

## Метаданные

Название

**Расчет понизительной подстанции**

Автор

Научный руководитель






**Рустам Искаков**
**АЛЕКСАНДРА ВИЧКУТКИНА ПАВЛОВНА**

Подразделение

**Политехнический институт**

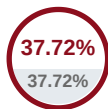
## Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

Замена букв		43
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		61

## Объем найденных подобиий

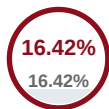
Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

**25**

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

**2863**

Количество слов



КЦ

**19156**

Количество символов

## Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

### 10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<b>РАСЧЕТ ПОНИЗИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ</b> Алишер Батыргалиев <b>5/13/2021</b> West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	183	6.39 %
2	<b>РАСЧЕТ ПОНИЗИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ</b> Алишер Батыргалиев <b>5/13/2021</b> West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	103	3.60 %

3	<b>РАСЧЕТ Понижительной подстанции в системах электроснабжения</b> Алишер Батыргалиев 5/13/2021 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	48	1.68 %
4	<b>РАСЧЕТ Понижительной подстанции в системах электроснабжения</b> Алишер Батыргалиев 5/13/2021 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	33	1.15 %
5	<a href="https://studopedia.ru/11_196697_rpz--raschet-molniezashchiti.html">https://studopedia.ru/11_196697_rpz--raschet-molniezashchiti.html</a>	27	0.94 %
6	<b>РАСЧЕТ Понижительной подстанции в системах электроснабжения</b> Алишер Батыргалиев 5/13/2021 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	26	0.91 %
7	<a href="https://revolution.allbest.ru/physics/00517892_0.html">https://revolution.allbest.ru/physics/00517892_0.html</a>	25	0.87 %
8	<b>РАСЧЕТ Понижительной подстанции в системах электроснабжения</b> Алишер Батыргалиев 5/13/2021 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	25	0.87 %
9	<b>РАСЧЕТ Понижительной подстанции в системах электроснабжения</b> Алишер Батыргалиев 5/13/2021 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	24	0.84 %
10	<b>РАСЧЕТ Понижительной подстанции в системах электроснабжения</b> Алишер Батыргалиев 5/13/2021 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	23	0.80 %

#### из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

#### из домашней базы данных (29.83 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<b>РАСЧЕТ Понижительной подстанции в системах электроснабжения</b> Алишер Батыргалиев 5/13/2021 West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan (Политехнический институт)	854 (44)	29.83 %

#### из программы обмена базами данных (1.43 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<b>Проектирование систем электроснабжения военного городка. Электроснабжение жилого дома</b> Абдакаева А.А. 14-ЭЛ-1 5/11/2018 D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПМУП)	34 (3)	1.19 %
2	<b>Проект системы электроснабжения завода электронной аппаратуры</b> Кенжебаев А. Е. 5/5/2020 Ekibastuz Engineering and Technical Institute named after academician K. Satpayev (Ekibastuz Engineering and Technical Institute named after academician K. Satpayev)	7 (1)	0.24 %

## из интернета (6.46 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	<a href="https://studopedia.ru/11_196697_rpz--raschet-molniezashchiti.html">https://studopedia.ru/11_196697_rpz--raschet-molniezashchiti.html</a>	50 (3)	1.75 %
2	<a href="https://cyberpedia.su/5x9f8b.html">https://cyberpedia.su/5x9f8b.html</a>	41 (3)	1.43 %
3	<a href="https://revolution.allbest.ru/physics/00517892_0.html">https://revolution.allbest.ru/physics/00517892_0.html</a>	41 (2)	1.43 %
4	<a href="https://cyberpedia.su/5x9f97.html">https://cyberpedia.su/5x9f97.html</a>	21 (3)	0.73 %
5	<a href="https://knowledge.allbest.ru/physics/2c0b65635b3ac69b4d53a88521206d27_0.html">https://knowledge.allbest.ru/physics/2c0b65635b3ac69b4d53a88521206d27_0.html</a>	20 (2)	0.70 %
6	<a href="https://cyberpedia.su/5x9f8f.html">https://cyberpedia.su/5x9f8f.html</a>	12 (2)	0.42 %

## Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---

Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана Высшая школа «Электротехники и автоматике»

Курсовая работа

по дисциплине: «Электрические станции и подстанции»

по специальности 5 В 071800 «Электроэнергетика» Вариант No 4

Выполнил: ст.гр. ЭЭ-32 Исакаев Р.А.

Проверила: доцент Вичкуткина А.П. Уральск 2021

Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
1. <b>Обработка графиков нагрузки. Исходные данные.</b>	<b>4</b>
2. Суточные графики нагрузок подстанции	7
3. Выбор типа, числа, мощности трансформаторов	11
4. Расчет токов короткого замыкания	13
5. Расчет ударных токов	23
6. Выбор шин и изоляторов	24
7. Выбор высоковольтных выключателей	29
8. Выбор разъединителей. <b>Выбор и проверка шинного моста</b>	<b>32</b>
<b>9. Выбор и проверка сборных шин</b>	<b>36</b>
10. <b>Выбор и проверка отходящих линий</b>	<b>37</b>
<b>11. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока</b>	<b>38</b>
<b>12. Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения</b>	<b>41</b>
<b>13. Выбор трансформаторов собственных нужд</b>	<b>43</b>
14. <b>Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения</b>	<b>43</b>
15. <b>Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения</b>	<b>49</b>
Заключение	53
Список использованной литературы	54

Узловая подстанция - это подстанция, к которой присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок.

В данном курсовом проекте необходимо реализовать задачу расчета и проектирования электрической части подстанции с напряжениями 220/35/10 кВ.

1. Обработка графиков нагрузки  
Исходные данные

Рисунок 1. Расчетная схема электроснабжения

Таблица 1. Технические данные элементов схемы электроснабжения

№ п/п Элементы схемы Буквенное обозначение на схеме Тип, марка Техническая характеристика элемента

11	Генераторы G1, G2, G3, G4	ВГС 710/180-30 ТС4	SH = 94 МВА X"d=0,2			
2	Автотрансформатор T3, T4 АТДЦТН-200000/220/110		SH = 200 МВА	УКВ-С = 11 %	УКВ-Н = 32 %	УКВ-Н = 20 %

3	Трансформатор	T9, T10	АТДЦТН-63000/220/110 SH = 63 МВА	УКВ-С = 11 %	УКВ-Н = 35 %	УКС-Н = 22 %
4	Воздушная линия	W2	-	L2= 190 км		
5	Воздушная линия	W4	-	L4=85 км		
6	Воздушная линия	W5	-	L5=50 км		
7	Воздушная линия	W7	-	L7=55 км		
8	Воздушная линия	W8	-	L8=45 км		
9	Система С	-	$S_{кз} = 2000$ МВА	U=220 кВ		
10	Нагрузка Н1	-	SH1 = 45 МВА			
11	Нагрузка Н2	-	SH2 = 30 МВА			

Таблица 2. Исходные данные для проектируемой подстанции

No п/п	Максимальная нагрузка Pmax при $\cos\phi = 0,8$ , Мвт				Число отходящих линий	Нагрузка потребителей по категориям, %
	10 кВ	35 кВ	I	II III		
1	50	10	8	50 30 20		

Таблица 3. **Графики нагрузок в процентах от максимальной активной нагрузки** **Время суток, часы** **Активная нагрузка %** **Потребители, подключенные к РУНН** **Потребители, подключенные к РУСН**

	Зима	Лето	Зима	Лето
<b>0-6 40 30 70 60 6-12 100 70 100 80 12-18 90 80 80 70 18-24 70 40 90 50</b>				

Фактический график нагрузки можно получить с помощью самопишущих приборов, которые фиксируют изменения соответствующего параметра в реальном времени, или путем записи показаний измерительных приборов (амперметров, ваттметров, варметров) с периодичностью 1...2 часа.

По таблице 3 строим суточные графики нагрузок для НН и СН.

Зимний суточный график нагрузки для НН:

$$= \cdot \quad (2.1)$$

Рисунок 2.1 Зимний график нагрузки потребителей (185 дней)

Рисунок 2.2 Летний график нагрузки потребителей (180 дней)

Суточный расход электроэнергии  $W_c$ , МВт·ч:

Среднесуточная нагрузка  $P_{срс}$ , МВт:

Коэффициент заполнения графика  $K_{зг}$ :

Годовое потребление электроэнергии  $W_g$ , МВт·ч:

**Продолжительность использования максимальной нагрузки, Tmax, час:**

**Продолжительность ступеней годового графика нагрузки (рисунок 2.2), построенного по суточному графику:**

$$= 6 \cdot 185 = 1110 \text{ ч} - 100\%$$

$$= 6 \cdot 185 = 1110 \text{ ч} - 90\%$$

$$= 6 \cdot 180 = 1080 \text{ ч} - 80\%$$

$$= +(6 \cdot 180) = 2190 \text{ ч} - 70\%$$

$$= +(6 \cdot 180) = 2190 \text{ ч} - 40\%$$

$$= 6 \cdot 180 = 1080 \text{ ч} - 30\%$$

$$\text{Итого: } 1110 \cdot 2 + 1080 \cdot 2 + 2190 \cdot 2 = 8760 \text{ ч}$$

Рисунок 2.3 Годовой график нагрузки потребителей

3 Выбор типа, числа и мощности трансформаторов

Выбор трансформаторов, установленных на ПС, включает в себя определение числа, типа и номинальной мощности трансформаторов. Если в числе потребителей, питающихся от шин ПС, имеются потребители 1-й и 2-й категории, то на ПС, по условиям надежности, устанавливаются, как правило, два трансформатора.

Мощность каждого трансформатора выбирается так, чтобы при отключении одного трансформатора, оставшиеся в работе обеспечивали с допустимой перегрузкой питание нагрузки ПС.

Определяем мощность трансформаторов на подстанции:

где, - **максимальная нагрузка подстанции с учетом компенсирующих устройств;**

**где,** -максимальная реактивная мощность ПС, - мощность компенсирующих устройств;

где, - реактивная мощность, которая может быть выдана энергосистемой в сеть;

где,  $tg = 0,3$  для сети 220-230 кВ;

Принимаем  $= 40$  МВА;

С учетом рассчитанной мощности выбираем два трансформатора Т22,Т23

Модель , МВ\*А Напряжения КЗ, % Номинальные напряжения, кВ

УКВ-С УКВ-Н УКС-Н ВН СН НН

ТДЦ-80000/110 80 - 11 6,5 115 38,5 11

Проверка соответствия трансформаторов условиям эксплуатации по перегрузочной способности

Выбрав номинальную мощность трансформатора, следует произвести проверку его перегрузочной способности для случая отключения одного из работающих трансформаторов, с учетом резервного питания потребителей.

С учетом графиков нагрузки трансформаторов, нет необходимости производить проверку, так как трансформатор не будет перегружен.

3. Расчет токов короткого замыкания.

Рис. 2.3 схема замещения (А)

3.1 Расчет токов к.з.

Тип генератора: ВГС 710/180-30ТС4

Г1,Г2,Г3,Г4:

E"d= 1,18 о.е

Система:

Трансформатор: Т3,Т4 АДЦЦТН - 20000/ 220/110  $U_{КВ} = 0,5(U_{КВ-С} + U_{КВ-Н} - U_{КС-Н}) = 0,5(32+11-20) = 11,5\%$ ;

$U_{КС} = 0,5(U_{КВ-С} + U_{КС-Н} - U_{КВ-Н}) = 0,5(11+ 20-32) = -0,5\%$ ;

$U_{КН} = 0,5(U_{КВ-Н} + U_{КС-Н} - U_{КВ-С}) = 0,5( 32+20- 11) = 20,5\%$ ;

$G_x = U_k/100\% * S / S_H$

$X_B = 11,5\% / 100\% * 100 / 1200 = 0,057$

$X_C = -0,5\% / 100\% * 100 / 200 = -0,0025$

$X_H = 20,5\% / 100\% * 100 / 200 = 0,1025$

Трансформатор: Т9,Т10 ФТДЦТН - 63000/220/110.

$U_{КВ} = 0,5(U_{КВ-С} + U_{КВ-Н} - U_{КС-Н}) = 0,5( 32+ 11-22) = 12\%$ ;  $U_{КС} = 0,5(U_{КВ-С} + U_{КС-Н} - U_{КВ-Н}) = 0,5(11+22-35) = -1\%$ ;  $U_{КН} = 0,5(U_{КВ-Н} + U_{КС-Н} - U_{КВ-С}) = 0,5(35+22-11) = 23\%$ ;

$X_B = 12/100 * 100/63 = 0,19$

$X_C = -1/100 * 100/63 = -0,016$

$X_H = 23/100 * 100/63 = 0,365$

Т17,Т18:

Линии электропередач:

W2: = 0,4 \* 190 \* 100/ = 0,157 о.е

W4 : = 0,4 \* 85 \* 100/ = 0,07 о.е

W5 : = 0,4 \* 50 \* 100/ = 0,04 о.е

W7 : = 0,4 \* 55 \* 100/ = 0,16 о.е

W8 : = 0,4 \* 45 \* 100/ = 0,14 о.е

Нагрузка:

= (0,35 \* 100) / 45 = 0,77

= (0,35 \* 100) / 30 = 1,16

= 0,85

Рис. 2.3 схема замещения (Б)

Преобразуем схему замещения:

$E_r = E_{r1} = E_{r2} = E_{r3} = E_{r4} = 1,18$

Преобразуем Y (10,7,5);(11,8,6) в :

Рисунок 2.4. Преобразование звезды в треугольник (А)

Преобразуем  $\Delta$  (" , " , ") в Y :

Рисунок 2.5. Преобразование звезды в треугольник (А)

Рис 2.3 (В) схема замещения.

" = " + " = 0,018 + 0,1065 = 0,1245

" = " + " = 0,002 + 0,77 = 0,772

Есис = 1

Преобразуем  $Y(19,22,23)$ ,  $(20,21,24)$  в  $\Delta$  :

Рисунок 2.5. Преобразование звезды в треугольник (А-1)

$$\begin{aligned}I' &= I' (+) + (0,19 + 0,365) + = -3,78 \\I'' &= I' (+) + (0,19 - 0,016) + = 0,166 \\I''' &= I' (+) + (0,365 - 0,016) + = 0,318 \\I'' &= I'' = -1,89 \\I''' &= I''' = 0,083 \\I''' &= I''' = 0,159\end{aligned}$$

Преобразуем  $\Delta(22,19,23)$  в  $Y$  :

Рисунок 2.6. Преобразование треугольника в звезду (А-1)

$$\begin{aligned}I'' &= I'' = 0,095 \\I'' &= I'' = -0,008 \\I'' &= I'' = 0,182 \\I'' &= I'' + I'' = 0,063 + 0,095 = 0,158 \\I'' &= I'' = 0,08 \\I'' &= I'' = 1,009 \\I'' &= I'' + I'' = 0,08 - 0,008 = 0,072\end{aligned}$$

Рис 2.3 Схема замещения (Г)

$$\begin{aligned}I'' &= I'' + I'' = 0,14 + 0,14 = 0,28 \\I'' &= I'' + I'' = 0,14 + 0,1375 + 0,14 = 0,4175\end{aligned}$$

Преобразуем  $\Delta(, , )$  в  $Y$  :

Рис 2.7 Преобразование треугольника в звезду (А-1)

$$\begin{aligned}I'' &= I'' = 0,14 \\I'' &= I'' = 0,0687 \\I'' &= I'' = 0,0461\end{aligned}$$

Рисунок 2.3. Схема замещения (Д)

$$\begin{aligned}I'' &= I'' + I'' = 0,16 + 0,14 = 0,3 \\I'' &= I'' + I'' = 0,16 + 0,0461 = 0,2061 \\I'' &= I'' = 0,1221 \\I'' &= I'' + I'' = 0,072 + 0,1221 = 0,1941\end{aligned}$$

Рисунок 2.3. Схема замещения (Е)

$$I'' + I'' = 0,1221 + 0,0687 = 0,1908$$

Рисунок 2.9. Схема замещения (2-А)

**Для проверки аппаратов на динамическую устойчивость определяют ударный ток короткого замыкания  $I_{уд}$ , который действует через 0,01 секунды после начала короткого замыкания:**

Определяем ударный ток в точке короткого замыкания КЗ1:

Определяем ударный ток в точке короткого замыкания КЗ2:

**Сводная таблица расчета токов короткого замыкания**

Точка  
КЗ1 2,6 6,63  
КЗ2 6,6 17,26

Для обеспечения возможности **применения более дешевого электрооборудования** в электрических установках **применяют искусственные меры ограничения токов короткого замыкания.**

В связи с нахождением текущих расчетных значений ударных токов и токов короткого замыкания в диапазоне допустимых величин, оборудование для ограничения устанавливать не требуется.

## 6. Выбор шин

**1. Сечение  $F$ , мм<sup>2</sup> питающей линии выбирается по экономической плотности тока:**

Рабочий ток определяется: = (5.2)

**Полученное сечение округляется до ближайшего стандартного значения:**

**2. Выбранное сечение необходимо проверить по нагреву в аварийном режиме, когда одна из цепей отключена: Длительный допустимый ток выбирается по справочнику: для сечения 150 мм<sup>2</sup> Аварийный ток приближенно определяется по формуле: Условие соблюдается 3. Дополнительно проверяем на коронирование, поскольку на подстанции расстояние между проводами значительно меньше, чем на линии.  $m$  - коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности провода (для много-проволочных проводов  $m = 0.82$ );  $r_0$  - радиус провода, см.  $D_{ср}$  - среднее геометрическое расстояние между проводами фаз, при горизонтальном расположении фаз  $D_{ср} = 1.26 D$ ;  $D$  - расстояние между соседними фазами, ( $D = 300$  см).**

$$\frac{I_{р} \cdot L}{S} < 0,9 \quad (5.7)$$

**4. Проверку проходит в качестве расчетного тока при этом принимают ток при двухфазном коротком замыкании:**

$$I_{р} = I_{кз} \quad (5.8)$$

6. Выбор изоляторов.

Выбор опорных изоляторов.

Алюминиевые шины 50x5

H = 50мм

B = 5мм

Выбор осуществляется:

1. по номинальному напряжению:

2. по допустимой нагрузке:

Поправочный коэффициент на высоту шин:

Допустимая нагрузка на головку изолятора:

Условие выполняется.

Выбор проходных изоляторов.

Алюминиевые шины 80x6 мм

Изолятор ИП-10/5000-4250

Выбор осуществляется:

1. по напряжению:

2. по номинальному току:

3. по допустимой нагрузке:

Условия соблюдаются

Выбор подвесных изоляторов.

Кол-во изоляторов в гирлянде : 7

Изолятор подвесной стеклянный

Напряжение, кВ:

Выдерживаемое под дождем: 48 кВ

Электромеханическая разрушающая нагрузка - 120 кН

Механическая испытательная одноминутная нагрузка - 60 кН

Длина пути утечки: 190 мм

Масса: 5,7 кг

7. Выбор и проверка высоковольтного выключателя.

110 кВ - воздушные, элегазовые

10 кВ - вакуумные

Выключатель : ВВЭ-10-31,5/1000 УЗ

Критерии по подбору:

1. по напряжению:

2. по длительному току:

Условия соблюдаются

3. по электродинамической стойкости:

4. по термостойкости:

Тепловой импульс тока короткого замыкания по расчету:

Условия соблюдаются

Для высокой стороны 110 кВ

Выключатель ВВБК-110Б-50/3150

1. по напряжению:

2. по длительному току:

3. по электродинамической стойкости:

4. по термостойкости:

Тепловой импульс тока короткого замыкания по расчету:

Условия соблюдаются

8. Выбор разъединителей.

Сторона 10 кВ

Так как для низкой стороны был выбран **выключатель с электромагнитным приводом и с выкатной тележкой**, разъединитель не требуется.

Сторона **110 кВ**

Проверим разъединитель РНД-110/1000/У1

1. по напряжению:

2. по длительному току:

3. по электродинамической стойкости:

4. по термостойкости: Тепловой импульс тока короткого замыкания по расчету:

13,9 ≤ 3969 · с Условия соблюдаются

Сводная таблица расчетных данных

Низкая сторона, 10 кВ

**Условия выбора Расчетные данные сети Каталожные данные Выключатели Разъединители**

<u>10 кВ</u>	<u>10 кВ</u>	-
971,1 А	1000 А	-
6,5977 кА	31,5 кА	-
17,26 кА	31,5 кА	-
6,5977 кА	31,5 кА	-
89,671	2976,75	-

сторона, 110 кВ

**Условия выбора Расчетные данные сети Каталожные данные  
Выключатели Разъединители**

<u>110 кВ</u>	<u>110 кВ</u>	<u>110 кВ</u>
<u>209,95 А</u>	<u>3150 А</u>	<u>1000 А</u>
<u>2,605 кА</u>	<u>50 кА</u>	-
<u>6,63 кА</u>	<u>128 кА</u>	<u>80 кА</u>
2,605 кА	50 кА	-
13,9	9408	3969

**Выбор и проверка шинного моста.**

**Шинный мост - это соединение трансформатора с распределительным устройством низкого напряжения (РУ НН). В качестве шинного моста могут использоваться как гибкие, так и жесткие шины, а также комплектные токопроводы.**

Алюминиевые шины 50x5 мм

**При механическом расчете однополюсных шин наибольшая сила  $(E)$ ,  $(H)$  действующая на шину средней фазы (при расположении шин в одной плоскости), определяется при трехфазном коротком замыкании по формуле:**

Проверка на изгибающий момент и допустимое механическое напряжение:

Шины расположим плашмя, тогда момент сопротивления вычислим:

**Напряжение в материале шин, МПа, возникающее при воздействии изгибающего момента:**



### Допустимое механическое напряжение в материале шины:

Дальнейшая проверка не обязательна, так как все необходимые условия были соблюдены, шины и изоляторы подобраны под допустимый ток с запасом.

Выбор и проверка распределительного устройства на напряжение 10 кВ

Выберем КРУ 6-10 внутренней установки. К<sup>XXVII</sup>

Проверим:

1. по напряжению:
2. по длительному току:
3. по электродинамической стойкости:
4. по термостойкости:

Условия соблюдаются

КРУ К<sup>XXVII</sup> имеет встроенный пружинный и электромагнитный приводы.

9. **Выбор и проверка сборных шин. В установках напряжением до 35 кВ включительно применяют сборные шины прямоугольного сечения, который более экономичны, нежели круглые шины сплошного сечения.**

**Шины выбирают по допустимому току нагрузки:**

Алюминиевые шины 80x6 мм

Максимальный длительный ток нагрузки той цепи, для которой предназначена шина:

Допустимый ток нагрузки шины:

$$1625 \leq 1600 \text{ A}$$

Условие соблюдается

10. **Выбор и проверка отходящих линий.**

Выбор и проверка кабельных линий.

АСБ - 3x240 три шины, 240мм медный провод, бумажная изоляция, нормальная пропитка.

доп.ном = 355А

Выполним проверку:

1. По допустимому току.

**k1 = поправочный коэффициент на токи для изолированных кабелей в эквивалентный, от темпер среды.**

$$t = 50\text{C}$$

$$t_0 = 150\text{C} \quad k_1 = 0,86 \quad k_2 - \text{ поправочный коэффициент, учитывающее число кабелей, проложим в земле рядом.}$$

Примем расстояние между кабелями = 200мм. Число кабелей, загруженных на 100% равно 6.

За расчетный ток примем ток трансформатора

-По термической стойкости.

Экономическое сечение.

$$q_{\min} \leq q$$

$$107,7 \leq 240\text{мм}^2 \quad \text{Условия соблюдаются}$$

11. **Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока.**

Сторона 10 кВ

Трансформаторы тока выбираем по следующим параметрам:

1. по напряжению
2. по току (первичному и вторичному)

Выберем ТВТ10-І-5000/5

Проверим:

1. По электродинамической стойкости:

5. по термостойкости:

Условия соблюдаются

2. Номинальная вторичная нагрузка:

В незаземленных цепях достаточно иметь трансформаторы тока в двух фазах, например, в А и С. Определяются нагрузки на трансформатор тока от измерительных приборов

Нагрузка измерительных приборов по фазам

Наименование прибора	Тип	Нагрузка по фазам	А	Кол-во линий	С	Амперметр Н-377	0,1	1	основной	+4	отходящих	0,5
Счетчик активной энергии	СА3-И673	2,5		12,5	Счетчик реактивной энергии	СРЧ- И676	2,5					12,5
Итого		5,1	5									28,5

Наиболее нагруженной является фаза А, ее нагрузка:

Определяем сопротивление соединительных проводов, сечением q = 4,4 мм, длиной l = 5 м:

Полное сопротивление вторичной цепи:

Сравнивая паспортные и расчетные данные по вторичной нагрузке трансформаторов тока получаем:

Условие соблюдается

Отходящие линии

Так как 4 отходящие линии были подключены на 1-ый трансформатор, дополнительно установим еще 2 трансформатора.

Количество оставшихся линий:

9 - 4 = 5 линий

Количество линий на 1 трансформатор:

5 / 2 = 2,5 линий

Отходящие линии

Наименование прибора	Тип	Нагрузка	Кол-во линий	Общее
Амперметр Н-377	0,1	2,5	0,25	
Счетчик активной энергии	СА3-И673	2,5	6,25	
Счетчик реактивной энергии	СРЧ- И676	2,5	6,25	
Итого	5,1	2,5	12,75	

Условие соблюдается

12. Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения.

Наименование прибора	Место установки	Тип	Мощность обмотки	Число обмотки	Число приборов	Общая
						потр. мощн.

	Р, Вт	Q, Вт				
Вольтметр	Сборные шины	3335	2	1	1	0
Счетчик активной энергии	Ввод 10 кВ от трансформатора СА3- И 673	2,5	3	1	0	5
Счетчик реактивной энергии	Отходящая линия СА3- И 673	2,5	3	1	0	5
Счетчик реактивной энергии	СРЧ-И676	2,5	3	1	0	5
Счетчик активной энергии	Трансформатор собственных нужд СА3-И673	2,5	3	1	0	2
Итого		107	0			0

Выберем НТМК-10-У4

Проверим:

1. по напряжению:

2. по мощности:

107 ≤ 120 ВА Условия соблюдаются

13. Выбор трансформаторов собственных нужд. Мощность собственных нужд находим по формуле:

Мощность ТСН с учетом коэффициента спроса:

Выберем ТС-1000/10

Сухой трансформатор с высшим напряжением. Поставим 2 трансформатора собственных нужд.

Технические данные: Наибольший ток через заземление при замыканиях на землю на стороне 220 кВ - 0,994 кА Грунт на месте сооружения - Суглинок (= 100 Ом·м) Дополнительная система тросы (= 1,2 Ом) 1. Ток замыкания на землю: 2.

Определяем расчетное сопротивление: Дополнительно в качестве заземлителя используется система тросы-опоры с сопротивлением 1,2 Ом. 3. Определяем сопротивление искусственного заземлителя: 4) Определяем расчетное удельное сопротивление грунта: Удельное сопротивление грунта в месте сооружения заземлителя - суглинка составляет 100 Ом·м. Повышающие коэффициенты для г.Уральск (климатическая зона 2) принимаются равными 4,5 для горизонтальных протяженных электродов и 1,8 для вертикальных стержневых электродов. =4,5 ,=1,8) для горизонтальных электродов: для вертикальных электродов: 5) Определяем сопротивление растеканию одного вертикального электрода:  $l=5$  м  $a=2,15$  м,  $d=0,08$  м 6) Определяем примерное число вертикальных заземлителей при предварительно принятом коэффициенте использования =0,6: 7) Определяем сопротивление растеканию полосы: Определяем сопротивление растеканию полосы горизонтальных электродов -полос 40x4 мм<sup>2</sup>, приваренных к верхним концам уголков. Коэффициент использования соединительной полосы в контуре при числе уголков порядка 100 и отношении расстояния между вертикальными электродами к их длине  $a/l = 1$ . 8) Определяем уточненное сопротивление вертикальных электродов: 9) Определяем уточненное число вертикальных электродов:  
 $=0,47$ ,  $n=100$ ,  $a/l=1$  м

Уточненное число вертикальных электродов определяется при следующих значениях:

Принимаем 75 уголков. 10) Проверяем на термическую стойкость: Проверяется термическая стойкость полосы 40 x 4 мм<sup>2</sup> . Минимальное сечение полосы из условий термической стойкости при коротком замыкании на землю при приведенном времени прохождения тока короткого замыкания  $t = 1,1$  с. Таким образом, полоса 40 x 4 мм<sup>2</sup> условию термической стойкости удовлетворяет.

Данные для расчетов: Тип молниезащиты - одиночный стержневой

Продолжительность гроз среднегодовая, в течении 10 лет - от 40 до 60 для г. Уральск ч/год)

- высота защищаемого сооружения, м ( $= 8,5$  м)

$n$  - среднегодовое число ударов молнии в 1 земной поверхности в месте нахождения здания или сооружения (то есть удельная плотность ударов молнии), 1/(·год)

( $n = 4/(· год)$ )

$L$  - расстояние между двумя стержневыми молниеотводами, м ( $L = 22$  м)  $A$  - длина пролета между опорами троса, м ( $a = 45$  м)

- высота опоры троса, м ( $= 25$  м)

Решение:

1. Зона А Зона Б: 2. Определяются габаритные размеры защищаемого объекта в каждой зоне молниезащиты. Для этого на расстоянии  $V/2$  от средней линий параллельно проводится линия до пересечения с окружностью

Зона А:

3. Определяется возможная поражаемость защищаемого объекта в зонах при отсутствии молниезащиты.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Заключение

В ходе выполнения курсовой работы была спроектирована подстанция 220/110/10 кВ. Вследствие проектирования было:

- построены суточные графики нагрузок;
- выбраны силовые трансформаторы;
- рассчитаны токи КЗ;
- произведен выбор электрооборудования и токоведущих частей;
- произведен выбор ТСН;
- выполнен расчет заземления подстанции.