**Содержание**

Введение

1. Разработка структурной схемы подстанции

1.1 Разработка структурной схемы подстанции

1.3 Расчет количества присоединений

1.4 Выбор схем РУ

1.5 Выбор трансформаторов собственных нужд

2 Расчет токов короткого замыкания

3 Выбор аппаратов защиты в РУ подстанции

3.1 Выбор выключателей

3.2 Выбор разъединителей

3.3 Выбор шин и изоляторов

3.4 Выбор измерительных трансформаторов тока

3.5 Выбор измерительных трансформаторов напряжения

3.6 Выбор контрольно-измерительных приборов

3.7 Выбор релейной защиты

3.8 Описание конструкций РУ

3.9 Расчет заземления подстанции

4 Экология и техника безопасности

ГОСТы

Список литературы

**Введение**

Одна из главных задач энергетики предполагает обеспечить рост научно-технического прогресса, интенсификацию общественного производства, повышение его эффективности. Решением этой задачи во многом зависит от совершенствования способов электрификации всех отраслей промышленности с применением современных электрических аппаратов. Первое место по количеству потребляемой электроэнергии занимает промышленность, на долю которой приходится более 60% всей вырабатываемой энергии.

Энергетическая система Республики Беларусь представляет собой постоянно развивающийся высокоавтоматизированный комплекс электрических станций и сетей, объединенных параллельной работой, общим режимом и единым централизованным диспетчерским управлением. Генеральным направлением развития белорусской энергетики является концентрация и централизация производства и передачи электроэнергии, а также создания и использования возобновляемых источников энергии: солнечной, геотермальной, ветровой, приливной; развитие комбинированного производства электроэнергии и теплоты для централизованного теплоснабжения промышленных городов. Крупные ТЭЦ могут обеспечить теплотой около 800 городов.

Сегодня белорусская энергетическая система представляет собой 6 унитарных предприятий. В составе каждого РУП имеются филиалы: электрические станции, тепловые сети, электрические сети. В составе белорусской энергосистемы в настоящее время 25 тепловых электростанций установленной мощностью 7625МВт, 32 районные котельные, около 7тыс. км, системообразующих ЛЭП высокого напряжения, более 2тыс. км. Тепловых сетей, более 240тыс. распределительных электрических сетей. С каждым годом расширяются международные энергетические связи Беларуси с другими странами.

Основным источником вырабатываемой электроэнергии являются электростанции. Покрытие пиков нагрузки энергосистемы возлагается на ГЭС и ГАЭС. В 1990-2000 годах вводятся в эксплуатацию энергоблоки на ТЭЦ4(250МВт), ТЭЦ2(180МВт), Оршанской ТЭЦ (ПТУ-70МВт), ТЭЦ5(330МВт).

Целью курсового проектирования является внедрение на практике полученных знаний при изучении специальных дисциплин

**1. Разработка схемы подстанции**

Структурная схема подстанции – это часть главной схемы, которая определяет пути передачи электроэнергии от генераторов, к распределительным устройствам разных напряжений и связь между ними, а также, от РУ к потребителям.

* 1. **Разработка структурной схемы подстанции**

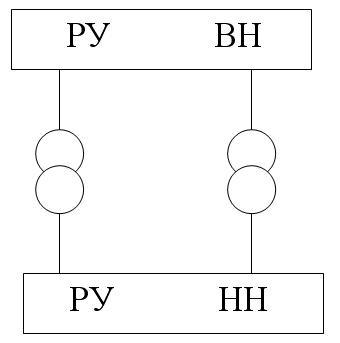


Рисунок 1-Структурная схема подстанции

Структурная схема подстанции зависит от состава оборудования (числа трансформаторов и т. д.) и распределения нагрузки между РУ разного напряжения. Функционирование данной структурной схемы выдачи электроэнергии подстанции такова: электроэнергия поступает от энергосистемы в ОРУ высокого напряжения и через трансформатор поступает на ЗРУ низкого напряжения и распределяется между потребителями.

* 1. **Выбор количества и мощности силовых трансформаторов**

Составляем исходную схему выдачи электроэнергии

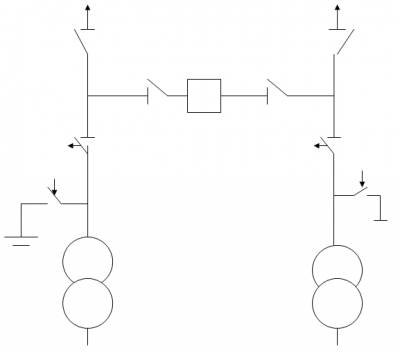


Рисунок 2- Схема выдачи электроэнергии

Так как потребители I и II категории, то выбираем 2 трансформатора коэффициент загрузки для такого типа подстанции принимаем равным β=0.8

Возьмём время максимума 2-3 часа. По графику находим коэффициент нагрузки Кн=0.95

Определяем мощность силовых трансформаторов

Sтр=Sp/ β\*n; КВ\*А (1)

Sтр=12000/0.8\*2=7500

Выбираем трансформаторы типа ТМН 10000/110

Проверяем трансформаторы на аварийный режим:

1.4 \*Sном > 0.75\*Smax (2)

где: 0.75 – коэффициент потребителей I и II категории.

Sном – номинальная мощность трансформатора.

Smax – максимальная расчётная мощность.

1.4 – аварийный коэффициент.

1,4\*10000 >0,75\*12000

14000 > 9000

Трансформатор проходит по аварийному режиму

**1.3 Расчёт количества присоединений РУ**

Пп=Плэп+Псв+Пт.св+Пт ; шт (3)

где, Плэп- число отходящих линий, шт

Псв число связей с системой, шт

Пт.св-число трансформаторов связи, шт

Плэп=4800/25000=0,232

Отходящих от средней стороны линий нет

Условно принимаем Псв и Пт равным нулю, а число Пт. св принимаем равным количеству связей с силовыми трансформаторами, то есть 2. Определяем общее количество присоединений:

Пп=4+0+2+0=6

**1.4 Выбор схем РУ**

Схема питания при условии трансформации на 2 вторичных напряжения СН и НН.

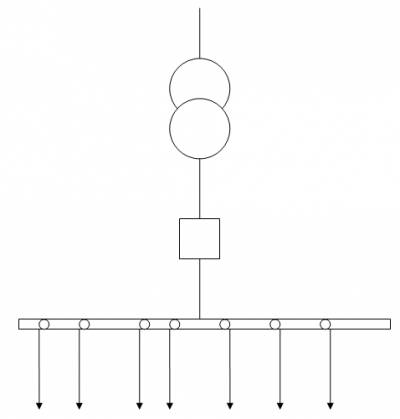


Рисунок 3-Схема питания

**1.5 Выбор трансформаторов собственных нужд**

Выбираем число и мощность трансформаторов для проходной подстанции с двумя трансформаторами типа ТДН-250

Трансформаторы собственных нужд применяются для питания нужд подстанции. Сюда входят: освещение (рабочее и аварийное), компрессоры (нагнетают воздух для воздушных выключателей) и так далее.

**2. Расчёт токов короткого замыкания**

При проектировании необходимо учесть аварийные режимы работы электроустановок, одним из которых являются короткие замыкания (КЗ).

Для расчета КЗ по схеме, рисунок 1, составляем расчётную схему, рисунок 4.

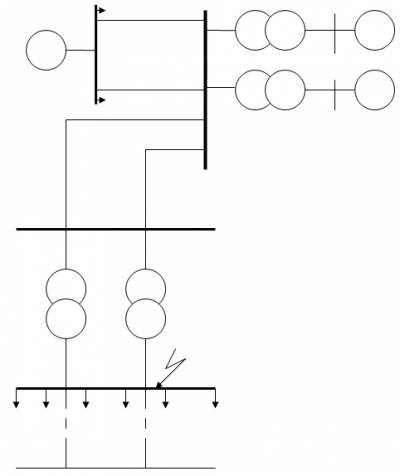


Рисунок 4- Расчётная схема

По расчётной схеме составим схему замещения (рисунок 5), в которой указываются сопротивления всех элементов и намечаются точки для расчета токов КЗ.

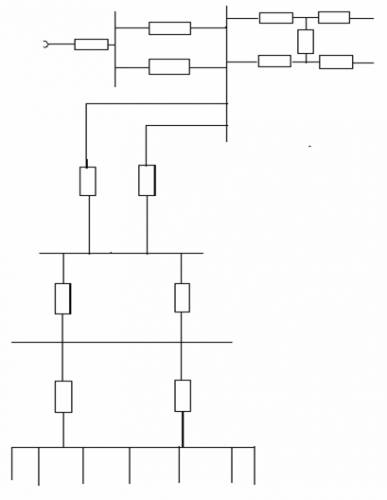


Рисунок 5-Схема замещения

Расчет ведём в относительных единицах. Все расчётные данные приводим к базисному напряжению и базисной мощности. Для этого задаёмся базисной мощностью системы

Sб =1000 ;МВА

Сопротивление энергосистемы Х1и X7,8, определяем по формуле

X1=(Sб/Sс)\* Х’’d (6)

X1=(1000/1500)\*0.4=0,02

X7=Х8 = (Sб/Sн2)\*Xс \*cosφ

X7=Х8 = (1000/40)\*0,2\*0,9=4,5

Сопротивление ЛЭП определяем по формуле

X2= X3= X0\*L\*(Sб/U2 ср.ном) (7)

X3=X2=0, 4\*60\*(1000/1152) =2,2

Х9= X10= X0\*L3\*(Sб/U2 ср.ном) (9)

X9=X10=0.4\*15\*(1000/1152) =0,5

Х13= X14= X0\*Lб\*(Sб/U2 ср.ном) (10)

X13=X14=0.08\*0,5\*(1000/62) =1,1

Определим сопротивления трансформаторов

X5=X4= (Sб/Sтр)\*Uк/100 (12) .

X5=X4 = =(1000/20)\*10.5/100 =5.3

Х12= X11= (Sб/Sтр)\*Uк/100 (13)

Х12= X11=(1000/10)\*10,5/100 =10,5

Находим результирующие сопротивления

Х15=(X2\*Х3 )/ (X2+Х3) (14)

Х15=(2,2\*2,2)/(2,2+2,2)=1,1

Х16= Х1+ Х15

Х16=0,02+1,1=1,12

Преобразуем треугольник сопротивлений в звезду

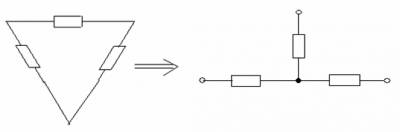


Рисунок 6. Звезда сопротивлений

Х17= (X4\*Х5)/(X4+Х5+ Х6) (15)

Х17=(5,3\*5,3)/11,8=2,4

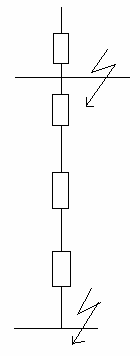
Х18= (X5\*Х6)/ (X4+Х5+ Х6) (16)

Х18=(5,3\*1)/11,8=0,44

Х19= (X4\*Х6)/ (X4+Х5+ Х6) (17)

Х19=(5,3\*1)/11,8=0,44

Преобразуем схему замещения рис.5 получим преобразованную схему, рис.7



Находим ток КЗ на ОРУ ВН 110 кВ

Xрез 1= X16+X17 (18)

Xрез 1= 1,12+2,4=3,52

Iкз.к3=Iб/Xрез 1 ; кА (19)

Iб=Sб/(√3\*Uн.ср) ; кА (20)

Iб=1000/(√3\*115)=5

Iкз.к1=5/3,52=1,4; кА (21)

Iу=√2\*1.8\*1,4=3,56

Определяем вторую точку КЗ на ЗРУ НН 6кВ

Х20=Х9\*Х10/Х9+Х10 (22)

Х20=(0,5\*0,5)/(0,5+0,5)=0,25

Х21=Х11\*Х12/Х11+Х12 (23)

Х21=5,3

Х22=Х13\*Х14/Х13+Х14 (24)

Х22=0,06

Х23= Xрез 2= Х20+ Х21+ Х22 (25)

Х23= Xрез 2=5,6

Iкз.к2=Iб/Xрез 2; кА (26)

Iб=Sб/(√3\*Uн.ср) ; кА (27)

Iб=1000/(√3\*6)=65

Iкз.к1=65/5,6=11,6

кА (28) Iу=√2\*1.8\*11,6=29,5

**3. Выбор аппаратов в РУ подстанции**

**3.1 Выбор выключателей**

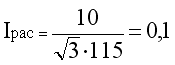
Выбираем выключатель в ОРУ ВН

Определяем ток, протекающий по выключателю.



где S- максимальная мощность; кВА

Uср.н- среднее напряжение ; кВ



Исходя из величины расчётного тока и номинального напряжения, выбираем из каталога выключатель типа У-110-2000-40У1

Определим квадратичный импульс тока

Вк=I2пo\*(Та+Тоткл); кА2с (29)

где, Та=0,5 сек ; Тоткл=0,1 сек ; Iпo=1 кА ;

Вк=1,42\*(0,5+0,1)=1,2



Исходя из условия сравнения, выключатель выбран, верно.

Выбираем выключатель для ЗРУ НН.

Определяем ток протекающий по выключателю по формуле (28)

Iрас=10/(√3\*6)=0,1

Исходя из величины расчётного тока и номинального напряжения, выбираем из каталога выключатель типа ВНП-16

Определим квадратичный импульс тока по формуле (29)

Вк=11,62\*(0,5+0,1)=80,7



Исходя из условия сравнения, выключатель выбран, верно.

**3.2 Выбор разъединителей**

Для разъединителей применяем те же данные, что и для выключателей без учёта тока позиции.

Выбираем разъединитель РУ ВН.

Исходя из величины расчётного тока и номинального напряжения, выбираем из каталога разъединитель типа РДЗ



Исходя из условия сравнения, разъединитель выбран, верно.

Для ЗРУ НН разъединители не выбираем, так как они не проходят по расчётному току.

**3.3 Выбор отделителей**

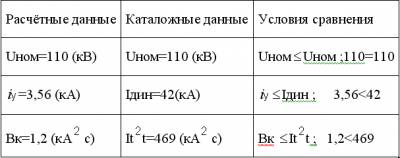
Для ОРУ ВН отделитель не выбираем, так как он не подходит по расчётному току.

**3.4 Выбор короткозамыкателей**

Короткозамыкатели выбираем также как и отделители, но без учёта расчётного тока.

Выбираем короткозамыкатель в РУ ВН

Исходя из величины расчётного тока и номинального напряжения, выбираем из каталога короткозамыкатель типа КЗ-110У



Исходя из условия сравнения, короткозамыкатель выбран верно

**3.5 Выбор шин и изоляторов**

Определяем ток, протекающий по шине



где S- максимальная мощность; кВА

Uср.н- среднее напряжение; кВ

Iрас=12/(√3\*6)=1,15

Исходя из величины расчётного тока, выбираем коробчатую шину сечением 1370 мм

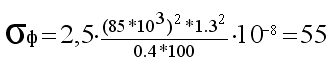
Шины по всей длине скреплены жёстко, то есть

Wy0-y0=100

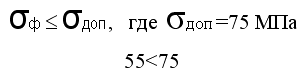
Определим напряжение между фазами



где l=1,3м ; а=0,4м



Проверим шину на динамическую устойчивость



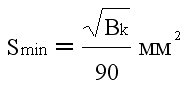
Проверяем шину на термическую устойчивость

Определим квадратичный импульс тока

Вк=I2no\*(Та+Тоткл); кА2с (32)

Вк=34\*(0,6+0,1)=912

Определим минимальное сечение шины



Smin=(√912\*106)/90=1246

Smin Sдоп, (34)

где, Sдоп=1370 мм

1246 <или= 1370

С точки зрения динамической и термической устойчивости шина выбрана, верно.

**3.6 Выбор измерительных трансформаторов тока**

Согласно предыдущим данным выбираем трансформатор тока.



От трансформатора тока будут питаться измерительные приборы, которые занесены в таблицу:



Проверяем соответствие мощности приборов и мощности трансформаторов тока.

Sн.2> Sр2

где: Sн.2 – мощность вторичной обмотки трансформатора, ВА

Sр2 – расчётная мощность обмотки трансформатора ВА

10>6.5

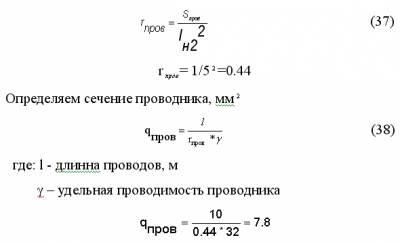
Выбираем трансформатор тока ТЛМ-6-УЗ

Выбираем контрольный кабель, питающий измерительные приборы.

Определяем мощность проводов, ВА

10-6.5-2.5=1

Определяем сопротивление проводов, Ом



Выбираем контрольный кабель АКПНБ – 1(4×8)

**3.7 Выбор измерительного трансформатора напряжения**

По справочнику выбираем, трансформатор напряжения НОЛ.08

Условия выбора



Трансформатор напряжения НОЛ.08 выбран верно.

**3.8 Выбор контрольно-измерительных приборов**

Контроль за режимом работы основного оборудования на подстанции осуществляется с помощью контрольно-измерительных приборов.

Приборы контроля для различных присоединений могут устанавливаться в разных цепях и разных местах.

Согласно схеме подстанции устанавливают следующие контрольно-измерительные приборы.

Трансформаторы:

На стороне высокого напряжения (ВН): амперметр

На стороне низкого напряжения (НН): амперметр, ваттметр, варметр с двухсторонней шкалой, счётчик активной и реактивной энергии

На линии 10 кВ: амперметр, счётчик активной и реактивной энергии.

Сборные шины:

Указывающий вольтметр на каждой системе и секции сборных шин всех напряжений.

На шине 6кВ комплект контроля изоляции. На подстанции устанавливаются осциллографы, записывающие фазное напряжение трех фаз, напряжение нулевой последовательности, точки нулевой последовательности и т. д.

Эти записи позволяют выяснить картину, того или иного аварийного режима.

**3.9 Выбор релейной защиты**

Релейная защита на трансформаторе и отходящих линиях выбирается согласно НТД.

**3.10 Описание конструкций РУ**

Всё оборудование ОРУ 220 кВ: разъединители, выключатели, трансформаторы тока и напряжения, изоляторы устанавливаются на железобетонных стойках. Силовой трансформатор устанавливается на фундаменте, шкафы КРУН привариваются к металлической раме. Прокладка кабелей осуществляется в кабельных лотках.

Сооружение ОРУ уменьшает объём строительных работ и, следовательно, стоимость и срок установки РУ. Однако обследование ОРУ менее удобно, чем ЗРУ, так как переключения и наблюдения за аппаратами должны производиться на улице при любой погоде. Кроме того, для наружной установки требуется более дорогое электрооборудование. Опорные конструкции ОРУ чаще всего железобетонные или металлические. Соединение электрических аппаратов между собой в ОРУ выполняется, как правило, гибким проводником, который при помощи гирлянд изоляторов крепится к опорам.

ОРУ 10 кВ комплектуется ячейками наружной установки типа КРУН, которые применяют для потребителей I и II категории электроснабжения.

Масленые выключатели в ячейках типа КРУН располагаются на выкатной тележке; при этом роль шинных и линейных разъединителей выполняют стычные контакты. Выкатывать и вкатывать тележку можно только при отключенном положении выключателя.

Ширина прохода должна обеспечивать удобство перемещения выкатных тележек.

**3.11 Расчёт заземления подстанции**

При выполнении защитного заземления в виде сетки, а также в случае применения вертикальных электродов его сопротивление снижается – это снижение ограничивается эффектом экранирования. При достаточно густой сетке и наличии вертикальных электродов сопротивление заземления практически не зависит от диаметра, глубины укладки горизонтальных заземлителей и может быть определено приближённо по имперической формуле



где L – суммарная длина всех горизонтальных электродов, м

nв – число вертикальных электродов, шт.

l – длина вертикальных электродов, м



A – коэффициент зависящий от соотношения

ρ – удельное сопротивление грунта, Ом/м



где a – ширина подстанции равная 90 м

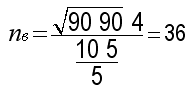
b – длина подстанции равная 90м

Определим число вертикальных электродов



где aв- расстояние между вертикальными электродами; м

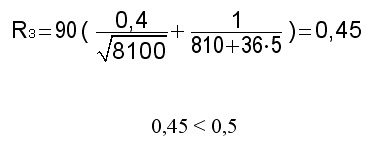
- длина вертикальных электродов; м



Сопротивление заземления должно быть



Определим сопротивление заземления



**4. Экология и техника безопасности**

С ростом технического прогресса человек оказывает всё большее влияние на состояние и формирование окружающей среды. Используя природу он зачастую загрязняет её. Это выражено в виде температурно-энергетического, волнового, радиационного, электромагнитного загрязнения. Электромагнитное загрязнение является одной из форм физического загрязнения. В основном оно возникает в местах скопления линий электропередач. Для предупреждения этого необходимо прокладывать высоковольтные линии электропередач вдали от населённых пунктов, дорог, создавать вокруг них санитарно-защитные зоны.

Для предупреждения от прикосновения используются основные средства защиты: изоляция, защита от прикосновения к токоведущим частям, защита от замыкания между обмотками трансформатора, применение малых напряжений.

Большое значение имеет также комплектование электроустановок машинами и аппаратами, проводниками и кабелями вид исполнения, способ устройства и класс изоляции которых соответствует номинальному напряжению сети и условиям окружающей среды. Монтаж электрических установок с необходимыми мероприятиями безопасности, заземлением электроустановок и защитным отключением (если заземление выполнять нецелесообразно) оборудование при однофазном замыкании на землю.

Территория подстанции обязательно должна быть ограждена, что бы исключить приближение человека к токоведущим частям. Вход на территорию подстанции допускается только по специальному удостоверению с группой допуска по технике безопасности. Так же проводят технические мероприятия, обеспечивающие безопасность с электрическими установками: отключение напряжение на местах, где проводятся работы; установка ограждения и вывешивание предупредительных плакатов; проверка отсутствия напряжения на отключённых частях с помощью указателей напряжения, наложение заземления или заземляющих ножей.

**ГОСТы**

ГОСТ 21.613-88 Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи.

ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 2.755-87 Обозначения устройств коммутационных и контактных соединений.

ГОСТ 2.614-88 Изображение, условные графические элементы оборудования и проводок на планах.

ГОСТ 2.702-75 Правила выполнения электрических схем.

**Список литературы**

1 Справочник по электроснабжению промышленных предприятий /Под редакцией Т.В. Ангарова - М.; Энергоиздат,1981

2 Справочник по проектированию / Под редакцией Ю.Г. Барыбина, М.Г. Зименкова, А.Г. Смирнова.- М.; Энергоиздат,1981

3 Л.Л. Коновалова, Л.Д. Рожкова “Электроснабжение промышленных предприятий и установок” - М.; Энергоиздат, 1989

4 Учебно-методическое пособие по курсовому проекту и дипломному проектированию / Под редакцией О.П. Королева, В.Н. Раткевич, В.Н. Сощункевич- М.; Энергоиздат, 1998

5 А.Д. Рожкова, В.С. Козулин “Электрооборудование станции и подстанции”- М.; Энергоиздат, 1987

6 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Под редакцией А.А. Федорова-М.; Энергоиздат, 1987