 кВ)	8 8465	0 0,9	0 0,75	0 0,48	6 6348		7 7042	1	5 5587
КНС 1-2 (6 кВ)	2 2448	0 0,95	0 0,75	0 0,33	1		1 1934	1	4 429,1
ДНС 1-2 (6 кВ)	2 2416	0 0,9	0 0,7	0 0,48	1	811,847	1	1	4 404,4
1в (6 кВ)	1	0 0,9	0 0,8	0 0,48	1 1508		1	9 97,09	3
Ф № 8	1 1826	0 0,85	0 0,8	0 0,62	1	905,488	1	1	3 340,6
Ф № 4	2 2008	0 0,85	0 0,85	0 0,62	1		2 2008	1 139,6	4
1 СН (0,4 кВ)	2 266	0 0,8	0 0,7	0 0,75	1 186,2	139,671	2 232,8	2 2,813	1 14,5
2 СН (0,4 кВ)	2 266	0 0,8	0 0,7	0 0,75	1 186,2		2 232,8	2 2,813	1 14,5
Итог (35 кВ)	- –	- –	– –	– –	1 1		1 14084	3 3411	1 11174
(6 кВ)	- –	– –	– –	– –	1 1	8210,62	1 1	1 1181	3
Итог (0,4 кВ)	- –	–	–	–	3 372,5		4 465,6	5 5,625	2 28,99

Б
(обязательное)

график ки подстанции

Б.1 – график

t, часы	S, %	$S_{ЛЕТО}$, %	t, часы	S, %	S, %

0	90,00		12		91,00
1			13	93,00	
2		88,00	14		
3	89,00		15		91,00
4			16	93,00	
5		85,00	17		
6	90,00		18		94,00
7			19	98,00	
8		93,00	20		
9	100,00		21		94,00
10			22	95,00	
11		91,00	23		

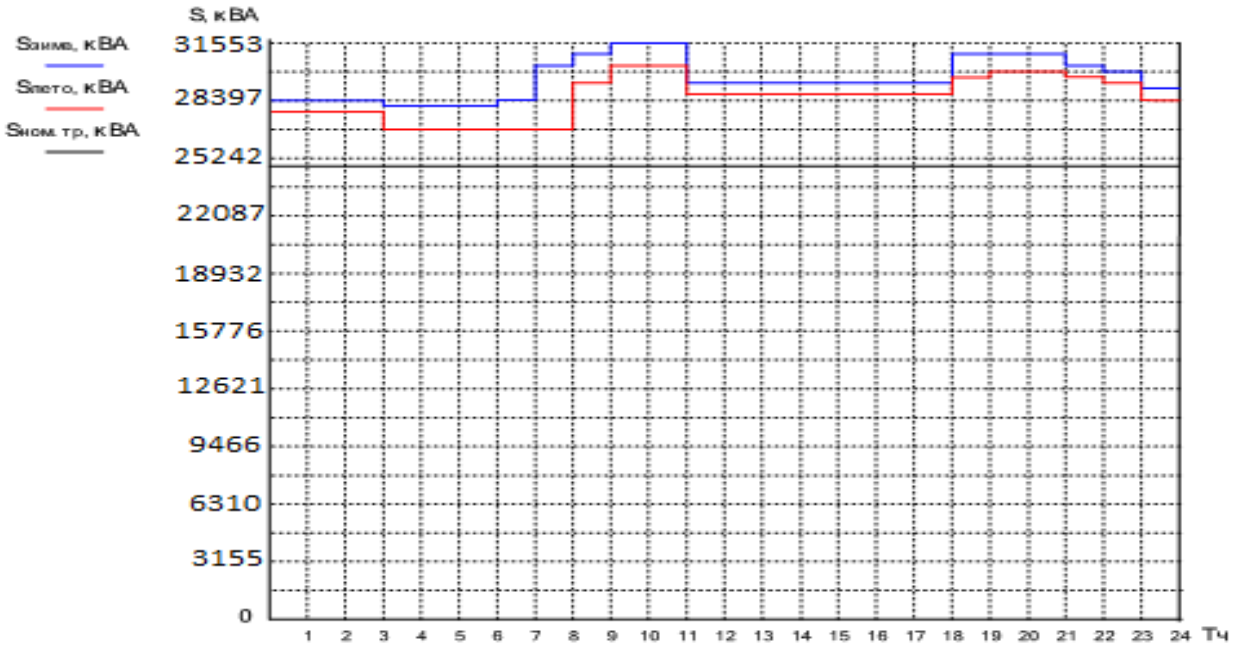


Рисунок Б.1 – нагрузки

B
()

Суточный и гра нагрузок



B.1 – график нагрузки

B.2 – график нагрузки

Г
()

Результаты и сечения ка

Таблица Г.1 – тов и выбранные ка линий

	$S_м$	$I_р$		$F_э$	$F_с$	K_2	$I_{таб}$	$I_{доп}$		и количество кабеля
		н.р.	ПАР					н.р.	ПАР	
1	3865,94			150,00	50	1,3	225	675	877	3 – 10 – 1120/16
ДНС1			361,67		50	1,3	225	675	877	3 – 10 – 1х120/16
1		156,00			50	1,3	225	675	877	3хАПвП – 10 – 1120/16
Ф	3436,39			133,33	50	1,3	225	675	877	3 – 10 – 1120/16
Ф №18(4)			386,47		50	1,3	225	675	877	3 – 10 – 1х120/16
1,2		22,40			16	1,3	60	60	78	АВВГ - 6 - 316

Д
(обязательное)

и схема для токов за

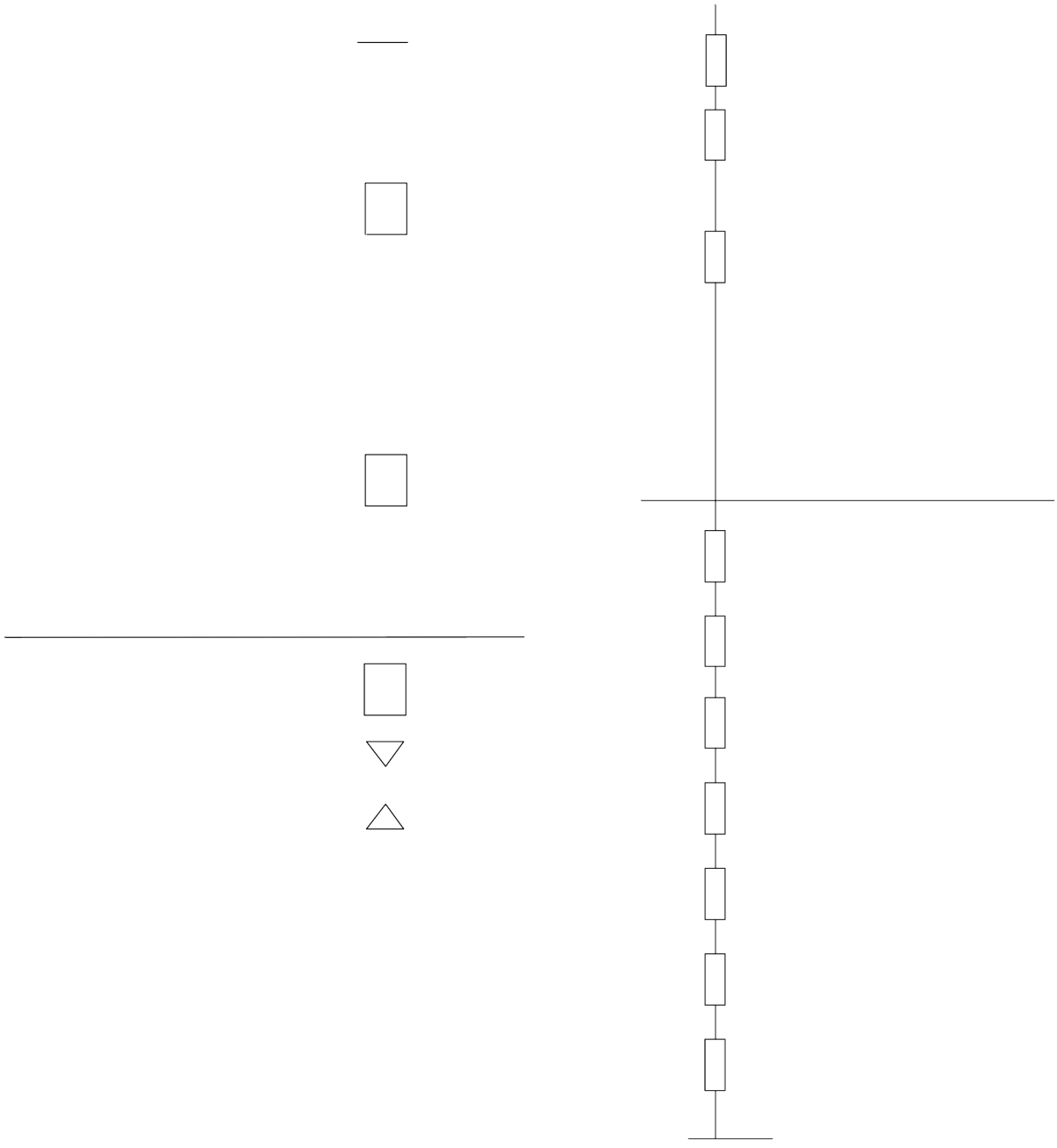
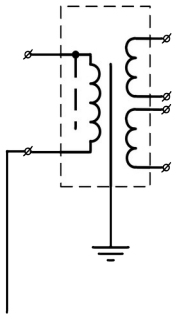


Рисунок Д.1 – и схема
для токов за

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
()

соединения 3.06 – 6



Е.1 – Схема 3 .06 – 6

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
()

подключения

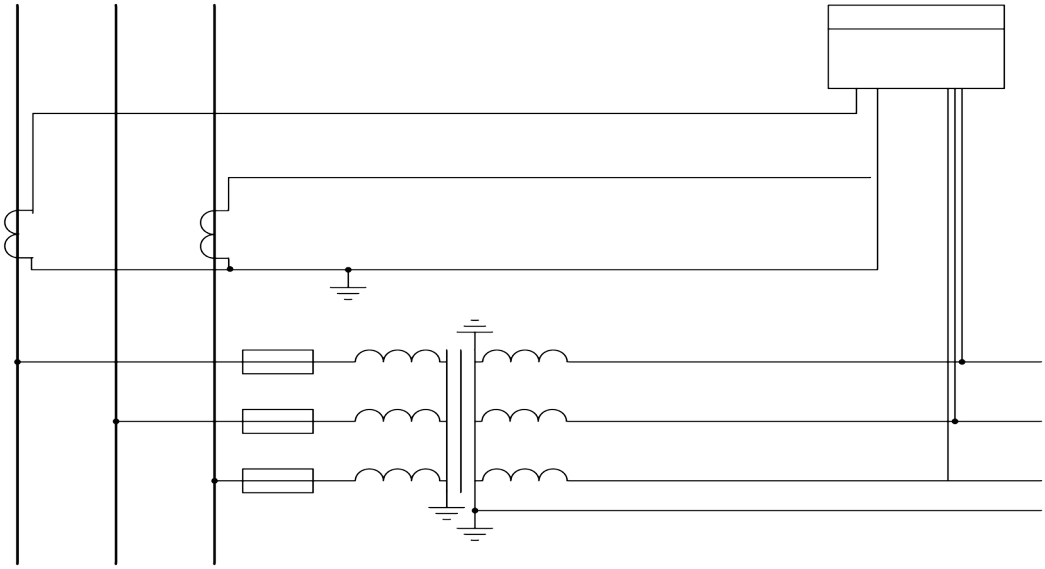


Рисунок Ж.1 – под измерительных

И
(обязательное)

трансформатора . уставок

И.1 – Дифференциальная БМРЗ-ТД

: - для двух , трансформаторов с п обмоткой - - характеристика к - высокая при КЗ и насыщении - нет необходимости в т.к применяются коэф групп и ТТ - по второй при тока .

:	
g – уставка по	$I_{ном}$ шаг 0,05 $I_{ном}$
Максимальное (трансформатор под) - для $I_d>2\cdot I_{ном}$ - для $I_d\leq 2\cdot I_{ном}$	 ≤ 30 мс ≤ 60 мс
уставки	± 4% $I_{ном}$
возврата	

И.2 – Расчёт

Наименование		определения	
ток обмоток	$I_{ном}$	$\frac{S_{ïì}}{\sqrt{3}\cdot U}=\frac{40000}{\sqrt{3}\cdot 115}$	=200,817 А =3665,716 А(6,3кВ)
	g	0,3 $I_{ном}$	60,245 А
уставка		0,75	150,613 А
ток	I-Inst	6 $I_{ном}$	А
определения		по	5 сек
Коэффициент итуд	a_1 a_2	$\frac{TT}{Iн}$	a1= 400/200,817=1,992 2=4000/3665,716=1,091
чувствитель	$K_ч$	$\frac{0,865\cdot Iк.з}{g}=\frac{0,865\cdot 66}{60,245}$	9,51

К
(обязательное)

защита ()

К.1 – Быстродействующая (отсечка)

: - действие ( ) - одно- или - оценка и, следовательно, и независимость от в диапазоне $f_{ном}$ - Оценка	
Уставки:	
Ток	$I_{ном}$ с 0,1 $I_{ном}$
Выдержка	0...60 с с 0,01 с
Точность (при $f_{ном}$)	$\pm$ 5 %
возврата	(макс.) (при мин.)
. время без времени ($f_{ном}$)	$\leq$ 30 мс (. действие) $\leq$ 60 мс (.)

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
()

токовая с характеристикой

Таблица Л.1 – защита с икой выдержки

- или трехфазное с максимального . Устойчивая при дных процессах	
выдержки (Британскому 142 с диапазоном) сильно-инверсная с большим	$t = k_1 / ((I/I_B)^C – 1)$ c = 0,02 c = 1 c = 2 c = 1
или RXIDG	$t = 5,8 – 1,35 \times In (_B)$
Уставки:	
фаз	1 или 3
ток I_B	0,04...2,5 $I_{ном}$ с 0,01 $I_{ном}$
Ток $I_{пуск}$	1...4 $I_{ном}$ с 0,01 I_B
уставка по t_{min}	с с шагом 0,1 с
времени со Британскому 142 RXIDG	 E 5.0 $\pm$4% (1-I/80 I_R)
	95%

ПРИЛОЖЕНИЕ М
()

защита с времени

М.1 – защита с времени( )

: - максимальное/минимальное (тока) - - или измерение с и соответственно тока. - торможение по при бросках Кроме , использоваться как на землю с о с дополнительным обеспечением (и VDR параллельно).	
:	
Ток	0,02...20 $I_{ном}$ с 0,1 $I_{ном}$
времени	с с 0,01 с
Точность $f_{ном}$	$\pm$ 5 %
Коэффициент При действии При	 > 94 % (при .) < 106 % (при мин.)
срабатывания без	60 мс

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

()

замещения СЭС

Н.1 – С замещения для короткого за

П О
(обязательное)

ёт дифференциальной транс

ица О.1 – Расчёт токовой сформатора

ины	Обозначение и опре	Числовые для		
		110кВ	35	6кВ
ток на сторонах е трансформатора, ющий его мощности, А	$I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_{ср}}$	$\frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 125{,}511 A$	$\frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 390{,}102 A$	$\frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 6.3} = 2291 A$
ТТ ($K_{сх}$)	–	$\Delta(\sqrt{3})$	$\Delta(\sqrt{3})$	Y(1)
Коэффициент тока	$K_I = \frac{K_{сх} \cdot I_н}{5}$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 125{,}511}{5} = \frac{217}{5}\left(\frac{250}{5}\right)$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 390{,}102}{5} = \frac{675}{5}\left(\frac{1000}{5}\right)$	$\frac{1 \cdot 2291}{5} = \frac{2291}{5}\left(\frac{3000}{5}\right)$
Вторичный ток в , соответствующий защищаемого а, А	$I_{н2} = \frac{K_{сх} \cdot I_н}{K_I}$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 125{,}511}{250/5} = 4.348$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 390{,}102}{1000/5} = 3{,}378$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 2291}{3000/5} = 3{,}818$

Таблица О.2 – ёт дифференциальной транс

величины	и определения	ение
Ток срабатывания на стороне, А	$I_{ср.осн} = \frac{I_{сз} \cdot K_{сх.осн}}{K_{Iосн}}$	$\frac{163{,}164 \cdot \sqrt{3}}{250/5} = 5{,}652 A$
обмотки НТТ для стороны:	$\omega_{осн.расч} = \frac{F_{ср}}{I_{ср.осн}}$ $\omega_{осн}$	$\frac{100}{5{,}652} = 17{,}69$ 17
рабочей НТТ для стороны 35 :	$\omega_{35\,расч} = \omega_{осн} \cdot \frac{I_{н2осн}}{I_{ср.35}}$ ω_{35}	$17 \cdot \frac{4{,}348}{3{,}378} = 21{,}8$ 22
витков НТТ реле для оны 6кВ:	$\omega_{6\,расч} = \omega_{осн} \cdot \frac{I_{н2осн}}{I_{ср.6}}$ ω_6	$17 \cdot \frac{4{,}348}{3{,}818} = 19{,}3$ 19