Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
Себряковский филиал

Методические указания
курсовой проект

тема: Электроснабжение промышленных предприятий

по междисциплинарному
курсу: МДК.03.01 Внешнее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

специальность среднего
профессионального образования: 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

г. Михайловка, 2017г.

Рассмотрено:
Протокол заседания ПЦК
от «____» _____20___г.
№ _____

Председатель ПЦК
_____/Н.Ю. Сидорова/

Актуализирована:
на основании методических рекомендаций
Курсовая работа по МДК.03.01 Внешнее электроснабжение промышленных и гражданских зданий

Рассмотрена в 2014 г., протокол ПЦК
от «____» _____ 20___ г.
№_____

Организация-разработчик: СФ ВолгГТУ отделение СПО

Разработчики:

Маслыгин И.А., преподаватель СФ ВолгГТУ отделения СПО

Введение

Системой электроснабжения называют совокупность устройств для производства, передачи и распределения электроэнергии. Системы электроснабжения промышленных предприятий создаютсядля обеспечения питания электроэнергией промышленных приемников, к которым относятся электродвигатели различных машин и механизмов, электрические печи, электролизные установки, аппараты и машины для электрической сварки, осветительные установки и др.

По мере развития электропотребления усложняются и системы электроснабжения промышленных предприятий. В них включаются сети высоких напряжений, распределительные сети, а в ряде случаев и сети промышленных ТЭЦ. Возникает необходимость внедрять автоматизацию систем электроснабжения промышленных предприятий и производственных процессов, осуществлять в широких масштабах диспетчеризацию процессов производства с применением телесигнализации и телеуправления и вести активную работу по экономии электроэнергии.

В данной работе производится расчет и выборка оборудования главной понизительной подстанции (ГПП) и трансформаторной подстанции системы электроснабжения предприятия.

Рационально выполненная современная система электроснабжения промышленного предприятия должна удовлетворять ряду требований: экономичности и надежности, безопасности и удобству эксплуатации, обеспечению надлежащего качества электроэнергии, уровней напряжения, стабильности частоты и т.п. Должны также предусматриваться кратчайшие сроки выполнения строительно-монтажных работ и необходимая гибкость системы, обеспечивающая возможность расширения при развитии предприятия без существенного усложнения и удорожания первоначального варианта. При этом должны по возможности применяться решения, требующие минимальных расходов цветных металлов и электроэнергии.

Многообразие условий, которые необходимо учитывать при проектировании электроснабжения предприятий разных отраслей промышленности, не позволяет в ряде случаев дать однозначные рекомендации по некоторым вопросам. Они должны решаться путем тщательного анализа специфических требований, предъявляемых к электроснабжению данным видом производства или данной отраслью промышленности. Поэтому приведенные в пособии рекомендации не следует рассматривать как единственно возможные. В отдельных частных случаях возможны и неизбежны отступления от них, вытекающие из местных условий и из опыта проектирования в данной отрасли.

Наряду с изложением основных принципов электроснабжения и основных методов расчета автор стремился по возможности придать методическому пособию практический прикладной характер, снабдив его примерами и рекомендациями по различным схемным и конструктивным решениям системы электроснабжения.

Курсовой проект по предмету «Внешнее электроснабжение промышленных и гражданских зданий» является самостоятельной работой расчетного характера.

Цель курсового проекта – получить навыки расчета и выбора электрооборудования, составления технической документации, закрепить навыки чтения и составления электрических схем.

При выполнении курсового проекта учащимся необходимо: полностью записывать текст задания и исходные данные; чертежи, условные обозначения элементов схем и сами схемы выполнять аккуратно согласно стандартам ЕСКД и ЕСТД; во всех расчетах сначала записывать пояснения, формулу, затем подставлять в нее числовые значения. Обязательно привести список литературы, дату выполнения работы и подпись учащегося.

При нарушении правил выбора варианта, а также при выполнении заданий не в полном объеме работа не рецензируется и возвращается учащемуся.

Задание и исходные данные для курсового проекта

Для схемы электроснабжения предприятия (рисунок1.1) по исходным данным (таблица 1.1) определить:

1. По величине естественного коэффициента мощности $cos\varphi_1$ и средней мощности P_C рассчитать необходимое количество и выбрать тип конденсаторов или комплектной конденсаторной установки для компенсации реактивной мощности до значения $cos\varphi_2$ = 0,98 (на сборных шинах ГПП). При определении средней мощности P_C принять годовое число использования максимальной нагрузки T_M =4000*ч*, а число часов работы предприятия $T_Г$ =5000*ч*. Расчетный максимум нагрузки P_M определить методом коэффициента спроса. Составить схему подключения конденсаторов к сети.

2. Определить величину оптимального напряжения для схемы внешнего электроснабжения. Расстояние от РП до ГПП равно l_1.Стандартное значение $U_{ОПТ}$ принять ближайшее к нестандартному, определенному по формуле.

3. Определить мощность и выбрать трансформаторы *35(110)/6кВ* и *6/0,4 кВ* ГПП.

4. Выбрать провода воздушной линии электроснабжения и кабели для подключения ТП предприятия. Длина воздушной линии l_1, кабельной l_2.

5. Рассчитать токи к.з. для точек схемы, назначенных на рис.1 и проверить оборудование ГПП по токам к.з. Мощность короткозамкнутой цепи $S_{к.з.}$ для шин 35 кВ равна 600 МВА, для шин 110 кВ-1200 МВА.

6. Рассчитать продольную дифференциальную защиту трансформаторов ГПП. Привести схему защиты.

7. Составить схему МТЗ с независимой от тока выдержкой времени.

8. Рассчитать заземление ГПП, приняв удельное сопротивление грунта с=$2{,}5 * 10^4$ Ом$*$см.

Пример выполнения курсового проекта

Таблица 1.1 Исходные данные

Длины линий, км		Данные для ГПП			Приемники 380 В		
Воз-ду-шной l_1	Ка-бель-ной l_2	групповая номи-нальная мощность $P_{н1}$, кВт	естест-вен-ный $cos\varphi_1$	коэффи-циент участия в мак-симуме Км1	группо-вая номи-нальная мощ-ность $P_{н2}$, кВт	естест-вен-ный $cos\varphi_2$	коэффи-циент участия в мак-симуме $К_{м2}$
10	0,5	4400	0,89	0,9	700	0,76	0,78

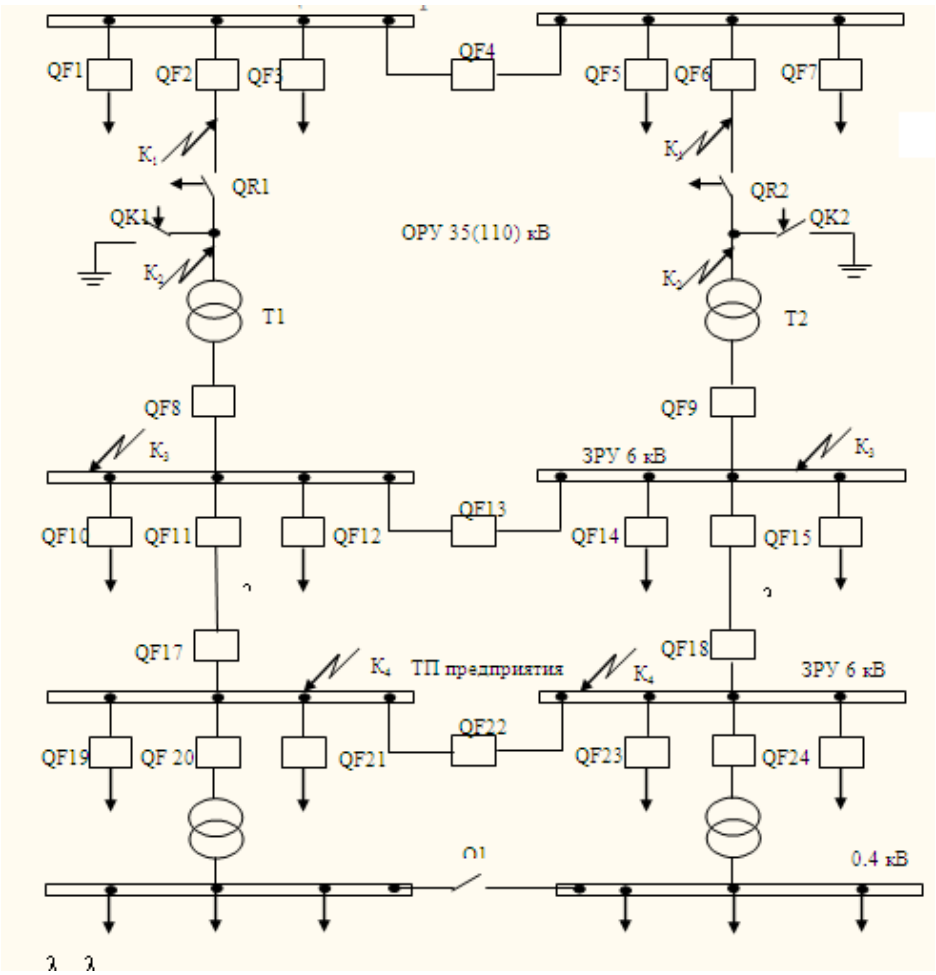

Рисунок 1.1 - Схема электроснабжения предприятия

Содержание

Введение

1. Выбор конденсаторной установки

1.1 Расчет электрических нагрузок

1.2 Расчет компенсирующей установки

2. Определение величины оптимального напряжения

3. Выбор силовых трансформаторов

4. Выбор сечения проводников

4.1 Выбор сечения проводников внешнего электроснабжения

4.2 Выбор сечения проводников кабельной линии

5. Расчет токов короткого замыкания

6. Выбор оборудования и проверка его по токам к.з.

6.3 Короткозамыкатели

7.Продольно-дифференциальная защита трансформаторов ГПП

8. Расчет параметров срабатывания МТЗ

9. Расчет заземления ГПП

Заключение

Список использованных источников

1. Выбор конденсаторной установки

1.1 Расчет электрических нагрузок

1.1.1 Определяем расход электрической энергии $W_г$, МВт

$$W_Г = P_{H\Sigma} \cdot T_Г \cdot K_H, \text{кВт}, \quad (1.1)$$

где $P_{H\Sigma}$ - суммарная номинальная мощность ГПП;

$T_Г$ - годовое число часов работы предприятия, $T_Г = 5000ч$;

K_H - коэффициент использования активной мощности, $K_H = 0{,}5$.

Суммарная номинальная мощность ГПП равна

$$P_{H\Sigma} = P_{H1} + P_{H2}, \text{кВт}, \quad (1.2)$$

где P_{H1} – групповая номинальная мощность для ГПП;

P_{H2} – групповая номинальная мощность приемников 380В.

$$P_{H\Sigma} = P_{H1} + P_{H2}$$

Определяем коэффициент спроса $К_с$

$$K_C = K_H \cdot K_M \quad (1.3)$$

где $К_м$ – коэффициент максимума.

$$K_M = \frac{T_Г}{T_M} \quad (1.4)$$

Раздельный расчет проводим для ГПП и ТП.

1.1.2 Расчет для ГПП

a) Расчетный максимум активной нагрузки:

$$P_{M1} = P_{H1} \cdot K_{\Sigma 1} \cdot K_C, \text{кВт} \quad (1.5)$$

где $K_{\Sigma 1} = 0{,}9$ - коэффициент совмещения максимумов.

b) Расчетный максимум реактивной нагрузки:

$$Q_{M1} = P_{M1} \cdot tg\varphi_1, \text{кВар}, \quad (1.6)$$

где $tg\varphi_1 = 0{,}51$ - определяется согласно известному $\cos\varphi_1 = 0{,}89$.

c) Расчетный максимум полной нагрузки:

$$S_{M1} = \sqrt{P_{M1}^2 + Q_{M1}^2} \quad (1.7)$$

d) Средняя мощность:

$$P_{C1} = \frac{P_{M1}}{K_M} \quad (1.8)$$

1.1.3 Расчет для ТП

а) Расчетный максимум активной нагрузки:

$$P_{M2} = P_{H2} \cdot K_{\Sigma 2} \cdot K_C, \text{кВт}, \quad (1.9)$$

где $K_{\Sigma 2} = 0{,}78$ - коэффициент совмещения максимумов.

б) Расчетный максимум реактивной нагрузки:

$$Q_{M2} = P_{M2} \cdot tg\varphi_2, кВар, \quad (1.10)$$

где $tg\varphi_2 = 0{,}86$ - определяется согласно известному $\cos\varphi_2 = 0{,}76$.

с) Расчетный максимум полной нагрузки:

$$\mathrm{S_{M2}} = \sqrt{\mathrm{P_{M2}^2 + Q_{M2}^2}} \quad (1.11)$$

д) Средняя мощность:

$$\mathrm{P_{C2}} = \frac{\mathrm{P_{M2}}}{\mathrm{K_M}} \quad (1.12)$$

1.2 Расчет компенсирующей установки

1.2.1 Уменьшения потерь на сборных шинах ГПП

Для уменьшения потерь, возникающих в результате присутствия реактивной мощности, используем компенсирующую установку на сборных шинах ГПП. Она компенсирует реактивную мощность, возникающую при работе активно–индуктивных приемников, изменением коэффициента мощности от первоначального значения на шинах ГПП ($\cos\varphi_1$=0,86) до необходимого заданного значения ($\cos\varphi$=0,98).

$$Q_{КУ} = \alpha \cdot P_{С1} \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi\ ), кВар, \tag{1.13}$$

где $\alpha \approx 0{,}9$ - коэффициент загрузки приемников по активной мощности;

$tg\varphi\ = 0{,}2$ - определяется согласно известному $\cos\varphi\ = 0{,}98$.

Мощность каждой из двух используемых конденсаторных установок:

$$Q_{КУ1} = \frac{Q_{КУ}}{2} \tag{1.14}$$

По рассчитанным данным выбираем две конденсаторных установки типа УК-0,38-450 НЛ(П). Технические характеристики выбранной установки приведены в таблице 1.2.

Применяем автоматическое регулирование мощности конденсаторной установки по напряжению на шинах подстанции. Принципиальная схема автоматического одноступенчатого регулирования мощности конденсаторной батареи по напряжению приведена на рисунке 1.2.

Таблица 1.2 - Технические характеристики конденсаторной установки

Тип конденсаторной установки	
Номинальная реактивная мощность, кВар	
Номинальное напряжение, кВ	
Диапазон установок напряжения, $\%\ U_{ном}$	

Продолжение табл.1.2

Диапазон изменения зоны нечувствительности, % $U_{ном}$	
Число управляемых ступеней	
Масса, кг	

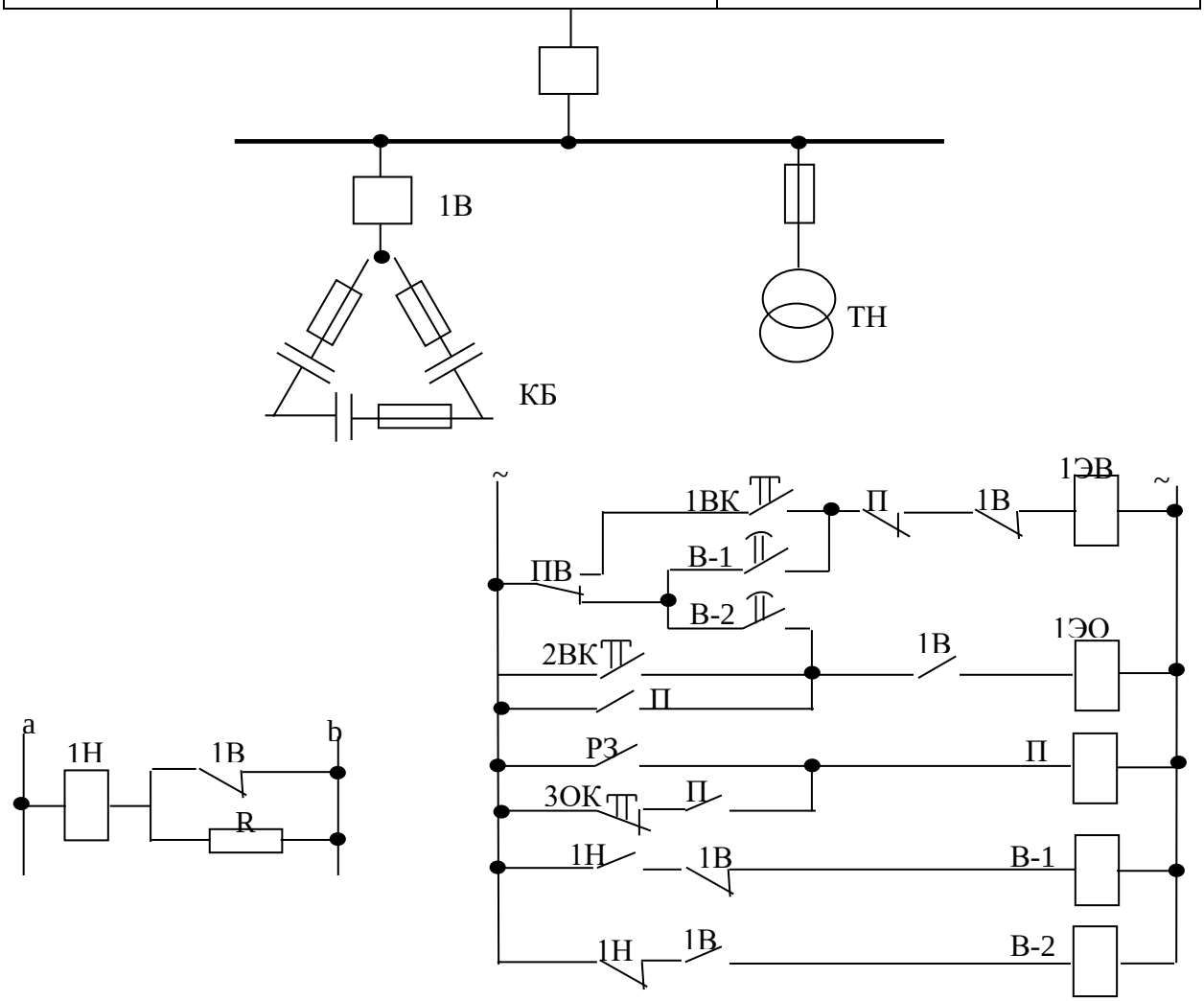

Рисунок 1.2 - Схема автоматического одноступенчатого регулирования мощности конденсаторной батареи по напряжению

В качестве пускового органа схемы используют реле минимального напряжения, имеющее один замыкающий и один размыкающий контакты. При понижении напряжения на подстанции ниже заданного предела реле 1Н срабатывает и замыкает свой размыкающий контакт 1Н в цепи реле В-1. Реле В-1 с заданной выдержкой времени замыкает свой размыкающий контакт в цепи электромагнита включения выключателей и выключатель автоматиче-

ски включается. При повышении напряжения на шинах подстанции выше предельного значения реле 1Н возвращается в исходное состояние, размыкает свой контакт 1Н в цепи реле В-2. Реле В-2 срабатывает и с заданной выдержкой времени отключает выключатель 1В. Конденсаторная батарея отключается. Для отключения конденсаторной батареи от защиты предусмотрено промежуточное реле П. При действии защиты реле П срабатывает и в зависимости от положения выключателя осуществляет отключение выключателя, если он включен, или предотвращает включение выключателя на КЗ размыканием размыкающего контакта П.

При многоступенчатом регулировании напряжение срабатывания пускового реле для каждой ступени выбирают в зависимости от заданного режима напряжения в сети.

2. Определение величины оптимального напряжения

2.1 Определение напряжния

По формуле Нигосова С.Н. определяем нестандартное напряжение U, кВ

$$U = 16\sqrt[4]{P_{C1} \cdot l}, кВ, \qquad (2.1)$$

где l - длина воздушной линии, $l = 13 км$;

P_{C1} - передаваемая мощность, МВА.

Выбираем из ряда стандартных ближайшее значение напряжения внешнего электроснабжения U=35 кВ.

3.Выбор силовых трансформаторов

В соответствии с требованиями ПУЭ для исследуемой системы следует использовать два трансформатора на ГПП и два трансформатора на ТП.

Начальная мощность каждого трансформатора для ГПП

$$S_{M1} = \sqrt{P_{M1}^2 + \left(Q_{M1} - Q_{KY}\right)^2} \tag{3.1}$$

$$S_{HT1} \geq 0{,}7 \cdot S_{M1} \tag{3.2}$$

Выбираем два трансформатора типа ТМ-2500/35. Технические характеристики трансформатора приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Технические характеристики трансформатора ТМ-2500/35

Тип трансформатора	P_H, кВА	Сочетание напряжений, кВ		Потери, кВт		U_K,%	i_0,%
		ВН	НН	P_X	P_K		

Номинальная мощность каждого трансформатора для ТП

$$S_{M2} = \sqrt{P_{M2}^2 + Q_{M2}^2} \tag{3.3}$$

$$S_{HT2} \geq 0{,}7 \cdot S_{M2} \tag{3.4}$$

Выбираем два трансформатора типа ТМ-400/10. Технические характеристики трансформатора приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Технические характеристики трансформатора ТМ-400/10

Тип трансформатора	P_H кВт	Сочетание напряжений, кВ		Потери, кВт		U_K,%	i_0,%
		ВН	НН	P_X	P_K		

4. Выбор сечения проводников

4.1Выбор сечения проводников внешнего электроснабжения (ВЛ)

4.1.1 Определяем ток нагрузки I_{M1}, А, соответствующий макс нагрузки на 35Кв

$$I_{M1} = \frac{P_{M1}}{\sqrt{3} \cdot U_{C1} \cdot \cos\varphi_2} :$$

По току нагрузки, соответствующему напряжению 35кВ выбираем следующую марку голых сталеалюминевых проводов (таблица 4.1)

Таблица 4.1 - Токовая нагрузка голых сталеалюминевых проводов

Алюминиевые провода	
Марка	Токовая нагрузка, А

4.2 Выбор сечения проводников кабельной линии

4.2.1 Выбор производим по экономической плотности тока $S_э$, мм^2

$$S_Э = \frac{I_M}{j_Э} \text{ ,мм}^2 \text{ ,} \qquad (4.2)$$

гдеI_M – ток в линии;

$j_э$ – экономическая плотность тока, А/мм^2, $j_э$=1,4 А/мм^2.

$$I_M = \frac{P_{M2}}{\sqrt{3} \cdot U_{C2} \cdot \cos\varphi_2} = \frac{341{,}3}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 0{,}98} = 33{,}6A$$

$$S_Э = \frac{I_M}{j_Э} = \frac{33{,}6}{1{,}4} = 24мм^2 \qquad (4.3)$$

По справочнику принимаем сечение проводников с большим ближайшим нормированным током нагрузки (таблица 4.2).

Таблица 4.2 - Кабели силовые с алюминиевыми жилами

Номинальное напряжение, кВ	Число и сечение жил, мм^2	ААБ	
		Наружный диаметр, мм	Масса 1км кабеля, т

5. Расчет токов короткого замыкания

Принимаем и рассчитываем базисные значения. За базисную мощность $S_Б$ принимаем мощность, равную 100МВт, а за базисные напряжения принимаем напряжения равные следующим значениям (таблица 5.1).Схема замещения для расчета токов к.з. приведена на рисунке 5.1.

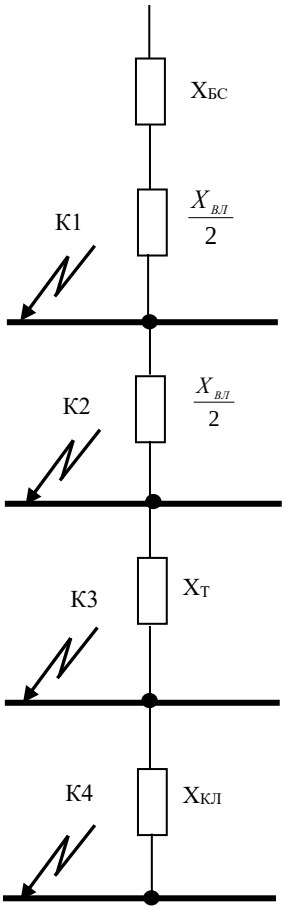

Рисунок 5.1 - Схема замещения для расчета токов к. з.

Определим базисный ток для ГПП $I_{Б1}$, кА

$$I_{Б1} = \frac{S_Б}{\sqrt{3}U_{Б1}} = \tag{5.1}$$

Определяем базисный ток для ТП $I_{Б2}$, кА

$$I_{Б2} = \frac{S_Б}{\sqrt{3}U_{Б2}} = \tag{5.2}$$

Таблица 5.1 - Базисные условия

$S_Б, МВт$	$U_{Б1}, кВ$	$U_{Б2}, кВ$	$I_{Б1}, кА$	$I_{Б2}, кА$

Определяем сопротивление элементов схемы замещения в базисных единицах:

1. Сопротивление системы $x_{Б.С.}$

$$x_{Б.С.} = \frac{S_Б}{S_{КЗ}} \tag{5.3}$$

2. Сопротивление воздушной линии $x_{Б.ВЛ.}$

$$x_{Б.ВЛ.} = x_{УД} \cdot l_1 \frac{S_Б}{U_{Б1}^2} = \tag{5.4}$$

3. Сопротивление трансформатора ГПП $x_{Б.Т.}$

$$x_{Б.Т.} = \frac{U_{КЗ1}\%}{100} \cdot \frac{S_Б}{S_{НТ}} \tag{5.5}$$

4. Сопротивление кабельной линии $x_{Б.КЛ.}$

$$x_{Б.КЛ.} = x_{УД} \cdot l_2 \frac{S_Б}{U_{Б2}^2} \tag{5.6}$$

Рассчитаем эквивалентные сопротивления точек КЗ, и так как все элементы схемы замещения включены последовательно, то расчет производится путем алгебраического сложения сопротивлений этих элементов для каждой точки КЗ, обозначенной на схеме замещения. Результаты расчета эквивалентных сопротивлений и токов короткого замыкания для всех точек КЗ сведены в таблицу 5.2. Ниже приведены формулы, используемые при расчете:

1. Начальное значение периодической составляющей тока КЗ:

$$I_{t=0} = \frac{S_Б}{\sqrt{3} \cdot U_Б \cdot x_Э}, \text{ к} \tag{5.7}$$

2. Ударный ток в точке КЗ:

$i_У = \left(\sqrt{2} \cdot K_У\right) \cdot I_{t=0}$, кА (5.8)

где $K_У = 1{,}8$ - ударный коэффициент.

3. Наибольшее действующее значение тока КЗ:

$I_У = I_{t=0} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (K_У - 1)^2}$, кА (5.9)

4. Мощность КЗ для точки:

$S_{КЗ} = \sqrt{3} \cdot U_Б \cdot I_{t=0}$, МВА (5.10)

Таблица 5.2 - Результат расчета параметров КЗ для точек КЗ

Номер точки к.з.	$x_Э$	$I_{t=0}$, кА	$i_У$, кА	$I_У$, кА	$S_{КЗ}$, МВА
1					
2					
3					
4					

6. Выбор оборудования и проверка его по токам к.з.

6.1 Выключатели

6.1.1 Типы выбранных выключателей приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 Типы выбранных выключателей

Номинальное напряжение, кВ	Тип выключателя

Результаты проверки оборудования сведены в таблицу 6.2

Таблица 6.2 - Высоковольтные выключатели

Параметры для выбора и проверки выключателя нагрузки	Формула для выбора и проверки	Параметры выключателя,	Расчетные параметры
Номинальное напряжение выключателя нагрузки $U_{НОМ.А}$, кВ	$U_{ном.а} = U_{ном.у}$		
Номинальный длительный ток $I_{НОМ.А}$, А	$I_{ном.а} \geq I_{ном.у}$		
Номинальный ток отключения $I_{ном.о}$, кА	$I_{ном.о} \geq I_{р.о}$		
Номинальная мощность отключения	$S_{ном.о} \geq S_{р.о}$		
Допустимый ударный токКЗ $i_{у.доп}$, кА	$i_{у.доп} \geq i_{у.расч}$		

6.2 Отделители

6.2.1 Типы выбранных отделителей приведены в таблице 6.3

Таблица 6.3 - Типы выбранных отделителей

Номинальное напряжение, кВ	Тип отделителя

Выбор отделителей производим по тем же параметрам, что и выбор выключателей. Результаты выбора сведены в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 - Отделители

Параметры для выбора и проверки отделителей	Формула для выбора и проверки	Параметры выключателя,	Расчетные параметры
Номинальное напряжение выключателя нагрузки $U_{НОМ.А}$, кВ	$U_{ном.а} = U_{ном.у}$		
Номинальный длительный ток $I_{НОМ.А}$, А	$I_{ном.а} \geq I_{ном.у}$		
Допустимый ударный токКЗ $i_{у.доп}$, кА	$i_{у.доп} \geq i_{у.расч}$		

6.3 Короткозамыкатели

6.3.1 Типы выбранных короткозамыкателей приведены в таблицу 6.5

Таблица 6.5 - Типы выбранных короткозамыкателей

Номинальное напряжение, кВ	Тип короткозамыкателей

Результаты проверки оборудования сведены в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 - Короткозамыкатели

Параметры для выбора и проверки короткозамыкателей	Формула для выбора и проверки	Параметры выключателя	Расчетные параметры
Номинальное напряжение выключателя нагрузки $U_{НОМ.А}$, кВ	$U_{ном.а} = U_{ном.у}$		
Допустимый ударный ток КЗ $i_{У.ДОП}$, кА	$i_{у.доп} \geq i_{у.расч}$		
Параметры для выбора и проверки КРУ	Формула для выбора и проверки	Параметры выключателя	Расчетные параметры
Номинальный ток отключения $I_{ном.о}$, кА	$I_{ном.о} \geq I_{р.о}$		
Допустимый ударный ток КЗ $i_{У.ДОП}$, кА	$i_{у.доп} \geq i_{у.расч}$		

7 Продольно-дифференциальная защита трансформаторов ГПП

7.1 При применении реле типа РНТ-565, имеющих быстронасыщающиеся трансформаторы, ток срабатывания защиты должен быть:

$$I_{СР.З.} \geq (1{,}4 \div 2) \cdot I_{НОМ} \quad , \text{А} , \qquad (7.1)$$

где $I_{НОМ} = \frac{S_{Н.Т.}}{\sqrt{3} \cdot U_{С1}} = \frac{1802{,}4}{\sqrt{3} \cdot 37} = 28{,}16A$

Принимаем $I_{СР.З.} \geq 2 \cdot I_{НОМ}$ (7.2)

Для шин 35 кВ имеем

$I_{СР.З.} \geq 78A$

Схема продольно-дифференциальной защиты приведена на рисунке 7.1.

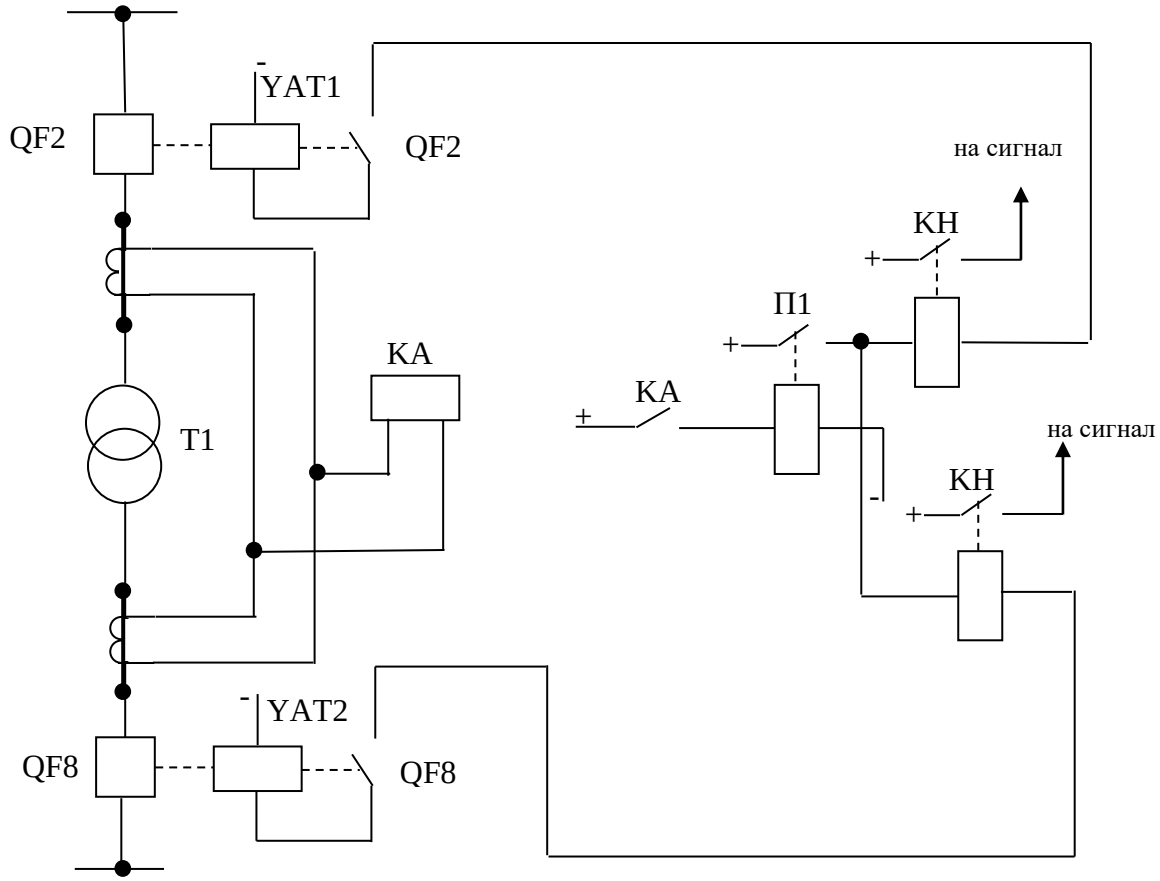

Рисунок 7.1 - Схема продольно-дифференциальной защиты

8 Расчет параметров срабатывания МТЗ

8.1. Так как на схеме в линиях высокого и низкого напряжения нет заземленной нейтрали, то необходимо использовать защиту от межфазных КЗ с независимой от тока выдержкой времени.

Ток срабатывания защиты для ГПП $I_{СР.З}$, А, определяем по формуле

$$I_{СР.З.} \geq \frac{K_{НАД} \cdot K_{С.З.}}{K_{В}} \cdot I_{Н.МАХ} \qquad (8.1)$$

Где $K_{НАД}$ = 1,2 - коэффициент надежности;

$K_{С.З.}$ = 2,2- коэффициент самозапуска;

$K_{В}$ = 0,8 - коэффициент возврата.

Для шин 35кВ $I_{Н.МАХ}$ = 59,7А, следовательно $I_{СР.З} \geq$ 197А

Схема МТЗ приведена на рисунке 8.1.

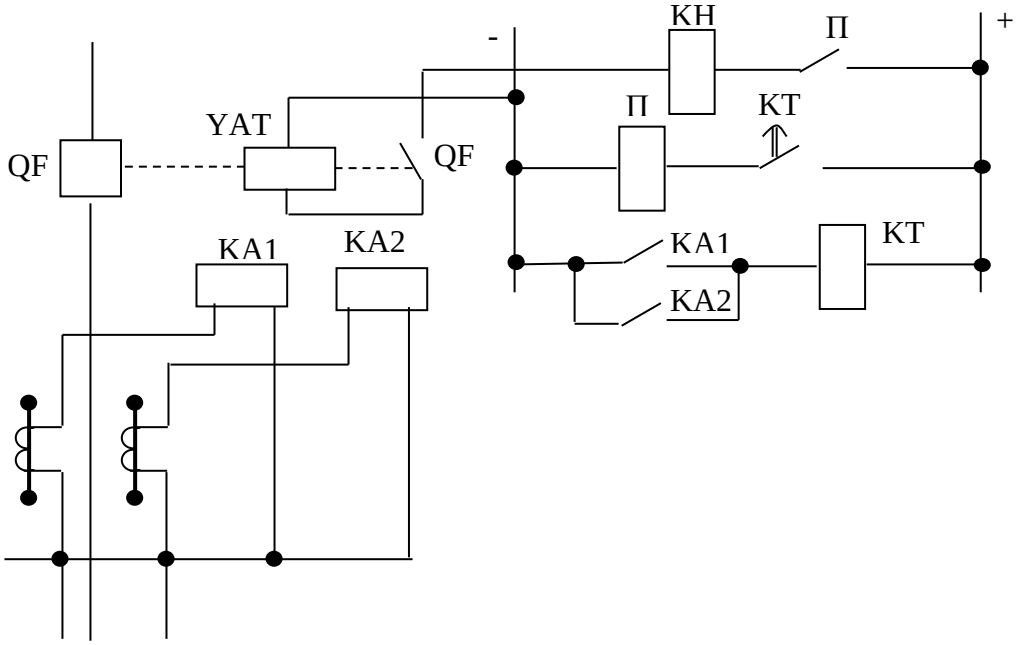

Рисунок 8.1 - Схема МТЗ

9 Расчет заземления ГПП

9.1 Значение полного тока замыкания на землю на стороне высокого напряжения $I_з$, А, определяется из выражения

$$I_З = \frac{U \cdot (35 \cdot l_{КЛ} + l_{ВЛ})}{350},\ A \qquad (9.1)$$

Для шин 35кА значение емкостного тока равно

Сопротивление заземляющего устройства для сети высокого напряжения $R_з$, Ом, равно

$$R_З \le \frac{U_З}{I_З} \le 10\ Ом, \qquad (9.2)$$

Принимаем $R_з$=____ Ом.

В качестве заземлителя необходимо выбрать прутовой электрод длиной *l* = ___*м* и диаметром *d* = ___*мм*. Тогда сопротивление одиночного прутового электрода такого исполнения определяется по эмпирической формуле

$$R_Э = 0{,}00227 \cdot \rho \qquad (9.3)$$

где $\rho = 2{,}5 \cdot 10^4$ *Ом·см* - удельное сопротивление грунта.

Количество заземлителей n определятся из выражения

$$n = \frac{R_Э}{R_З \cdot \eta} \qquad (9.4)$$

где η = 0,6 - коэффициент использования заземления.

Заключение

Современные предприятия - крупные потребители электрической энергии – предъявляют повышенные требования к электрооборудованию. Совершенствование систем электроснабжения осуществляется в направлении повышения пропускной способности их на основе повышения номинального напряжения распределительных и низковольтных сетей, с одновременным увеличением допустимой мощности короткого замыкания.

В курсовом проекте был произведен расчет схемы электроснабжения предприятия. В соответствии с исходными данными произведен расчет электрических нагрузок предприятия, выбраны понижающие трансформаторы 35/6 кВ и 6/0,38 кВ, выбрано и проверено оборудование подстанции. Также рассмотрены вопросы релейной защиты: рассчитана продольно – дифференциальная защита трансформаторов ГПП, составлена схема МТЗ с независимой от тока выдержкой времени.

Приложение 1

Текущий (действующий)		Требуемый (достижимый) cos (φ)									
tan (φ)	cos (φ)	0.80	0.82	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
		Коэффициент К									
1,73	0,50	0,98	1,03	1,11	1,19	1,25	1,31	1,37	1,45	1,63	1,73
1,64	0,52	0,89	0,94	1,02	1,10	1,16	1,22	1,28	1,35	1,44	1,64
1,56	0,54	0,81	0,86	0,94	1,02	1,07	1,13	1,20	1,27	1,36	1,56
1,48	0,56	0,73	0,78	0,86	0,94	1,00	1,05	1,12	1,19	1,28	1,48
1,40	0,58	0,65	0,70	0,78	0,86	0,92	0,98	1,04	1,11	1,20	1,40
1,33	0,60	0,58	0,63	0,71	0,79	0,85	0,91	0,97	1,04	1,13	1,33
1,30	0,61	0,55	0,60	0,68	0,76	0,81	0,87	0,94	1,01	1,10	1,30
1,27	0,62	0,52	0,57	0,65	0,73	0,78	0,84	0,91	0,99	1,06	1,27
1,23	0,63	0,48	0,53	0,61	0,69	0,75	0,81	0,87	0,94	1,03	1,23
1,20	0,64	0,45	0,50	0,58	0,66	0,72	0,77	0,84	0,91	1,00	1,20
1,17	0,65	0,42	0,47	0,55	0,63	0,68	0,74	0,81	0,88	0,97	1,17
1,14	0,66	0,39	0,44	0,52	0,60	0,65	0,71	0,78	0,85	0,94	1,14
1,11	0,67	0,36	0,41	0,49	0,57	0,63	0,68	0,75	0,82	0,90	1,11
1,08	0,68	0,33	0,38	0,46	0,54	0,59	0,65	0,72	0,79	0,88	1,08
1,05	0,69	0,30	0,35	0,43	0,51	0,56	0,62	0,69	0,76	0,85	1,05
1,02	0,70	0,27	0,32	0,40	0,48	0,54	0,59	0,66	0,73	0,82	1,02
0,99	0,71	0,24	0,29	0,37	0,45	0,51	0,57	0,63	0,70	0,79	0,99
0,96	0,72	0,21	0,26	0,34	0,42	0,48	0,54	0,60	0,67	0,76	0,96
0,94	0,73	0,19	0,24	0,32	0,40	0,45	0,51	0,58	0,65	0,73	0,94
0,91	0,74	0,16	0,21	0,29	0,37	0,42	0,48	0,55	0,62	0,71	0,91
0,88	0,75	0,13	0,18	0,26	0,34	0,40	0,46	0,52	0,59	0,68	0,88
0,86	0,76	0,11	0,16	0,24	0,32	0,37	0,43	0,50	0,57	0,65	0,86
0,83	0,77	0,08	0,13	0,21	0,29	0,34	0,40	0,47	0,54	0,63	0,83
0,80	0,78	0,05	0,10	0,18	0,26	0,32	0,38	0,44	0,51	0,60	0,80
0,78	0,79	0,03	0,08	0,16	0,24	0,29	0,35	0,42	0,49	0,57	0,78
0,75	0,80		0,05	0,13	0,21	0,27	0,32	0,39	0,46	0,55	0,75
0,72	0,81			0,10	0,18	0,24	0,30	0,36	0,43	0,52	0,72
0,70	0,82			0,08	0,16	0,21	0,27	0,34	0,41	0,49	0,70
0,67	0,83			0,05	0,13	0,19	0,25	0,31	0,38	0,47	0,67
0,65	0,84			0,03	0,11	0,16	0,22	0,29	0,36	0,44	0,65
0,62	0,85				0,08	0,14	0,19	0,26	0,33	0,42	0,62
0,59	0,86				0,05	0,11	0,17	0,23	0,30	0,39	0,59
0,57	0,87					0,08	0,14	0,21	0,28	0,36	0,57
0,54	0,88					0,06	0,11	0,18	0,25	0,34	0,54
0,51	0,89					0,03	0,09	0,15	0,22	0,31	0,51
0,48	0,90						0,06	0,12	0,19	0,28	0,48
0,46	0,91						0,03	0,10	0,17	0,25	0,46
0,43	0,92							0,07	0,14	0,22	0,43
0,40	0,93							0,04	0,11	0,19	0,40
0,36	0,94								0,07	0,16	0,36
0,33	0,95									0,13	0,33

Приложение 2

Комплектные конденсаторные установки

0,38 кВ		10,5 кВ	
Тип конденсаторной установки	Мощность, квар	Тип конденсаторной установки	Мощность, квар
для осветительных сетей			
УК2-0,38-50	50	УКЛ-10,5-450	450
УК3-0,38-75	75	УКЛ-10,5-900	900
УК4-0,38-100	100	УКЛ-10,5-1350	1350
для силовых сетей			
УКБН-0,38-100-50	100	УКЛ-10,5-1800	1800
УКБТ-0,38-150	150	УКЛ-10,5-2700	2700
УКТ-0,38-150	150		
УКБ-0,38-150	150		
УКБН-0,38-200-50	200		
УКЛН-0,38-300-150	300		
УКЛН-0,38-450-150	450		
УКЛН-0,38-600-150	600		

Обозначения: Б – бесшкафного исполнения; Н, Т – регулирование по напряжению, току; Л – левое расположение вводной ячейки.

Приложение 3

Допустимые длительные токи для кабелей напряжением до 1 кВ с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм^2	Ток кабелей, А				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385

Приложение 4

Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией в свинцовой или алюминиевой оболочке

Сечение жилы, мм^2	Ток кабелей, А					
	одно-жильных до 1 кВ	двух-жильных до 1 кВ	трехжильных напряжением, кВ			четырех-жильных до 1 кВ
			до 3	6	10	
6	-	60/42	55/35	-	-	-
10	110/75	80/55	75/46	60/42	-	65/45
16	135/90	110/75	90/60	80/50	75/46	90/65
25	180/125	140/100	125/80	105/70	90/65	115/75
35	220/155	175/115	145/95	125/85	115/80	135/95
50	275/190	210/140	180/120	155/110	140/105	165/110
70	340/235	250/175	230/155	190/135	165/130	200/140
95	400/375	290/210	260/190	225/165	205/155	240/165
120	460/320	335/245	300/220	260/120	240/185	270/200
150	520/360	385/290	330/255	300/225	275/210	385/230
185	580/405	-	380/290	340/250	310/235	345/260
240	675/470	-	440/330	390/290	355/270	-

Примечание. Перед чертой указаны токи кабелей, прокладываемых в земле; за чертой – прокладываемых в воздухе.

Приложение 5

Основные технические характеристики магистральных шинопроводов переменного тока ШМА4

№ п/п	Показатели	ШМА4-1250	ШМА4-1600	ШМА4-2500	ШМА4-3200
1	Номинальный ток, А	1250	1600	2500	3200
2	Номинальное напряжение, В	660	660	660	660
3	Электродинамическая стойкость, кА	70	70	70	70
4	Сопротивление на фазу, Ом/км:				
	активное	0,0338	0,0297	0,0169	0,0150
	индуктивное	0,0161	0,0143	0,0082	0,0072
5	Полное сопротивление петли фаза-нуль, Ом/км	0,0862	0,0872	0,0822	0,053
6	Линейная потеря напряжения В, на 100 м при $I_{ном}$, cosφ = 0,8 и нагрузке, сосредоточенной в конце линии	8,93	9,13	9,7	9,0
7	Степень защиты по ГОСТ 14254-80	IP44	IP44	IP44	IP44

Приложение 6

Основные технические характеристики троллейного шинопровода ШМТ-АУ2

№ п/п	Показатель	Номинальный ток ШМТ-АУ2	
		250А	400А
1	Электродинамическая стойкость, кА	10	15
2	Номинальный ток токосъемной каретки, А	40	-
3	Номинальный ток спаренных токосъемных кареток, А	-	63
4	Степень защиты	IP21	IP21

Приложение 7

Значения экономической плотности тока для алюминиевых проводников

Проводники	Экономическая плотность тока, А/мм^2, при числе часов максимума нагрузки в год		
	более 1000 до 3000	более 3000 до 5000	более 5000
Неизолированные провода и шины	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией	1,6	1,4	1,2
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией	1,9	1,7	1,6

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
Отделение среднего профессионального образования

Утверждаю
Зав. учебной частью СФ ВолгГТУ
_____ Е.А. Кизилова
«____»_____20____ г.

ЗАДАНИЕ

курсовой проект

Тема курсового проекта:

Электроснабжение промышленных зданий

Тема курсового проекта

По дисциплине: *МДК.03.01 Внешнее электроснабжение промышленных и гражданских здани*

Специальность: *08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий*

Студент группы: _____

Ф.И.О. студента

Исходные данные:

Для схемы электроснабжения предприятия (см. рисунок) по исходным данным (см. таблица) определить:

1. По величине естественного коэффициента мощности $\cos\varphi_1$ и средней мощности P_C рассчитать необходимое количество и выбрать тип конденсаторов или комплектной конденсаторной установки для компенсации реактивной мощности до значения $\cos\varphi_2$**=0,98** (на сборных шинах ГПП). При определении средней мощности P_C принять годовое число использования максимальной нагрузки T_M***=4000ч***, а число часов работы предприятия T_I***=5000ч***. Расчетный максимум нагрузки P_M определить методом коэффициента спроса. Составить схему подключения конденсаторов к сети.
2. Определить величину оптимального напряжения для схемы внешнего электроснабжения. Расстояние от РП до ГПП равно l_1.Стандартное значение $U_{ОПТ}$ принять ближайшее к нестандартному, определенному по формуле.
3. Определить мощность и выбрать трансформаторы **35(110)/6** кВ и **6/0,4** кВ ГПП.
4. Выбрать провода воздушной линии внешнего электроснабжения и кабели для подключения ТП предприятия. Длина воздушной линии l_1, кабельной l_2.
5. Рассчитать токи к.з. для точек схемы, назначенных на рис.1 и проверить оборудование ГПП по токам к.з. Мощность короткозамкнутой цепи $S_{КЗ}$ для шин **35** кВ равна **600** МВА, для шин **110** кВ-**1200** МВА.
6. Рассчитать продольную дифференциальную защиту трансформаторов ГПП. Привести схему защиты.
7. Составить схему МТЗ с независимой от тока выдержкой времени.
8. Рассчитать заземление ГПП, приняв удельное сопротивление грунта c**=2,5 * 10^4** Ом * см.

Таблица 1.

Длины линий, км		Данные для ГПП			Приёмники 380 В		
Воздушной l_1	Кабельной l_2	Групповая номинальная мощность P_{H1},кВт	Естественный $\cos\varphi_1$	Коэффициент участия в максимуме K_{M1}	Групповая номинальная мощность P_{H1},кВт	Естественный $\cos\varphi_2$	Коэффициент участия в максимуме K_{M2}
5	1,1	3000	0,86	0,9	800	0,75	0,78

Содержание проекта

1.Расчёт необходимого количества и выбор типа конденсаторов или комплектной конденсаторной установки

2.Определение величины оптимального напряжения для схемы внешнего электроснабжения.

3.Определение мощности и выбор трансформаторов 35(110)/6 кВ и 6/0,4 кВ ГПП

4.Выбор проводов воздушной линии внешнего электроснабжения и кабелей для подключения ТП предприятия.

5.Расчёт токов к.з. для точек схемы, назначенных на рис.1 и проверка оборудования ГПП по токам к.з.

6.Расчёт продольной дифференциальной защиты трансформаторов ГПП.

7.Составление схемы МТЗ с независимой от тока выдержкой времени.

8.Расчёт заземления ГПП

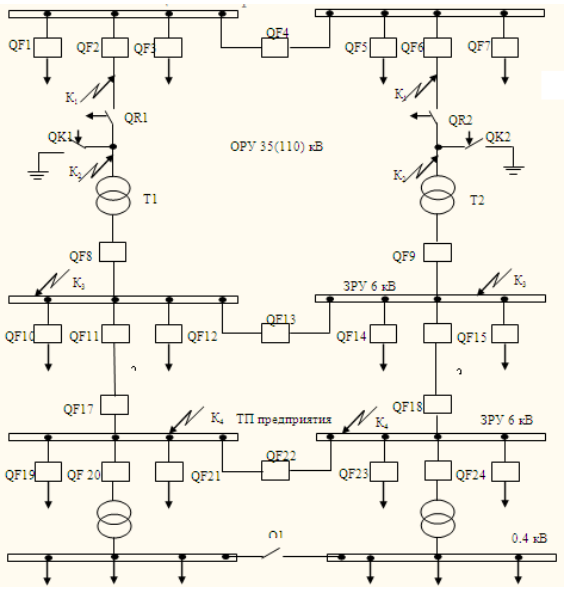

Рисунок 1- Схема электроснабжения предприятия

Список рекомендуемой литературы

1.Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии : учебное пособие для СПО / В. В. Жуловян. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 424 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04293-1. — Эбс Юрайт Режим доступа :www.biblio-online.ru/book/7B1A12AE-2530-442F-BFEF-D09E63CBFC87.

2. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для СПО / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 6-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 181 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00798-5. — Эбс Юрайт Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/EE5F64A6-A77B-4C73-9C6F-4EBBDD709D02.

3. Кацман, М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому приводу : учеб. пособие для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования / М. М. Кацман. - 7-е изд., стер. - М. : Издательский центр "Академия", 2011. - 256с. - ISBN 978-5-7695-8195-3 5

5. Киреева, Э. А. Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий : учебное пособие / Э. А. Киреева ; Э. А. Киреева . - М : Кнорус, 2011. - 368с. - библиогр. с. 366. - ISBN 978-5-406-00858-4 5

6.Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие для СПО / А. А. Сивков, А. С. Сайгаш, Д. Ю. Герасимов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 173 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-01344-3. — Эбс Юрайт Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/892D4BAB-999E-4B8F-B2C6-F391EE9DAA7C.

7. 3. Фролов, Ю. М. Основы электроснабжения / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. - СПб : Лань, 2012. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-1385-0 Эбс Лань https://e.lanbook.com/book/4544#authors

8. Электротехника и электроника в 3 т. Том 3. Основы электроники и электрические измерения : учебник и практикум для СПО / Э. В. Кузнецов, Е. А. Куликова, П. С. Культиасов, В. П. Лунин ; под общ. ред. В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 234 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03756-2. — Эбс Юрайт Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/768A0873-283C-41F2-B4D0-6E87767A3848.

Дата выдачи задания: «___» _____20___г. Срок сдачи проекта: «____» _____20___г.

Руководитель курсового проекта _____ /_____/

Рассмотрен на заседании ПЦК

Протокол от «____» _____ 20____ г. № _____

Председатель ПЦК _____ Н.Ю.Сидорова

Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины:

п/п	Наименованиеиздания	Доступ ресурса (ИБЦ (ВолгГТУ), ИБЦ (ИАиС))
1	БиблиотекаВолгГТУ	http://library.vstu.ru/
2	Библиотека ИАиС ВолгГТУ	http://lib.vgasu.ru
3	ЭБС «Лань»	http://e.lanbook.com/
4	ЭБС «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru
5	Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU»	http://elibrary.ru

Периодические издания:

1. Arctic Environmental Research. Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова.
2. Электротехнические и информационные комплексы и системы. Уфимский государственный университет экономики и сервис.
3. Электротехнические и информационные комплексы и системы. Уфимский государственный университет экономики и сервис.
4. Автоматика на транспорте. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.
5. Электротехнические и информационные комплексы и системы. Уфимский государственный университет экономики и сервис.
6. Экология и безопасность жизнедеятельности. Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет.
7. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника.
8. Экономические и социально-гуманитарные исследования. Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники».
9. Электротехнические и информационные комплексы и системы. Уфимский государственный университет экономики и сервис.
10. Journal of Economics and Social Sciences. Томский политехнический университет.
11. Актуальные проблемы в машиностроении. Новосибирский государственный технический университет.