

2.Выбор основного оборудования.

2.1.Выбор генераторов.

таблица 1

Тип генератора	Частота вращения об/мин.	Номинальные значения				x''d	Системы возбуждения	Охлаждение	
		Рном. МВт	Uном. кВ	Iном. кА	cosφ			ротор	статор

Справочник таблица 1

Рожкова стр.610

2.2.Выбор трансформаторов на проектируемой электростанции

При выборе блочных трансформаторов надо учесть, что вся мощность генератора должна быть передана в сеть высокого напряжения

$$S_{ном.г} = \frac{P_{ном.г}}{\cos \varphi}; [3.с. 8. (1.1.)]$$

Таблица 2

Тип	Мощность МВ • А	Напряжение кВ		Потери кВт		Напряжение к.з. Uk, %
		ВН	НН	Px	Pk	

Справочник таблица 2

Рожкова стр. 615;617

Крючков стр. 110;114

2.3Выбор секционных реакторов

2.3.1По напряжению:

$$U_{ном} = U_{ном.реакт}$$

2.3.2 Производится по номинальному току:

$$I_{ном.расч} \geq I_{ном.реакт}$$

Выбираем реактор по справочнику (приложение 20)

~~3. Выбор рабочих и резервных трансформаторов собственных нужд.~~

3. Расчёт мощности потребителя шин высокого и низкого напряжения

3.1 Определяем мощность, потребляемую химическим комбинатом с

$P_{уст} = 180 \text{ МВт}$ с шин высокого напряжения 220кВ

$$S_{ком} = \frac{P_{уст} \cdot K_{спр}}{\cos \varphi}; \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

3.2 Определяем мощность, потребляемую городом 280 тысяч жителей с шин

высокого напряжения 220кВ

$$S_{город} = \frac{P \cdot n \cdot K_{спр}}{\cos \varphi}; \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

$P = 0,11 \text{ кВт/ч. погр. } 1000 \text{ чел.}$

3.3 Определяем суммарную мощность, потребляемую с шин высокого напряжения 220кВ

$$\sum S = S_{город} + S_{ком}; \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

3.4 Определяем мощность, потребляемую кожно-галантерейного комбината с $P_{уст} = 70 \text{ МВт}$ с шин низкого напряжения 10кВ

$$S_{ком} = \frac{P_{уст} \cdot K_{спр}}{\cos \varphi}; \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

3.5 Определяем мощность, потребляемую городом 60 тыс. жителей с шин низкого напряжения 10кВ

$$S_{город} = \frac{P \cdot n \cdot K_{спр}}{\cos \varphi}; \text{ МВ} \cdot \text{А};$$

3.6 Определяем суммарную мощность, потребляемую с шин низкого напряжения 10кВ

$$\sum S = S_{город} + S_{ком}; \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

Зная расход электроэнергии на собственные нужды для станций различного типа в % и установленную мощность станции или блока, определяют нагрузку наибольшую для СН

$$S_{тр.сн} = \frac{P_{сн} \%}{100 \cdot \cos \varphi} \cdot P_{уст}; \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

4

3.7 Определение количества ЛЭП к потребителям.

3.7.1 Определение количества ЛЭП к потребителям с напряжением 220 кВ.

$$n = \frac{S_{\text{потр. С шин 220 кВ.}}}{S_{\text{пр.}}}$$

$$S_{\text{пр.}} = 100 \text{ МВт}$$

3.7.2 Определение количества ЛЭП к потребителям с напряжением 110 кВ.

$$n = \frac{S_{\text{потр. С шин 110 кВ.}}}{S_{\text{пр.}}}$$

$$S_{\text{пр.}} = 50 \text{ МВт}$$

3.7.3 Определение количество ЛЭП к потребителям с напряжением 10 кВ.

$$n = \frac{S_{\text{потр. С шин 10 кВ.}}}{S_{\text{пр.}}}$$

$$S_{\text{пр.}} = 4 \text{ МВт}$$

По справочнику выбираем мощность рабочего трансформатора собственных нужд (Рожкова стр. 614).

Для проверки выбранных ТСН составляем сводную таблицу потребителей 6 кВ (см. приложение).

Пример: Перечень электродвигателей и трансформаторов собственных нужд 6/0,4 кВ блока 100 МВт.

Таблица 5

№	Наименование механизма.	Обозначение в схемах.	P _{ном}	Количество.	
				всего	в раб.
1.	Питательный электронасос	ПЭН	2000	2	1
2.	Конденсатный насос	КН	200	3	2
3.	Циркуляционный насос	ЦН	1000	1	1
4.	Дымосос	ДС	400	4	4
5.	Дутьевой вентилятор	ДВ	310	4	4
6.	Мельница	М	400	8	6
7.	Трансформатор главного корпуса	-	1000	2	1
8.	Трансформатор ХВО	-	630	1	1
9.	Трансформатор топливоподдачи	-	-	-	-

6.1 Определяем суммарную мощность трансформаторов 6/0,4 кВ.
(складываем из таблицы 5)

$$\sum P_{тр. 6/0,4 кВ} = 1000 + 630 = 1630 \text{ кВт}$$

6.2 Определяем суммарную мощность электродвигателей находящихся в работе. (складываем из таблицы 5)

$$\sum P_{эл. дв. в раб.} = 2000 \times 1 + 200 \times 2 + 1000 \times 1 + 400 \times 4 + 310 \times 4 + 400 \times 6 = 8640 \text{ кВт.}$$

6.3 Определяем максимальную нагрузку на секцию 6 кВ от трансформаторов 6/0,4 кВ.

$$S_{max. тр.} = K \times \sum P_{тр. 6/0,4 кВ.} \text{ (кВА)};$$

Где: K – коэффициент загрузки трансформаторов 6/0,4 кВ (K = 0,7).

6.4 Определяем максимальную нагрузку на секцию 6 кВ от электродвигателей.

$$S_{max. дв.} = K \times \sum P_{эл. дв. в раб.} \text{ (кВА)};$$

Где: K - коэффициент одновременности работы электродвигателей. ($K = 0,9$).

**6.5 Определяем максимальную нагрузку на секцию 6 кВ от
Электродвигатель и трансформаторов 6/0,4 кВ.**

$$S_{max.общ.} = S_{max.дв.} + S_{max.тр.} \text{ (кВА)};$$

$$S_{max.общ.} \leq S_{ТСН}.$$

Окончательно принимаем трансформатор собственных нужд. Мощность резервных трансформаторов СН и их количество выбирается согласно НТП.

Таблица 6

Тип трансформатора	Номинальное напряжение, кВ		Потери, кВт		Напряжение короткого замыкания, %	Ток холостого хода, %
	ВН	НН	холостого хода	короткого замыкания		

Рожкова стр. 614.

Перечень электродвигателей и трансформаторов собственных нужд блока 60 мВт.

№	Наименование механизма.	Обозначение в схемах.	P _{ном.}	Количество.	
				всего	в раб.
1.	Дутьевой вентилятор	ДАМСД 15-7	380	2	2
2.	Дымосос	ДАМСД 15	380	2	2
3.	Насос химической водоочистки	-	225	2	1
4.	Конденсатный насос	А-114-6	760	3	2
5.	Циркуляционный насос	ВДД-ПО-39-2	240	2	1
6.	Питательный насос	АТМ 200-2	760	2	1
7.	Трансформатор главного корпуса	-	400	2	1
8.	Багерный насос	А-115-4	240	3	2

Перечень электродвигателей собственных нужд блока 30 мВт.

№	Наименование механизма.	Общая мощн. при мощн. двигат.	P _{ном.}	Количество.	
				всего	в раб.
1.	Дымосос	960	480	2	1
2.	Дутьевой вентилятор	760	380	2	1
3.	Мельничный вентилятор	500	250	2	1
4.	Шаровая мельница	1140	570	2	1
5.	Смывной насос	220	220	1	1
6.	Эжектирующий насос	700	700	1	1
7.	Циркуляционный насос	256	265	1	1
8.	Питательный насос	2000	2000	1	1
9.	Сетевой насос	240	240	1	1
10.	Насос хим. очищенной воды	225	225	1	1
11.	Дробилка	240	240	1	1
12.	Резервный возбудитель	220	220	1	1
13.	Компрессор	200	200	1	1
14.	Насос сырой воды	220	220	1	1

4. Расчёт токов короткого замыкания.

770; 515; 340; 230; 154; 115; 37; 24; 20; 18; 15,75; 13,8; 10,5; 6,3.

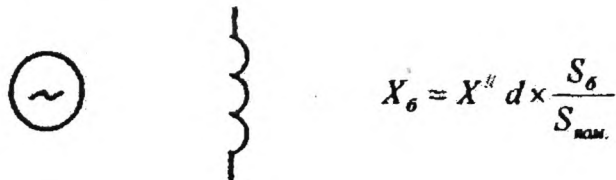
Расчет токов К.З. ведется в относительных базисных единицах:

$$U^*_\delta = \frac{U}{U_\delta}; I^*_\delta = \frac{I}{I_\delta}; S^*_\delta = \frac{S}{S_\delta}; X^*_\delta = \frac{X}{X_\delta}$$

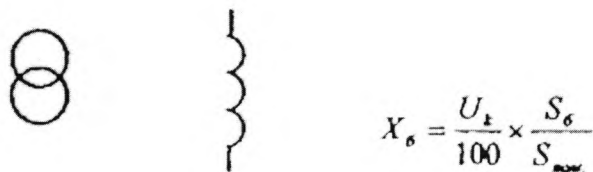
$$S_\delta = 1000 \text{ МВА.}$$

Схемы замещения и определение сопротивлений электрического оборудования.

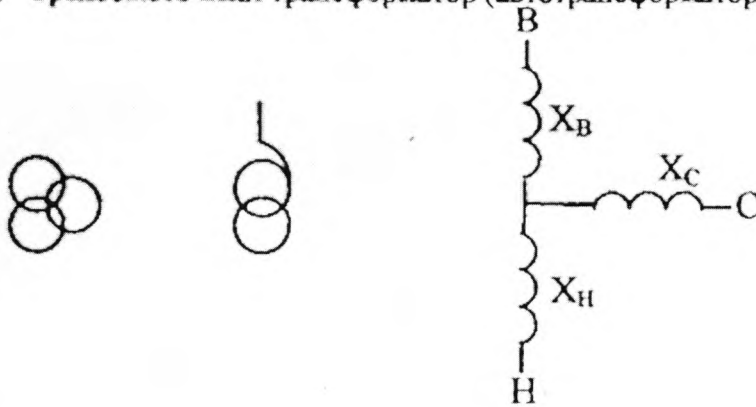
1. Генератор.



2. Двухобмоточный трансформатор.



3. Трехобмоточный трансформатор (автотрансформатор).

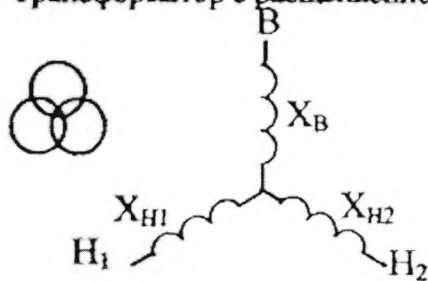


$$X_B = \frac{0,5}{100} \times (U_{\text{в.к.}} \% + U_{\text{в.н.}} \% - U_{\text{в.с.}} \%) \times \frac{S_6}{S_{\text{ном}}}$$

$$X_C = \frac{0,5}{100} \times (U_{\text{в.к.}} \% + U_{\text{в.н.}} \% - U_{\text{в.с.}} \%) \times \frac{S_6}{S_{\text{ном}}}$$

$$X_H = \frac{0,5}{100} \times (U_{\text{в.н.}} \% + U_{\text{в.с.}} \% - U_{\text{в.к.}} \%) \times \frac{S_6}{S_{\text{ном}}}$$

4. Трансформатор с расщепленной обмоткой низкого напряжения.



$$X_B = 0$$

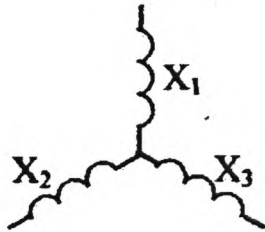
$$X_{H1} = X_{H2} = \frac{2U_{\text{в.н.}}}{100} \times \frac{S_6}{S_{\text{ном}}}$$

5. Реактор.



$$X = \frac{X_p \%}{100} \times \frac{I_6}{I_{ном.р}}$$

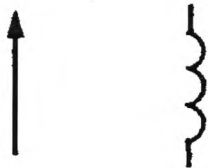
6. Сдвоенный реактор.



$$X_1 = -0,5 \times \frac{X_p \%}{100} \times \frac{I_6}{I_{ном.р}}$$

$$X_2 = X_3 = 1,5 \times \frac{X_p \%}{100} \times \frac{I_6}{I_{ном.р}}$$

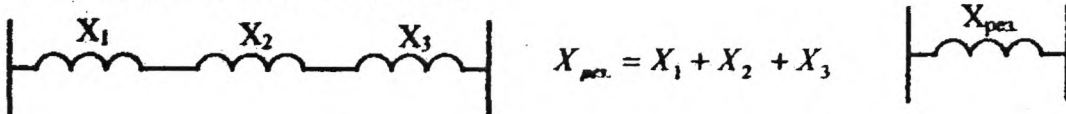
7. ЛЭП.



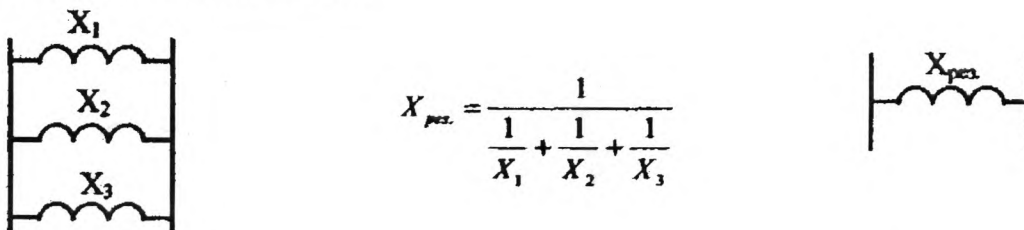
$$X = X_{уд.} \times l \times \frac{S_6}{U_6^2}$$

Основные методы преобразования схем замещения.

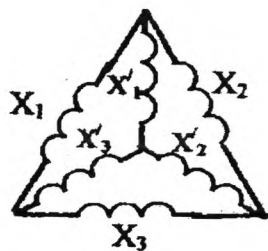
1. Последовательное соединение.



2. Параллельное соединение.



3. Преобразование треугольника в эквивалентную звезду.

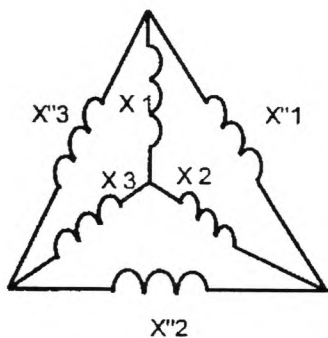


$$X'_1 = \frac{X_1 \times X_2}{X_1 + X_2 + X_3}$$

$$X'_2 = \frac{X_2 \times X_3}{X_1 + X_2 + X_3}$$

$$X'_3 = \frac{X_1 \times X_3}{X_1 + X_2 + X_3}$$

4. Преобразование звезды в эквивалентный треугольник.

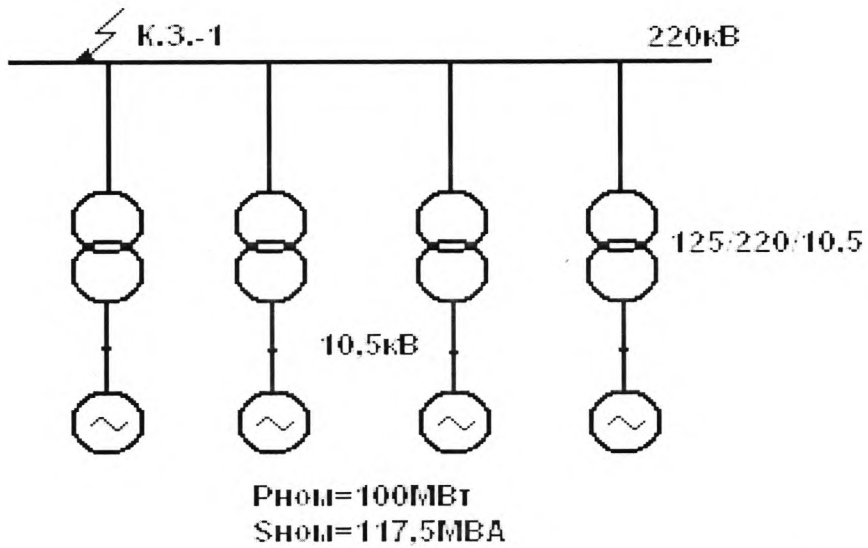


$$X'_3 = X_1 + X_3 + \frac{X_1 \times X_3}{X_2};$$

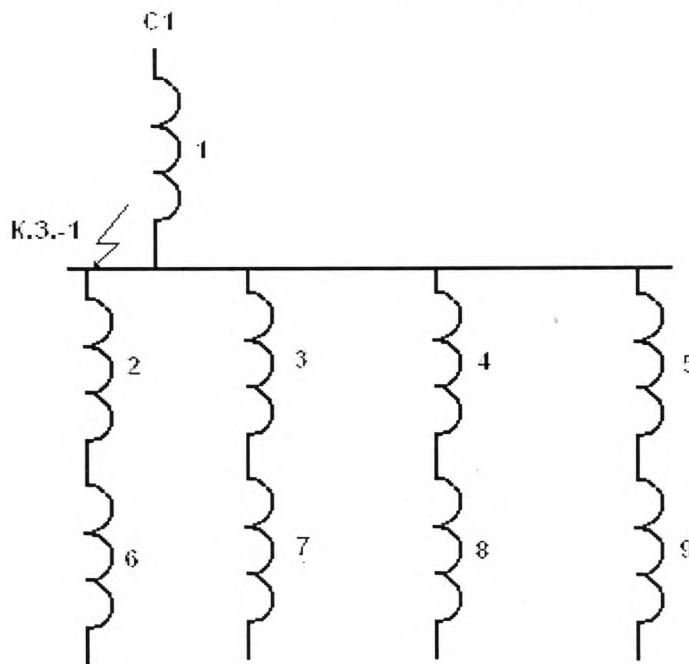
$$X'_2 = X_2 + X_3 + \frac{X_2 \times X_3}{X_1};$$

$$X'_1 = X_1 + X_2 + \frac{X_1 \times X_2}{X_3};$$

Пример расчётной схемы

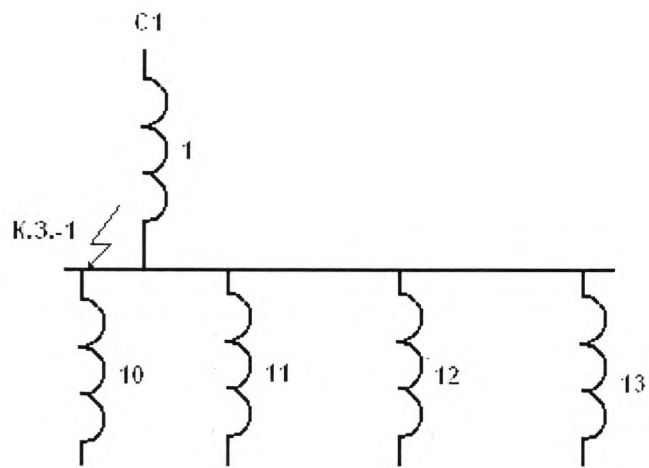


Составляем схему замещения



$$X_6 = X_7 = X_8 = X_9 = X''_d \cdot \frac{S_{баз}}{S_{ном}}$$

$$X_2 = X_3 = X_4 = X_5 = \frac{U_{кз \%}}{100} \cdot \frac{S_{баз}}{S_{ном .тр}}$$

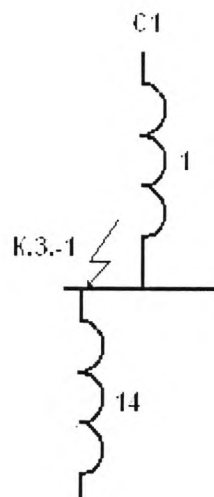


$$X_{10} = X_2 + X_6$$

$$X_{11} = X_3 + X_7$$

$$X_{12} = X_4 + X_8$$

$$X_{13} = X_5 + X_9$$



$$X_{14} = \frac{1}{\frac{1}{X_{10}} + \frac{1}{X_{11}} + \frac{1}{X_{12}} + \frac{1}{X_{13}}}$$

Определение токов короткого замыкания.

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_6}; \text{ (кА)} \quad S_6 = 1000 \text{ мВА}$$

1)

$$I_{no} = \frac{E_*''}{X_{6.рез}} \times I_6$$

E_*'' - находим по таблице 3.4. стр. 130 (уч. Рожкова).
Для системы $E_*'' = 1$

I_{no} - находим для каждой ветви, затем суммируем и получаем $\sum I_{no}$ для точки К. 3.

$$2) i_{уд} = \sqrt{2} \times \sum I_{no} \times K_{уд}$$

$K_{уд}$. - ударный коэффициент находим в приложении (Рожкова стр. 150 таблица 3.8.).

$$3) i_{от} = \sqrt{2} \times \sum I_{no} \times j_{от}$$

$j_{от}$ - находим по кривой рис. 3.25 стр. 151 (уч. Рожкова) в зависимости от T_a - постоянная времени затухания и в зависимости от t - времени отключения выключателя.

$$t = t_{св.} + t_{р.з.}$$

$t_{св.}$ - собственное время отключения выключателя, находим по справочнику для данного выключателя.

$t_{р.з.}$ - время действия релейной защиты.

$$t_{р.з.} = 0,01 - 0,02$$

$$4) I_{нт} = j_{нт} \times I_{но}$$

Для определения $j_{нт}$ по кривым рис. 3.26. стр. 152 (уч. Рожкова) определяем:

$$\frac{I_{но}}{I'_{ном}}; \quad I'_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \times U_6} \quad \text{и} \quad t = t_{св.} + t_{р.з.}$$

Для системы и источника, которые отделены от точки К.3. двумя ступенями трансформации, при значении отношения:

$$\frac{I_{но}}{I'_{ном}} < 1, \text{ можно считать } I_{нт} = I_{но}$$

$I_{нт}$ - находим для каждой ветви, затем суммируем и получаем $\sum I_{нт}$ для точки К.3.

7

4.1. Составление таблицы для выбора токоведущих частей и электрических аппаратов.

$$I_{\text{ном. расч.}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном.}}}$$

Для выбора сборных шин высокого напряжения $S_{\text{ном}}$ – это наибольшая мощность присоединенного трансформатора, автотрансформатора.

Для выбора сборных шин генераторного напряжения $S_{\text{ном}}$ – это наибольшая мощность присоединенного генератора. *нагрузки*

Для выбора сборных шин собственных нужд $S_{\text{ном}}$ – мощность трансформатора собственных нужд или его расщепленной обмотки.

$$B_{\text{к. расч.}} = I_{\text{по}}^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a)$$

$$t_{\text{отк}} = t_{\text{р.з.}} + t_{\text{ов}}$$

$t_{\text{р.з.}}$ – время действия основной релейной защиты данной цепи находится по расчетным зонам токов короткого замыкания (стр. 206-211 уч. Рожкова).

$t_{\text{ов}}$ – полное время отключения выключателя (находится в справочнике для выключателя данной цепи).

$I_{\text{по}}$ и T_a – в расчете токов короткого замыкания.

$$g_{\text{шв.}} = \frac{\sqrt{B_{\text{к. расч.}}}}{C}$$

C – функция, значение которой приведены в таблице 3.14 стр 152 (уч. Рожкова).

