

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

Ли Янь-янь

Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В071800 – Электроэнергетика

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӨТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТИ

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующего кафедрой
доктор PhD, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев
" 21 " 05 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: " Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода"

по специальности 5В071800 – Электроэнергетика

Выполнила

Ли Янь-янь

Рецензент

Доктор PhD, доцент АУЭС

 Алмуратова Н. К.
" " " 2019 г.

Научный руководитель

доктор PhD, ассистент профессор

 Сарсенбаев Е. А.
" 21 " 05 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

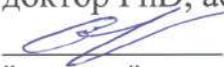
Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

5B071800 – Электроэнергетика

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой
доктор PhD, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев
" 7 " 04 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающейся: *Ли Янь-янь*

Тема: *Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода*

Утверждена приказом проректора № 1912-б от «1» апреля 2019 г.

Срок сдачи законченного проекта «б» мая 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Исходные расчетные данные по заводу, в том числе: осветительная нагрузка, силовая нагрузка и схема предприятия.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Расчет электрических нагрузок завода;

б) Расчет показателей надежности электроснабжения;

в) Технико-экономический расчет;

г) Электробезопасность.

Перечень графического материала: представить в виде презентации.

Рекомендуемая основная литература: 20 наименований.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Расчет электрических нагрузок завода	11.04.2019	<i>нет</i>
Расчет показателей надежности электроснабжения	18.04.2019	<i>нет</i>
Технико-экономический расчет	25.04.2019	<i>нет</i>
Электробезопасность	02.05.2019	<i>нет</i>

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Сарсенбаев Е. А. доктор PhD	<i>11.04.19</i>	
Технико-экономический расчет	Сарсенбаев Е. А. доктор PhD	<i>18.04.19</i>	
Электробезопасность	Сарсенбаев Е. А. доктор PhD	<i>25.04.19</i>	
Нормоконтролер	Балгаев Н.Е. доктор PhD	<i>21.05.2019</i>	

Научный руководитель _____  Сарсенбаев Е. А.

Задание приняла к исполнению обучающаяся  Ли Янь-янь

Дата _____ "1" _____ 04 2019 г.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ли Яньянь

Название: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:7,2

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:347

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

..... 27.05.2019

..... 

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допущена к защите

21.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ли Яньянь

Название: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:7,2

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:347

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

..... 21.05.19

Дата

..... 

Подпись Научного руководителя

РЕЦЕНЗИЯ

на _____
_____ дипломную работу _____
(наименование вида работы)

_____ Ли Яньянь _____
(Ф.И.О. обучающегося)

_____ 5B071800 - Электроэнергетика _____
(шифр и наименование специальности)

На тему: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ слайдах
- б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В дипломной работе произведено проектирование электроснабжения завода для тракторных запчастей. Рассчитана осветительная и силовая нагрузка на 0,4 кВ. На основании этих расчетов выбрано 12 цеховых трансформаторов типа ТМЗ-1000/10 и проведена компенсация реактивной мощности на 0,4 кВ батареями конденсаторов типа УКЗ-0,38-75 УЗ. Полная мощность завода составила $S_p = 20174,4$ кВА.

Произведен расчет трехфазных токов короткого замыкания на шинах ГПП, выбраны защитная и коммутационная аппаратура, силовые кабели, контрольно-измерительная аппаратура.

В специальной части проведен расчет качества напряжения и предложены меры для его улучшения.

Спроектированная система электроснабжения завода запчастей для тракторов удовлетворяет ряду требований: высокая надежность и экономичность, безопасность и удобство в эксплуатации, обеспечено требуемое качество электроэнергии, соответствующие уровни напряжения

Замечания:

1) в расчетно-пояснительной записке встречаются грамматические и орфографические ошибки

Оценка работы

Дипломная работа заслуживает оценки хорошо 80%, а дипломница Ли Яньянь академической степени бакалавр техники и технологий по специальности 5B071800 - Электроэнергетика

_____ Рецензент
_____ Доктор PhD, доцент АУЭС
(должность, уч. степень, звание)

_____ (подпись)
_____ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И
_____ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

_____ Алмуратова Н.К.

_____ 2019 г.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на _____ дипломную работу _____
(наименование вида работы)
_____ Ли Яньянь _____
(Ф.И.О. обучающегося)
_____ 5B071800 – Электроэнергетика _____
(шифр и наименование специальности)

Тема: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода

Ли Яньянь приступила к выполнению дипломной работы в соответствии с графиком.

В дипломной работе произведено проектирование электроснабжения завода.

Представлены сведения по технологии производства и основному электрооборудованию, а также по экономической части и охране труда.

Выполнен полный расчет электрических нагрузок; обоснованы схемы внешнего и внутреннего электроснабжения; произведен технико-экономический расчет вариантов внешнего электроснабжения и выбран наиболее рациональный вариант; месторасположение, типы и мощности трансформаторных подстанций; составлена картограмма нагрузок; выбрана коммутационная и защитная аппаратура; выполнен расчет показателей надежности системы электроснабжения.

В экономической части произведен расчет прироста прибыли в результате сокращения перерывов в электроснабжении.

В разделе безопасности и охраны труда представлены сведения по электробезопасности, пожаробезопасности, промышленной санитарии; произведен расчет заземляющего устройства цеха.

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки «хорошо» 85%. А Ли Яньянь присвоения академической степени «бакалавр техники и технологий» по специальности 5B071800 – Электроэнергетика.

Научный руководитель

доктор PhD, ассистент профессора Сарсенбаев Е.А.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

«27» 05 2019 г.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе произведено проектирование электроснабжения завода. Представлены сведения по технологии производства и основному электрооборудованию, а также по экономической части и охране труда.

Технико-экономическое обоснование было выполнено с использованием внешних источников электропитания, и был выбран наиболее разумный вариант. Расположение подстанции, тип и мощность, а также карта нагрузки, выбранные устройства защиты, сдвига и расчет надёжности электросистемы представлены в собранном виде. Рост прибыли был рассчитан экономически в результате снижения отключений электроэнергии.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста электр станциясының құрылысы жүргізілді. Өндіріс технологиясы және негізгі электр жабдықтары, сондай-ақ экономикалық бөлік пен еңбекті қорғау туралы ақпарат ұсынылған.

Техникалық-экономикалық негіздеме сыртқы қуат көздерін пайдалану арқылы жүзеге асырылды және ең ақылға қонымды нұсқасы таңдалды. Қосалқы станцияның орналасқан жері, түрі мен көлемі, сондай-ақ жүктеме картасы, таңдалған қорғаныс, жылжымалы қондырғылар және электр жүйесінің сенімділігінің есебі жинақталған түрінде ұсынылады. Кірістің төмендеуі электр қуатын өшірудің салдарынан экономикалық тұрғыдан есептелді.

ABSTRACT

In the thesis work the design of the power plant was constructed. The information on production technology and basic electrical equipment, as well as on the economic part and labor protection are presented.

The feasibility study was carried out using external power sources, and the most reasonable option was chosen. The substation location, type and capacity, as well as the load map, selected protection, shear devices and the calculation of the electrical system reliability are presented in assembled form. Profit growth was calculated economically as a result of reduced power outages.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Система электроснабжения завода	9
1.1 Определение расчетных нагрузок по узлам питания	9
1.1.1 Исходные данные для проектирования	9
1.1.2 Расчет осветительной нагрузки	10
1.1.3 Расчет силовой нагрузки	13
1.2 Определение числа и мощности цеховых трансформаторов	20
1.3 Определение мощности высоковольтных батарей конденсаторов	22
1.4 Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания на напряжении 10 кВ	25
1.5 Выбор выключателей напряжением 10 кВ	26
1.6 Выбор силовых кабелей ГПП-ТП	28
1.7 Расчет тока короткого замыкания в точке К4	31
2 Система электроснабжения завода с расчетом показателей надежности системы электроснабжения	34
2.1 Показатели надежности	34
2.2 Применение теории надежности для проектирования системы электроснабжения	36
2.3 Расчет показателей надежности системы электроснабжения	37
2.3.1 Определение показателей надежности для одной цепи дублированной системы	39
2.3.2 Расчет показателей надежности дублированной системы электроснабжения	39
3 Техничко-экономический расчет	41
4 Электробезопасность	53

4.1	Защита от электрического тока	53
4.2	Расчет заземляющего устройства	53
	Заключение	57
	Список использованной литературы	58

ВВЕДЕНИЕ

Снабжение электрической энергией является одной из составляющих нашего государства. В настоящее время это невозможно сделать в отраслях или городах без электроснабжения. Одной из задач электроснабжения является подача электричества на каждый объект для нормальной работы и жизни.

В долгосрочной энергетической программе ожидается распространение энергосберегающих устройств и технологий в первую очередь.

В этом контексте большое значение имеет рационализация энергосбережения, в том числе снижение удельного энергопотребления и увеличение количества электроприборов в экономике.

Важной предпосылкой для этой работы является создание экономичной, высококачественной измерительной системы для потребления энергии промышленными компаниями.

Наиболее важными требованиями для построения рациональной электрической системы являются надежность, эффективность и качество электроэнергии в сети потребителей.

Надежность источника питания достигается за счет бесперебойной работы всех элементов в электросети и использования потребителем устройств релейной защиты, мониторинга и сигнализации. Качество гарантируется постоянством значений напряжения и частоты.

Важной подготовкой к энергосбережению в промышленности в настоящее время является использование энергосберегающих технологий (улучшение существующих и новых разработок).

Проблемы энергосбережения и экономии ресурсов также включают в себя улучшенные источники питания, поскольку внезапные отключения электроэнергии могут привести к значительным производственным потерям. Однако повышение надежности обычно связано с увеличением стоимости энергосистемы. В результате они обычно определяют оптимальный индекс надежности и выбирают тот, который оптимален для надежности энергосистемы.

С другой стороны, избыточность системы является фундаментальной предпосылкой надежности и должна зависеть от конкретной системы. С другой стороны, надежные избыточные системы могут получить некоторые функции, которые снижают их эффективность. В частности, профицитная экономика характеризуется высокими экономическими затратами на строительство и эксплуатацию.

На практике избыточность силы имеет эффект избыточности, улучшения структуры и материалов, из которых состоят элементы, их долговечности, повышения прочности, улучшения технического обслуживания, мониторинга и контроля.

1 Система электроснабжения завода

1.1 Определение расчетных нагрузок по узлам питания

1.1.1 Исходные данные для проектирования

Для проектирования электроснабжения в качестве примера рассмотрим медно-никелевый комбинат со следующими данными:

- питание осуществлено от подстанции энергосистемы неограниченной мощности, на которой установлены два трехобмоточных трансформатора мощностью по 63 МВА, напряжением 230/115/37 кВ;

- мощность к.з. на стороне 230 кВ равна 1800 МВА, трансформаторы работают раздельно, расстояние от энергосистемы до завода – 12 км;

- завод работает в три смены.

Для определения электрических нагрузок составим сводную ведомость установленной, расчетной и суммарной расчетной мощности по установке, комбината. (Таблица 1.1)

Осветительные нагрузки рассчитываем методом удельной мощности на освещаемую площадь (Вт/м²).

Таблица 1.1 - Электрические нагрузки

№ Цехов	Наименование производственных помещений	Кол-во эл. приемников	Установленная мощность, кВт	
			Одного ЭП Р _н	Σ Р _н
1	Плавцех №1			
	а) 0,4 кВ;	40	1-3	1700
	б) РТП 25 т.	4	5725	22900
2	Дробильное отделение	20	20-50	520
3	Склад дробленой руды	10	10-30	290
4	Аглофабрика	50	1-80	2100
5	Обогатительная фабрика	60	10-50	2300
6	Фильтровально-сушильное отделение	20	5-20	450
7	Склады	10	10-25	100
8	Электроцех	25	1-28	170
9	Компрессорная: СД 10 кВ	4	630	2520
10	Цех воздухоудвки: СД 10 кВ	4	1250	5000

Продолжение таблицы 1.1

№ Цехов	Наименование производственных помещений	Кол-во эл. приемников	Установленная мощность, кВт	
			Одного ЭП Р _н	Σ Р _н
11	Насосная	10	40-80	600
12	Кислородная станция	10	20-40	260
13	Котельная	40	1-100	700
14	Обрубочный цех	25	1-20	280
15	Столярный цех	40	4-60	300
16	Литейный цех	50	1-40	620
17	Механический цех	20	1-28	210
18	Плавцех №2			
	а) 0,4 кВ;	40	10-40	850
	б) РТП 12 т	4	3300	13200

1.1.2 Расчет осветительной нагрузки

Нагрузка завода основана на нагрузке освещения на квадратный метр производственной площади и факторе спроса.

Согласно этому способу расчетная нагрузка освещения принимается равной средней мощности света для слоя с наибольшей нагрузкой.

- коэффициент спроса по активной мощности осветительной нагрузки.

- установленная мощность приемников освещения по цеху, определяется по удельной осветительной нагрузке на 1 м² поверхности пола и известной производственной площади.

Освещение рассчитывается в следующем порядке:

Согласно генеральному плану компании, длина и ширина каждой производственной площадки и площадь площадки измеряются в метрах и рассчитываются с учетом объема общего плана.

Площадь подсвечиваемой зоны для каждой производственной зоны рассчитывается, а площадь наружного освещения этой зоны рассчитывается как разница между всей площадью офисной зоны и площадью, занимаемой производственной зоной.

Для каждого цеха и зоны завода выбирается нагрузка освещения на квадратный метр, а установленная мощность приемника освещения.

В зависимости от объекта освещения определяется коэффициент нагрузки освещения и рассчитывается нагрузка освещения с использованием уравнения.

Графики электрической нагрузки создаются для определения местоположения завода ГПЗ во время проектирования и покупки ТП.

Диаграмма расположена на общем плане компании, а площадь в выбранном масштабе - это круг, соответствующий расчетной нагрузке на мастерскую.

Для нагрузок низкого напряжения диаграмма должна визуалью показывать, какая часть рабочей нагрузки может быть представлена в виде сектора в соответствующем круге рабочего места.

Радиус окружности для расчета картограммы электрических нагрузок:

Основной план показывает электрический потребительский нагрузки (низкое напряжение и высокое напряжение). В случае нагрузки низкого напряжения картограмма должна визуалью указывать пропорцию осветительной нагрузки в мастерской, показанную в основном плане как часть соответствующего круга мастерской. Все расчетные данные приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Расчет осветительной нагрузки

№ по плану	Наименование цехов	Размеры помещ.		F, м ²	ρ_0 , кВт/м ²	$K_{с.о}$	$P_{в.о.}$, кВт	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	$P_{р.о.}$, кВт	$Q_{р.о.}$, кВар	R, мм	α
		a, м	b, м									
1	Плавцех №1			14767	0,012	0,95	177,2	0,9/0,5	168,3	84,17	20	46,2
2	Дробильное отделение	50	14,7	735	0,012	0,85	8,8	0,9/0,5	7,48	3,77	10,5	10,1
3	Склад дробленой руды			1998	0,017	0,6	33,9	0,9/0,5	20,4	10,2	12,5	46
4	Аглофабрика			1840	0,012	0,95	22,8	0,9/0,5	21	10,5	10	6,4
5	Обогатительная фабрика	88,2	44,1	3891	0,012	0,95	46,7	0,9/0,5	44,3	22,2	12,5	9,5
6	Фильтровально-сушильное отделение			1272	0,013	0,85	16,5	0,9/0,5	14,1	7	13	26
7	Склады	21,1	114,7	2423	0,017	0,6	41,2	0,9/0,5	24,7	12,3	13	122,3
8	Электроцех	22,4	64,7	1454	0,013	0,95	18,9	0,9/0,5	17,9	8,9	12	67,5
9	Компрессорная: СД 10 кВ	24,7	44,1	1091	0,017	0,6	18,5	0,9/0,5	11,1	5,5	7,5	20
10	Цех воздухоудвки: СД 10 кВ	79,3	29,4	2334	0,011	0,85	25,6	0,9/0,5	21,8	10,9	15	23
11	Насосная	8,7	35,3	310,6	0,017	0,6	5,27	0,9/0,5	3,2	1,5	7,5	2,3
12	Кислородная станция	12,7	44,1	561	0,017	0,6	9,5	0,9/0,5	5,7	2,8	10	9,4
13	Котельная			2378	0,012	0,85	28,5	0,9/0,5	24,2	12,1	10	18,9
14	Обдувочный цех	59,9	41,2	2471	0,016	0,95	39,5	0,9/0,5	37,5	18,7	15	58,9
15	Столярный цех	23,5	50	1175	0,015	0,85	17,6	0,9/0,5	14,9	7,5	12,5	35
16	Литейный цех	73,5	64,7	4757	0,015	0,95	71,3	0,9/0,5	67,7	33,9	17,5	44,7
17	Механический цех	90,6	14,7	1332	0,016	0,95	21,3	0,9/0,5	20,2	10,1	22	68
18	Плавцех №2	50	173,5	8676	0,015	0,95	130,1	0,9/0,5	123,6	61,8	20	64
Освещение территории		308	515	158620	0,002	1	317,2	0,9/0,5	317,2	158,6		

1.1.3 Расчет силовой нагрузки

Расчет потребляемой мощности методом диаграммы последовательности. Этот метод находит рассчитанную максимальную нагрузку для группы электрических приемников.

Для группы электрических приемников средние эффективные и реактивные нагрузки для слоя с наибольшей нагрузкой определяются:

Коэффициент максимальной мощности K_{max} определяется из справочной таблицы как функция от числа эффективных приемников в группе.

Эффективное число n электрических приемников - это число однородных потребителей энергии с одинаковой мощностью, которое дает вычисленное максимальное значение P_{max} того же значения, что и группа потребителей тока с различными мощностью и режимами работы.

Если отношение номинальной мощности наименьшего электрического приемника к номинальной мощности минимального приемника равно 4, количество электрических приемников в группах по 4 или более равно n (число электрических приемников) случаев:

$$m = (p_{ном.макс} / p_{ном.мин}) < 3. \quad (1.1)$$

В соответствии с Конвенцией, проектирующей энергосистему, было обнаружено, что для $m > 3$ и $C_i > 0,2$ используется эффективное количество приемников:

$$n_{эф} = 2P_{ном\Sigma} / P_{макс1}, \quad (1.2)$$

где $P_{ном}$ - общая номинальная мощность группы электрических приемников. $P_{макс1}$ - мощность одного из крупнейших электрических приемников в группе.

Для электрических нагрузок с практически постоянной плоскостью нагрузки значение K_{max} принимается равным 1, а максимальная номинальная мощность нагрузки определяется средней нагрузкой слоя с наибольшей нагрузкой:

$$P_{макс} = P_{см} = K_i P_{ном}. \quad (1.3)$$

Максимальная реактивная мощность группы потребителей электроэнергии с различными режимами работы:

$$Q_{макс} = K_{макс} Q_{см}. \quad (1.4)$$

Если у группы получателей услуг на фабрике или в компании есть потребители электроэнергии, несущие большие токи, их реактивная мощность Q_c вычитается из общей реактивной мощности со знаком минус. После определения P_{max} и Q_{max} можно рассчитать общий эффект.

Расчетный максимальный ток для потребителей переменного и постоянного тока.

Расчетные данные полной нагрузки приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Расчет силовых нагрузок на напряжение 0,4 кВ

Наименование цехов	Кол-во эл. прием н. п	Устан. мощность		m	K _{исп}	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		пэ	K _м	Расчетные нагрузки				
		P _{н min} , max, кВт	ΣP _н , кВт				P _{ср.см} , кВт	Q _{ср.см} , кВар			P _р ,кВт	Q _р , кВар	S _р , кВА		
1 Плавцех №1															
а) силовая	40	1-30	1700	≥3	0,6	0,75/0,88	1020	897,6	40	1,12	1142	897,6	1456		
б) осветительная											168,3	84,17			
Итого:											1310,3	981,77	1637		
2 Дробильное отделение															
а) силовая	20	20-50	520	≤3	0,4	0,75/0,88	208	183	20	1,24	258	183	316,3		
б) осветительная											7,48	3,7			
Итого:											265,5	186,7	325		
3 Склады дробленой руды															
а) силовая	10	10-30	290	≥3	0,3	0,8/0,75	87	65,25	10	1,6	139,2	65,25	153,7		
б) осветительная											20,4	10,2			
Итого:											159,6	75,45	176,5		
4 Аглофабрика															
а) силовая	50	1-80	2100	≥3	0,5	0,8/0,75	1050	787,5	50	1,11	1165,5	787,5	1406		
б) осветительная											21	10,5			
Итого:											1186,5	798	1430		

Продолжение таблицы 1.3

Наименование цехов	Кол-во эл. приемн. п	Устан. мощность		m	K _{исп}	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		n _э	K _м	Расчетные нагрузки				
		P _{н. min max} , кВт	ΣP _н , кВт				P _{ср. см} , кВт	Q _{ср. см} , кВар			P _р , кВт	Q _р , кВар	S _р , кВА		
5 Обогащительная фабрика															
а) силовая	60	10-50	2300	≥3	0,65	0,8/0,75	1495	1121	60	1,09	1629,5	1121	1977,8		
б) осветительная											44,3	22,2			
Итого:											1673,8	1143,2	2027		
6 Фильтровально-сушильное отделение															
а) силовая	20	5-20	450	≥3	0,3	0,75/0,8	135	118,8	20	1,34	180,9	118,8	216,4		
б) осветительная											14,1	7			
Итого:											195	125,8	232		
7 Склады															
а) силовая	10	10-25	100	≤3	0,3	0,8/0,75	30	22,5	10	1,6	48	22,5	53		
б) осветительная											24,7	12,3			
Итого:											72,7	34,8	80,6		
8 Электроцех															
а) силовая	20	1-28	170	≥3	0,3	0,7/1,02	51	52	12	1,52	77,5	52	93,3		
б) осветительная											17,9	8,9			
Итого:											95,4	60,9	113,2		

Продолжение таблицы 1.3

Наименование цехов	Кол-во эл. приемн. п	Устан. мощность		m	K _{исп}	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		n _э	K _м	Расчетные нагрузки			
		P _{н. min, max} , кВт	ΣP _н , кВт				P _{ср. см} , кВт	Q _{ср. см} , кВар			P _р , кВт	Q _р , кВар	S _р , кВА	
9 Компрессорная: СД 10кВ														
а) силовая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
б) осветительная												11,1	5,5	
Итого:												11,1	5,5	12,3
10 Цех воздухоудвки: СД 10кВ														
а) силовая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
б) осветительная												21,8	10,9	
Итого:												21,8	10,9	24,4
11 Насосная														
а) силовая	10	40-80	600	≤	0,65	0,7/1,02	390	397,8	10	1,26		491,4	397,8	632,2
б) осветительная												3,2	1,5	
Итого:												494,6	399,3	635,6
12 Кислородная станция														
а) силовая	10	20-40	260	≤	0,65	0,8/0,75	169	126,7	10	1,26		212,9	126,7	247,7
б) осветительная												5,7	2,8	
Итого:												218,6	129,5	254

Продолжение таблицы 1.3

Наименование цехов	Кол-во эл. приемн. п	Устан. мощность		m	K _{исп}	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		n _э	K _м	Расчетные нагрузки			
		P _{н. min, max} , кВт	ΣP _н , кВт				P _{ср. см.} , кВт	Q _{ср. см.} , кВар			P _{р.} , кВт	Q _{р.} , кВар	S _{р.} , кВА	
13 Котельная														
а) силовая	40	1-100	700	≥3	0,5	0,8/0,75	350	262,5	14	1,25	437,5	262,5	510	
б) осветительная											24,2	12,1		
Итого:											461,7	274,6	537,2	
14 Обрубочный цех														
а) силовая	25	1-20	280	≥3	0,6	0,8/0,75	168	126	25	1,14	191,5	126	229	
б) осветительная											37,5	18,7		
Итого:											229	144,7	271	
15 Столярный цех														
а) силовая	40	4-60	300	≥3	0,25	0,6/1,33	75	99,7	10	1,84	138	99,7	170	
б) осветительная											14,9	7,5		
Итого:											152,9	107,2	186,7	
16 Литейный цех														
а) силовая	50	1-40	620	≥3	0,7	0,9/0,5	434	217	31	1,1	477,4	217	524	
б) осветительная											67,7	33,9		
Итого:											545,1	250,9	600	

Продолжение таблицы 1.3

Наименование цехов	Кол-во эл. приемн. п	Устан. мощность		m	K _{исп}	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		пэ	K _м	Расчетные нагрузки		
		P _{н. min max} , кВт	ΣP _н , кВт				P _{ср. см} , кВт	Q _{ср. см} , кВар			P _р , кВт	Q _р , кВар	S _р , кВА
17 Механический цех													
а) силовая	20	1-28	210	≥3	0,25	0,65/1,16	52,5	60,9	15	1,65	86,6	60,9	105,8
б) осветительная											20,2	10,1	
Итого:											106,8	71	128,4
18 Плавцех №2													
а) силовая	40	10-40	850	≥3	0,6	0,75/0,88	510	448,8	40	1,12	571,2	448,8	726,4
б) осветительная											123,6	61,8	
Итого:											694,8	510,6	862,2
Освещение территории:											317,2	158,6	
Итого на шинах 0,4 кВ:											8212,4	5476	9871

1.2 Определение числа и мощности цеховых трансформаторов

Выбираем трансформатор:

ТМЗ-1000/10, $S_{ном}=1000$ кВа, ВН-10кВ, НН-0,4кВ, $P_{xx}=1,9$ кВт, $P_{кз}=10,8$ кВт, $U_k=5,5\%$, $I_x=1,2\%$

Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов производят одновременно с компенсацией реактивной мощности $U=0,38/0,66$ кВ.

Определим наибольшую реактивную мощность, которую целесообразно передать через все 11 трансформаторов:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{ТЭ} \times K_3 \times S_{Н.Т.})^2 - P_{P0,4}^2} = \sqrt{(11 \times 0,8 \times 1000)^2 - 8212^2} =$$

$$Q_{НБК1} = Q_{P0,4} - Q_1 = 5476 - 3163 = 2313 \text{ кВар},$$

$$Q_{НБК2} = 5476 - 2313 - 0,55 \cdot 1000 \cdot 11 = -2887 \text{ кВар}.$$

Так как $Q_{НБК2} < 0$, то принимаем его равным 0.

$$Q_{НБК} = Q_{НБК1} = 2313 \text{ кВар}$$

Выбираем комплектные конденсаторные установки УКБН-0,38-200-50 УЗ мощностью 200 кВар.

Предварительное распределение низковольтных нагрузок по цеховым ТП предоставлены в (Таблице 1.4)

Таблица 1.4 - Распределение низковольтных нагрузок по цеховым ТП

№ ТП	№ цехов	$P_{P0,4}$	$Q_{P0,4}$	$S_{P0,4}$	K_3'
ТП1÷ТП4 7x1000кВт,	2	265,5	44,09		
	13	461,7	44,30		
	6	195	548,03		
	12	218,6	184,4		
	11	494,6	135,2		
	3	159,6	166,50		
	4	1186,5	157,2		
	9	11,1	283,65		
	18	694,8	270,9		
	1	1310	270,9		
$Q_{НБК} = 7 \times 200 = 140$ 0			-1400		
Итого:		4997,4	2094	5418	0,77

Продолжение таблицы 1.4

№ ТП	№ цехов	$P_{p0,4}$	$Q_{p0,4}$	$S_{p0,4}$	K_3'
ТП5-ТП6 4×1000	5	1673,8	1143,2		
	17	106,8	71		
	14	229	144,7		
	16	545,1	250,9		
	15	152,9	107,2		
	8	95,4	60,9		
	7	72,7	34,8		
	10	21,8	10,9		
Освещение территории $Q_{НБК}=4 \times 200=800$		317,2	158,6		
Итого:		3214,7	1182,2	3425	0,85

Распределение $Q_{нбк}$ пропорционально реактивным нагрузкам ТП:

Таблица 1.5 - Распределение $Q_{нбк}$ пропорционально реактивным нагрузкам ТП

№ ТП	$Q_{р\ ТП}, \text{кВар}$	$Q_{р\ НБК\ ТП}, \text{кВа}$ p	$Q_{ФАКТ\ НБК}, \text{кВар}$	$Q_{НЕСКОМ}, \text{кВа}$ p
ТП1-ТП4	3493	1475	1400(7×200)	2093
ТП5-ТП6	1982,2	837	800(4×200)	1182,2

Определим расчетные мощности синхронных двигателей P_{pCD} и Q_{pCD} по формулам:

$$\Sigma P_{pCD} = P_{нCD} \cdot K_3 \cdot n, \quad (1.5)$$

$$\Sigma Q_{pCD} = \text{tg}\varphi \cdot P_{pCD}. \quad (1.6)$$

Полученные результаты сводим в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 - Расчетные мощности СД 10 кВ

$P_{нCD},$ кВт	n	K_3	$\cos\varphi$	$\Sigma P_{нCD},$ кВт	$\Sigma P_{pCD},$ кВт	$\Sigma Q_{pCD}, \text{кВар}$	№ цеха
630	4	0,85	0,85	2520	2142	1327,5	9
1250	4	0,85	0,85	5000	4250	2635	10

Расчетные мощности РТП 12т. и 25т. $P_{p.РТП}$ и $Q_{p.РТП}$ определим по формулам:

$$\Sigma P_{p.РТП} = S_{n.РТП} K_3 \cos\varphi \cdot n, \quad (1.7)$$

$$\Sigma Q_{p.РТП} = \operatorname{tg}\varphi \cdot P_{p.РТП}. \quad (1.8)$$

Трансформаторы РТП 25 т.: ЭТЦНК 20000-10-75У3.

$S_{n.тр.РТП}=9$ МВА; $\cos\varphi=0.86$; $\operatorname{tg}\varphi=0,59$; $K_3=0,74$; $n=4$;

Трансформаторы РТП 25 т.: ЭТЦНК 20000-10-75У3.

$S_{n.тр.РТП}=5$ МВА; $\cos\varphi=0.88$; $\operatorname{tg}\varphi=0,54$; $K_3=0,75$; $n=4$;

Потери мощности в трансформаторах РТП
Полученные результаты сводим в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 - Расчетные мощности РТП 10 кВ

$S_{n.РТП},$ кВт	n	K_3	$\cos\varphi$	$\Sigma P_{p.РТП},$ кВт	$\Sigma \Delta P_{РТП},$ кВт	$\Sigma Q_{p.РТП},$ кВар	$\Sigma \Delta Q_{РТП},$ кВт	№ цеха
9000	4	0,74	0,86	22900	720	13600	3600	1
5000	4	0,75	0,88	13200	400	7120	2000	18
Итого:				36100	1120	20720	5600	

1.3 Определение мощности высоковольтных батарей конденсаторов

Мощность высоковольтных батарей конденсаторов:

$$Q_{рез}=0,1 \cdot (Q_{p0,4} + \Delta Q_{тр.пп.} + Q_{p.РТП} + \Delta Q_{тр.РТП}), \quad (1.9)$$

$$Q_3 = 0,25 \cdot (8212,4 + 96,9 + 1120 + 36100 + 6392) = 12980 \text{ кВар},$$

$$Q_{ВБК} = 5476 + 519 + 20720 + 5600 + 3231,5 - 12980 - 2200 - 3962,5 = 16404 \text{ кВар}.$$

Полученную реактивную мощность используем для компенсации реактивной мощности РТП 25т., РТП 12т. и для $Q_{шины}$.

Для РТП 25т. выбираю ВБК 4хУКЛ-10,5-1800 У1, 4хУКЛ-10,5-450 У3, общая мощность

$$Q_{ВБК.РТП(25т.)} = 4 \times 1800 + 4 \times 450 = 9000 \text{ кВар}.$$

Для РТП 12т. выбираю 4хУКЛ-10,5-900 У3, общая мощность

$$Q_{ВБК.РТП(12т.)} = 4 \times 900 = 3600 \text{ кВар}.$$

Для $Q_{шины}$ выбираю ВБК 2хУКЛ-10,5-1800 У1, $Q_{шины} = 3600$ кВар.

Полученные уточненные данные сводим в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 - Расчет уточненной мощности по заводу

№ ТП	№ цеха	Кол-во э. п	$P_{\min.\max.}$ кВт	$\Sigma P_{\text{н.к.ВТ}}$	$K_{\text{и}}$	$P_{\text{см}}$ кВт	$Q_{\text{см}}$ кВар	η_{Σ}	$K_{\text{м}}$	$P_{\text{р.}}$ кВт	$Q_{\text{р.}}$ кВар	$S_{\text{р.}}$ кВА	K_{Σ}'
ТП1÷ТП4 7х1000кВА 7000кВА	1	40	1-30	1700		1020	897,6						
	2	20	20-50	520		208	183						
	3	10	10-30	290		87	65,25						
	4	50	1-80	2100		1050	787,5						
	6	20	5-20	450		135	118,8						
	9	-	-	-		-	-						
	11	10	40-80	600		390	397,8						
	12	10	20-40	260		169	126,7						
	13	40	1-100	700		350	262,5						
18	40	10-40	850		510	448,8							
Силовая:		240	1-100	7470	0,52	3919	3288	149	1,05	4115	3288		
Осветительная:										399	199,3		
$Q_{\text{нбк}}$:											-1400		
Итого:										4514	2087	4973	0,71
ТП5÷ТП6 4х1000кВА 4000кВА	5	60	10-50	2300		1495	1121						
	7	10	10-25	100		30	22,5						
	8	25	1-28	170		51	52						
	10	-	-	-		-	-						
	14	25	1-20	280		168	126						
	15	40	4-60	300		75	99,7						
	16	50	1-40	620		434	217						
17	20	1-28	210		52,5	60,9							
Силовая:		230	1-60	3980	0,58	2306	1699	132	1,06	2444	1699		

Продолжение таблицы 1.8

№ ТП	№ цеха	Кол-во эл., п	$P_{\min \max}$ кВт	$\Sigma P_{н.кВТ}$	$K_{и}$	$P_{см}$ кВт	$Q_{см}$ кВар	$\eta_{э}$	$K_{м}$	$P_{д}$ кВт	$Q_{д}$ кВар	$S_{д}$ кВА	$K_{э}'$
Осветительная + освещение территории:										566,2	283,1		
$Q_{век}$:											- 800		
Итого:										3010,2	1182,1	3234	0,81
Итого на шинах 0,4 кВ:										7524	3269	8203,5	
$\Delta P_{тр.тп.}, \Delta Q_{тр.тп.}$:										96,9	519		
Итого по всем ТП с учетом потерь:										7620,9	3788	8510,4	
Нагрузка приведенная к шинам 10 кВ													
	9	4	630	2520						2142	-1327,5		
	10	4	1250	5000						4250	-2635		
	1	4								22900	13600		
	18	4								13200	7120		
$\Delta P_{тр.РТП}, \Delta Q_{тр.РТП}$:										1120	5600		
$Q_{век}$:											-16200		
Всего по комбинату:										51233	9945,5	52189	

1.4 Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания на напряжении 10 кВ

Так как в схеме принят трансформатор с расщепленной обмоткой то необходимо рассчитать две точки к.з. К3, К4. Составим структурную схему.

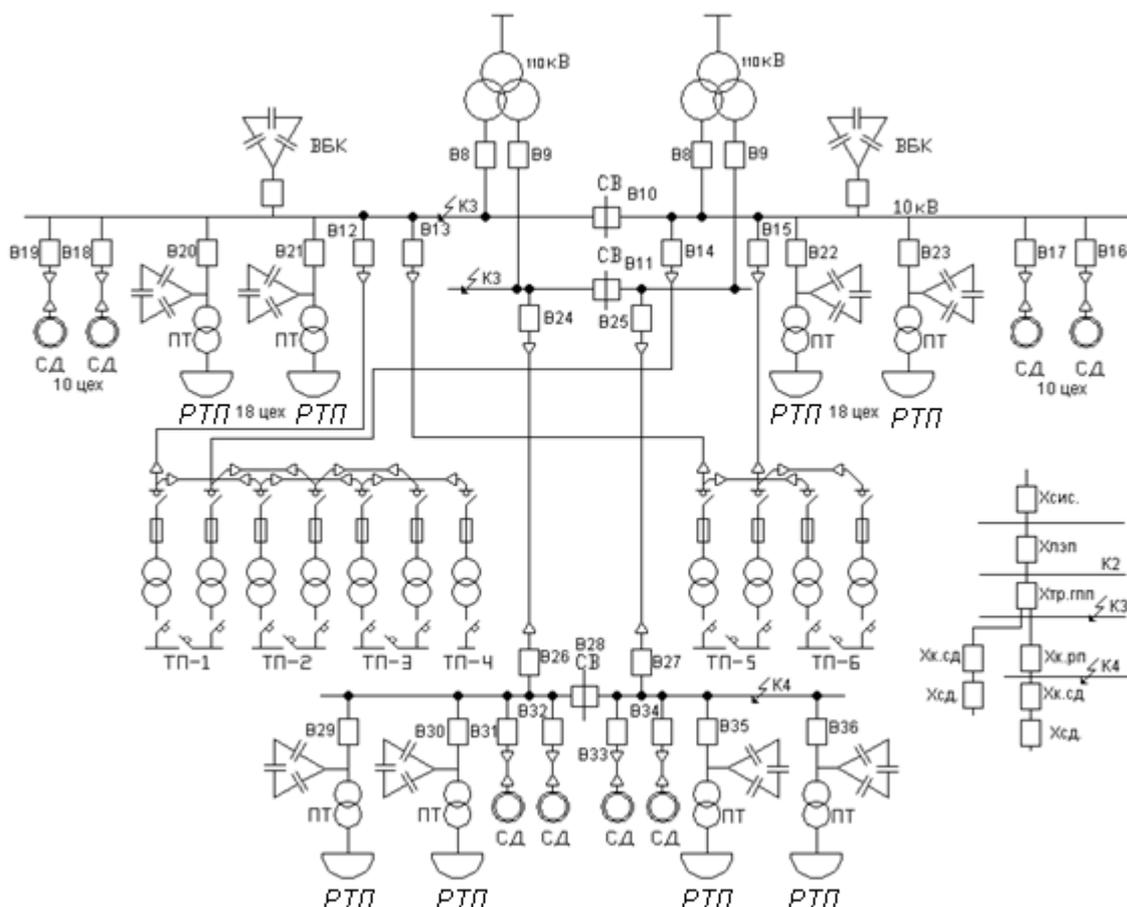


Рисунок 1 - Схема электроснабжения, с указанием выключателей

Для расчета токов к.з. в точке К3 принимаем: $S_{\delta} = 1000 \text{ МВА}$; $U_{\delta} = 10,5 \text{ кВ}$;

$$I_{\delta} = 1000/1.73 \cdot 10,5 = 55 \text{ кА.}$$

Выбираю кабель марки ААШв-10-(3x70+1x35), $I_{\text{доп.}} = 165 \text{ А}$, $X_0 = 0,06 \text{ Ом/км}$, $R_0 = 0,47 \text{ Ом/км}$, $l = 470 \text{ м}$.

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{сд}} (165 \text{ А} \geq 72,3 \text{ А}).$$

Полное сопротивление:

$$X_{\text{эк}} = X_{\text{каб.сд}} + X_{\text{сд}} = 0,1 + 67,9 = 68 \text{ о.е.}$$

Находим ток к.з. с учетом подпитки от СД:

$$I_{\text{кз(с подп.)}} = I_{\text{кз(кз)}} + I_{\text{кз(сд)}} = 6,5 + 0,84 = 7,3 \text{ кА.}$$

1.5 Выбор выключателей напряжением 10 кВ

Выключатели В(12,14) ГПП-ТП1÷ТП4, В(13,15)ГПП-ТП5÷ТП6:

Таблица 1.9 - Технические данные выключателей В12; В14, В13, В15

Тип	$U_{\text{н}}$, кВ	$I_{\text{н}}$, А	$I_{\text{н.откл}}$, кА	$I_{\text{дин.ст.}}$, кА
ВМПП-10-630-20У3	10	630	20	52

Условия выбора:

$$U_{\text{н}} \geq U_{\text{н.сети}} (10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ});$$

$$I_{\text{н.откл.}} \geq I_{\text{ав.}} (630 \text{ А} \geq 287,4);$$

$$I_{\text{отк.}} \geq I_{\text{кз(кз с подп.сд)}} (20 \text{ кА} \geq 7,3 \text{ кА});$$

$$I_{\text{скв.}} \geq i_{\text{уд. (кз с подп сд)}} (52 \text{ кА} \geq 18,5 \text{ кА});$$

Выключатели В16-В19 для СД (10 цех), $S_{\text{н.сд}} = 1471 \text{ кВА}$, $I_{\text{сд}} = 72,3 \text{ А}$:

Таблица 1.10 - Технические данные выключателей В16 ÷ В19

Тип	$U_{\text{н}}$, кВ	$I_{\text{н}}$, А	$I_{\text{н.откл}}$, кА	$I_{\text{дин.ст.}}$, кА
ВМПП-10-630-20У3	10	630	20	52

Условия выбора:

$$U_{\text{н}} \geq U_{\text{н.сети}} (10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ});$$

$$I_{\text{н.откл.}} \geq I_{\text{сд.}} (630 \text{ А} \geq 72,3 \text{ А});$$

$$I_{\text{отк.}} \geq I_{\text{кз(кз с подп.сд)}} (20 \text{ кА} \geq 7,3 \text{ кА});$$

$$I_{\text{скв.}} \geq i_{\text{уд. (кз с подп сд)}} (52 \text{ кА} \geq 18,5 \text{ кА});$$

Таблица 1.11 - Технические данные выключателей В20 ÷ В23

Тип	$U_H, \text{кВ}$	$I_H, \text{А}$	$I_{H.откл.}, \text{кА}$	$I_{дин.ст.}, \text{кА}$
ВМПП-10-630-20У3	10	630	20	52

Условия выбора:

$$U_H \geq U_{н.сети} (10\text{кВ} \geq 10\text{кВ});$$

$$I_{H.откл.} \geq I_{р.РТП} (630\text{А} \geq 236,6\text{А});$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(кз с подп.сд)} (20\text{кА} \geq 7,3\text{кА});$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд. (кз с подп сд)} (52\text{кА} \geq 18,5\text{кА});$$

Таблица 1.12 - Технические данные выключателей нагрузки ТП1÷ТП6

Тип	$U_H, \text{кВ}$	$I_H, \text{А}$	$I_{H.откл.}, \text{А}$
ВН-11/200-У3(Т3)	11	200	200

Условия выбора:

$$U_H \geq U_{н.сети} (10\text{кВ} \geq 10\text{кВ});$$

$$I_{H.} \geq I_{авар.} (200\text{А} \geq 115,6\text{А});$$

$$I_{отк.спос} \geq I_{авар.} (200\text{А} \geq 115,6\text{А});$$

Для всех ТП одинаковые.

Выбор вводных и секционных выключателей В8, В10 для первой сборной шины.

Вводной выключатель В8- ВМПЭ-11-2500-31,5Т3, $I_H=2500\text{А}$, $U_H=11\text{кВ}$, $I_{H.откл.}=31,5\text{кА}$, $I_{скв.}=80\text{кА}$.

Условия выбора:

$$U_H \geq U_{н.сети} (11\text{кВ} \geq 10\text{кВ});$$

$$I_{H.откл.} \geq I_{авар.} (2500\text{А} \geq 1850\text{А});$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(кз с подп.сд)} (31,5\text{кА} \geq 7,3\text{кА});$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд. (кз с подп сд)} (80\text{кА} \geq 18,5\text{кА});$$

Секционный выключатель В10- ВМПП-10-1000-20У3, $I_H=1000\text{А}$, $U_H=10\text{кВ}$, $I_{H.откл.}=20\text{кА}$, $I_{скв.}=52\text{кА}$.

Условия выбора:

$$U_H \geq U_{н.сети} (10\text{кВ} \geq 10\text{кВ});$$

$$I_{H.откл.} \geq I_{раб.} (1000\text{А} \geq 925\text{А});$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(кз с подп.сд)} (20\text{А} \geq 7,3\text{кА});$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд. (кз с подп. сд)} (52кА \geq 18,5кА);$$

Выбор вводных и секционных выключателей В9, В11 для второй сборной шины.

Вводной выключатель В9- ВМПЭ-11-2500-31,5ТЗ, $I_H=2500А$, $U_H=11кВ$, $I_{H.откл.}=31,5кА$, $I_{скв.}=80кА$.

Условия выбора:

$$U_H \geq U_{н.сети} (11кВ \geq 10кВ);$$

$$I_{H.откл.} \geq I_{авар.} (2500А \geq 1850А);$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(кз без подп.сд)} (31,5кА \geq 6,5кА);$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд. (кз без подп. сд)} (80кА \geq 16,5кА);$$

Секционный выключатель В11- ВМПП-10-1000-20УЗ, $I_H=1000А$, $U_H=10кВ$, $I_{H.откл.}=20кА$, $I_{скв.}=52кА$.

Условия выбора:

$$U_H \geq U_{н.сети} (10кВ \geq 10кВ);$$

$$I_{H.откл.} \geq I_{раб.} (1000А \geq 925А);$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(кз без подп.сд)} (20А \geq 6,5кА);$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд. (кз без подп. сд)} (52кА \geq 16,5кА);$$

1.6 Выбор силовых кабелей ГПП-ТП

Выбор кабеля ГПП – ТП1÷ТП4:

$S_{р.тп1-тп4}=4973кВА$ из таблицы 1.8.

$$I_{р.тп1-тп4} = \frac{S_{р.тп1-тп4}}{1,73 \cdot U_H} = \frac{4973}{1,73 \cdot 10 \cdot 2} = 143,75$$

$I_{авар.тп1-тп4}=2 \cdot 143,75=287,5 А$.

Выбираю кабель марки ААШВ-10-(3x120+1x70), $I_{доп.}=240А$, $X_0=0,06Ом/км$, $R_0=0,28 Ом/км$.

Условие проверки кабеля по току

$$I_{доп.каб} \geq I_{раб.тп1-тп4} (240А \geq 143,75А).$$

$$1,3 \cdot I_{доп.каб} \geq I_{авар.тп1-тп4} (312А \geq 287,5А).$$

Выбор кабеля ТП1÷ТП2:

$S_{р.тп1-тп4}=4973кВА$ из таблицы 9.

Выбираю кабель марки ААШВ-10-(3x95+1x50), $I_{доп.}=205А$.

Условие проверки кабеля по току

$$I_{доп.каб} \geq I_{раб.тп1-тп2} (205А \geq 102,6А).$$

$$1,3 \cdot I_{доп.каб} \geq I_{авар.тп1-тп2} (266,5А \geq 205,3А).$$

Выбор кабеля ТП2÷ТП3:

$S_{р.тп1-тп4}=4973\text{кВА}$ из таблицы 1.8.

Выбираю кабель марки ААШв-10-(3х70+1х35), $I_{доп.}=165\text{А}$.

Условие проверки кабеля по току

$$I_{доп.каб} \geq I_{раб.тп2-тп3} \quad (165\text{А} \geq 61,6\text{А}).$$

$$1,3 \cdot I_{доп.каб} \geq I_{авар.тп2-тп3} \quad (214\text{А} \geq 123,2\text{А}).$$

Выбор кабеля ТП3÷ТП4:

$S_{р.тп1-тп4}=4973\text{кВА}$ из таблицы 1.8.

Выбираю кабель марки ААШв-10-(3х70+1х35), $I_{доп.}=165\text{А}$.

Условие проверки кабеля по току

$$I_{доп.каб} \geq I_{раб.тп3-тп4} \quad (165\text{А} \geq 41,1\text{А}).$$

$$1,3 \cdot I_{доп.каб} \geq I_{авар.тп3-тп4} \quad (214\text{А} \geq 41,1\text{А}).$$

Выбор кабеля ГПП – ТП5÷ТП6:

$S_{р.гпп-тп5-тп6}=3234\text{кВА}$ из таблицы 1.8.

$I_{авар.гпп-тп5-тп6}=2 \cdot 93,5=187\text{ А}$.

Выбираем кабель по экономической плотности тока.

Выбираю кабель марки ААШв-10-(3х70+1х35), $I_{доп.}=165\text{А}$.

Условие проверки кабеля по току

$$I_{доп.каб} \geq I_{раб.гпп-тп5-тп6} \quad (165\text{А} \geq 93,5\text{А}).$$

$$1,3 \cdot I_{доп.каб} \geq I_{авар.гпп-тп5-тп6} \quad (214\text{А} \geq 187\text{А}).$$

Выбор кабеля ТП5÷ТП6:

$S_{р.тп5-тп6}=3234\text{кВА}$ из таблицы 1.8.

$I_{авар.тп5-тп6}=2 \cdot 46,75=93,5\text{ А}$.

Выбираю кабель марки ААШв-10-(3х70+1х35), $I_{доп.}=165\text{А}$.

Условие проверки кабеля по току

$$I_{доп.каб} \geq I_{раб.тп5-тп6} \quad (165\text{А} \geq 46,75\text{А}).$$

$$1,3 \cdot I_{доп.каб} \geq I_{авар.тп5-тп6} \quad (214\text{А} \geq 93,5\text{А}).$$

Все выбранные кабели сводим в таблицу 1.22 .

Таблица 1.13 - Кабельный журнал

Наименование участка	Sp, кВА	Кол-во кабелей в траншее	нагрузка		По эконом. плотности		По допустимой нагрузке		По току КЗ		Выбранный кабель	Iдоп, А
			Iр, А	Iав, А	jэ	Fэ, мм ²	Kпопр	Iдоп	Iкз, кА	Fmin, мм ²		
ГПП-ТП1	4973	2	143,75	287,5	1,4	102,7	0,9	159,7	7,3	67,45	ААШВ-10-(3×120+1×70)	240
ТП1-ТП2	3552	2	102,65	205,3	1,4	73,3	0,9	112,9	7,3	67,45	ААШВ-10-(3×95+1×50)	205
ТП2-ТП3	2131,28	2	61,6	123,2	1,4	44	0,9	68,4	7,3	67,45	ААШВ-10-(3×70+1×35)	165
ТП3-ТП4	710,4	2	20,55	41,1	1,4	14,7	0,9	22,8	7,3	67,45	ААШВ-10-(3×70+1×35)	165
ГПП-ТП5	3234	2	93,5	187	1,4	66,8	0,9	103,8	7,3	67,45	ААШВ-10-(3×70+1×35)	165
ТП5-ТП6	1617	2	46,75	93,5	1,4	33,4	0,9	51,9	7,3	67,45	ААШВ-10-(3×70+1×35)	165

1.7 Расчет тока короткого замыкания в точке К4

Для расчета токов короткого замыкания принимаем: $S_b = 1000$ МВА;
 $U_b = 10,5$ кВ;

$$I_b = 1000/1.73 \cdot 10,5 = 55 \text{ кА.}$$

Определяем сечение токопровода для РП:

$$I_{pn} = 770,6 \text{ А,}$$

Выбираю токопровод 2хАКП-300, $I_{доп.} = 2 \cdot 680 = 1360$ А, $X_0 = 0,29$ Ом/км,
 $R_0 = 0,11$ Ом/км, $l = 250$ м. $X_0 = 0,29/2 = 0,145$ Ом/км

$$I_{доп.} \geq I_{pn} \quad (1360 \text{ А} \geq 770,6 \text{ А}).$$

$$1,3I_{доп.} \geq 2 \cdot I_{pn} \quad (1768 \text{ А} \geq 1541,2 \text{ А}).$$

Ток подпитки от СД к точке К4:

$S_{н.сд} = P_{н.сд} / \cos\varphi = 630 / 0,85 = 741,2$ кВА, K_3 - коэффициент загрузки = 0,85 [6, стр156]

Выбираю кабель марки ААШВ-10-(3х70+1х35), $I_{доп.} = 165$ А,
 $X_0 = 0,06$ Ом/км, $R_0 = 0,47$ Ом/км, $l = 88,2$ м

$$I_{доп.} \geq I_{сд} \quad (165 \text{ А} \geq 36,42 \text{ А}).$$

Полное сопротивление:

$$X_{эк} = X_{каб.сд} + X_{сд} = 0,024 + 135 = 135,024 \text{ о.е.}$$

Находим ток к.з. с учетом подпитки от СД:

$$I_{кз(с подп.)} = I_{кз(к4)} + I_{кз(сд)} = 6,3 + 0,43 = 6,73 \text{ кА.}$$

Выбор выключателей РП В24-В27:

$$I_{авар.рп} = 2 \cdot I_{pn} = 771 \cdot 2 = 1542 \text{ А.}$$

Таблица 1.14 - Технические данные выключателей В24, В25

Тип	U_n , кВ	I_n , А	$I_{н.откл.}$, кА	$I_{дин.ст.}$, кА
ВМПШ-10-1600-20У3	10	1600	20	52

Условия выбора:

$$U_n \geq U_{н.сети} \quad (10 \text{ кВ} \geq 10 \text{ кВ});$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{авар.} \quad (1600 \text{ А} \geq 1542 \text{ А});$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(кз без подп.сд)} \quad (20 \text{ кА} \geq 6,5 \text{ кА});$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд.} \quad (кз без подп сд) \quad (52 \text{ кА} \geq 16,5 \text{ кА});$$

Таблица 1.15 - Технические данные выключателей В26, В27

Тип	U_n , кВ	I_n , А	$I_{н.откл.}$, кА	$I_{дин.ст.}$, кА
ВМПШ-10-1600-20У3	10	1600	20	52

Условия выбора:

$$U_n \geq U_{н.сети} (10кВ \geq 10кВ);$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{авар.} (1600А \geq 1542А);$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(к4 с подп.сд)} (20кА \geq 6,73кА);$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд.(к4 с подп сд)} (52кА \geq 17,1кА);$$

Таблица 1.16 - Технические данные секционного выключателя В28

Тип	U_n , кВ	I_n , А	$I_{н.откл.}$, кА	$I_{дин.ст.}$, кА
ВМПШ-10-1000-20У2	10	1000	20	52

Условия выбора:

$$U_n \geq U_{н.сети} (10кВ \geq 10кВ);$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{раб.} (1000А \geq 771А);$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(к4 с подп.сд)} (20А \geq 6,73кА);$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд.(к4 с подп сд)} (52кА \geq 17,1кА);$$

Выключатели В31-В34 для СД (9 цех), $S_{н.сд}=741,2кВА$, $I_{сд}=36,42 А$:

Таблица 1.17 - Технические данные выключателей В31, В34

Тип	U_n , кВ	I_n , А	$I_{н.откл.}$, кА	$I_{дин.ст.}$, кА
ВМПШ-10-630-20У3	10	630	20	52

Условия выбора:

$$U_n \geq U_{н.сети} (10кВ \geq 10кВ);$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{сд.} (630А \geq 36,42А);$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(к4 с подп.сд)} (20кА \geq 6,73кА);$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд.(к4 с подп сд)} (52кА \geq 17,1кА);$$

Таблица 1.18 - Технические данные выключателей В29, В30, В35, В36

Тип	U_n , кВ	I_n , А	$I_{н.откл.}$, кА	$I_{дин.ст.}$, кА
ВМПШ-10-630-20У3	10	630	20	52

Условия выбора:

$$U_n \geq U_{н.сети} (10кВ \geq 10кВ);$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{р.РТП.} (630А \geq 422А);$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(к4 с подп.сд)} (20кА \geq 6,73кА);$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд.(к4 с подп сд)} (52кА \geq 17,1кА);$$

Выбор кабеля РТП 25т. (1 цех)

Кабель ААШВ-10-(3х240+1х120)- не проходит по $I_{доп.}$, выбираю кабель марки 2хААШВ-10-(3х120+1х70), $I_{доп.} = 2 \times 240 = 480А$,

$$I_{доп} \geq I_{р РТП} (480А \geq 422).$$

Выключатели В37, В38 для ВБК 2хУКЛ-10,5-1800 У1, $Q_{шины} = 3600$ кВар.

$Q_{одного ВБК} = 1800$ кВар.

ВМПП-10-630-20У3, $I_H = 630А$, $U_H = 10кВ$, $I_{н.откл.} = 20кА$, $I_{скв.} = 52кА$.

Условия выбора:

$$U_H \geq U_{н.сети} (10кВ \geq 10кВ);$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{р.вбк.} (630А \geq 104А);$$

$$I_{отк.} \geq I_{кз(к3 с подп.сд)} (20кА \geq 7,3кА);$$

$$I_{скв.} \geq i_{уд.(к3 с подп сд)} (52кА \geq 18,5кА);$$

2 Система электроснабжения завода с расчетом показателей надежности системы электроснабжения

2.1 Показатели надежности

Возникновение ошибок в технологическом оборудовании является случайным в зависимости от его физической природы. Следовательно, индекс надежности - это статистика, которая определяется на основе правил математической статистики и теории вероятностей. Наиболее распространенными показателями надежности являются: Неправильная вероятность $P(t)$. Коэффициент ошибок $a(t)$. Коэффициент семантической ошибки (t) для времени простоя до отказа. Ошибка параметра потока (t) . Коэффициент доступности K_g Коэффициент стоит K_p от коэффициента использования P_{ro} для K_i .

Риск бесперебойной работы заключается в том, что неисправность в техническом блоке или объекте не возникает в установленных пределах времени эксплуатации. Вероятность бесперебойной работы может быть представлена как вероятность того, что время для правильной работы технического блока или объекта больше, чем указанное время:

Согласно статистике ошибок, вероятность рабочего времени рассчитывается по следующей формуле.

Поскольку число проверенных элементов значительно увеличивается, статистическая оценка $P^*(t)$ достигает вероятности $P(t)$.

При определении индекса надежности целесообразно использовать термин элемент как неотъемлемую часть системы или сложного объекта вместо терминов «технический объект» или «объект».

Вероятность по умолчанию - это вероятность того, что по меньшей мере одна ошибка произойдет в течение определенного интервала времени при определенных условиях работы. Вероятность по умолчанию может быть выражена как вероятность того, что время восстановления элемента принимает значение, которое меньше или равно определенному времени t . С момента, когда? K_{az} и безаварийная работа являются противоположными событиями, мы можем написать:

Частота отказов — это отношение количества дефектных элементов за единицу времени к количеству исходных тестовых элементов.

По определению частота ошибок - это вероятность отказа:

Средняя наработка до отказа — математическое ожидание времени работы элемента до первого отказа

Интенсивность отказов — отношение числа отказов в единицу времени к числу элементов, оставшихся исправными к началу рассматриваемого промежутка времени. При этом отказавшие элементы не заменяют.

Физическая значимость силы отклонения состоит в том, что она представляет вероятность отказа в течение достаточно короткого периода.

Неточности обычно меняются со временем. В экспоненциальных слоях для распределения времени работы частота ошибок постоянна во времени и соответствует параметрам потока отказов.

Эта позиция важна для расчетного расчета надежности систем на основе экспериментальных данных о надежности типовых элементов. Такие данные могут включать в себя среднюю частоту ошибок типичных объектов, определенную при заводских испытаниях, или значение параметров частоты ошибок при доставке из оборудования, которое больше не используется на заводе. В обоих случаях его можно использовать для расчетов, когда принят закон экспоненциального распределения.

Вышеуказанные показатели надежности - это вероятность надежной работы, неточности, неточности и среднее время простоя, которые используются в первую очередь для оценки надежности продуктов, не подлежащих вторичной переработке. Тем не менее, они также могут быть использованы для оценки надежности восстановленного продукта до появления первого продукта.

Приведённые ниже критерии - параметры частоты отказов и времени между ошибками - имеют отношение только к восстанавливаемым ошибкам.

Параметр потока отказов - это отношение количества отказавших элементов $n(t)$ за единицу времени к общему количеству N тестовых элементов того же типа, когда тестируемый продукт в партии заменяется новым продуктом (т.е. количество элементов). Это было то же самое на протяжении всего теста.)

Условия замены отказов во время испытаний отражают фактическую работу технического оборудования для долгосрочного использования, поскольку вместо отбраковки используются новые объекты, а устройство продолжает работать.

Доступность используется в зависимости от их надежности (детализация работы оборудования), используются факторы для оценки определенных эксплуатационных характеристик технического оборудования.

Коэффициент использования - это отношение между временем обслуживания технического подразделения и суммой работ, и вынужденными простоями за тот же календарный период.

Коэффициент использования показывает, сколько технического оборудования работает по времени находятся в исправном режиме.

Коэффициент готовности — отношение времени безотказной работы к сумме времени безотказной работы и вынужденных простоев из-за отказов

Коэффициент готовности отличается от использования тем, что не учитывает общее количество ненужных простоев, а только ту часть, которая расходуется на обнаружение и устранение ошибок. N . Тайм-аут во время технического обслуживания.

Коэффициент простоя - это отношение общего времени, потраченного на вынужденное время простоя, к сумме времени на выполнение хорошей работы и вынужденное время простоя.

2.2 Применение теории надёжности для проектирования системы электроснабжения

Надёжность электроснабжения промышленной электрической системы может быть обеспечена необходимым количеством генераторов, трансформаторов, рельсовых компонентов, линий питания и средств автоматизации. Проектирование энергетического плана промышленного предприятия начинается с определения электрической нагрузки на потребляемую мощность отдельных узлов, затем решается, как выбрать количество и мощность трансформатора, а затем подключается источник питания. Определяется количество линий и пропускная способность. ,

Дуплексные схемы в основном используются для повышения надёжности промышленных энергосистем. Дуплексная система состоит из двух одинаковых цепей, каждая из которых рассчитана на полную нагрузку. В этом случае переход на аварийный источник питания выполняется автоматически.

Статистические данные необходимы для определения индекса надёжности реплицированной схемы системы. Параметр потока отказа одного элемента. Среднее время восстановления t в цепи после сбоя этих элементов. Период t_p планового ремонта расходомера и элементов схемы. Однако частота плановых ремонтов на день одинакова для всех частей цепи, а период ремонта определяется тем фактором, который требует наибольшего времени ремонта t_p .

Вероятность $s(t)$ зависит как от параметра помехового потока s в цепи, так и от параметров запланированного ремонтного потока.

Дефектный элемент в элементе цепи i -го, $1 / \text{ч}$.

В зависимости от серьезности фактор времени аварийной остановки - это вероятность времени аварийной остановки, а коэффициент ошибок при плановом ремонте - это вероятность простоя при плановом ремонте. Совокупное время восстановления схемы из-за ошибки i -го элемента относительно времени t календарной операции.

Время, которое цепь тратит на плановые ремонты в течение календарного времени t , определяется параметром заказа на плановые ремонты и периодом ремонта для элемента цепи с самым длинным временем ремонта, то есть борт.

Полный сбой питания происходит из-за отказа элемента и запланированного монтажа цепи:

Полученная зависимость позволяет определить вероятность бесперебойной работы $P_d(t)$, коэффициента времени простоя K_p , для дублирования цепи электропитания.

2.3 Расчет показателей надежности системы электроснабжения

Определим параметр потока отказов, вероятность безотказной работы и время восстановления дублированной системы электроснабжения. Данные о параметре потока отказов ω , времени восстановления цепи при отказе отдельных элементов t_e и времени планового ремонта t_p примем по таблице 2.1.

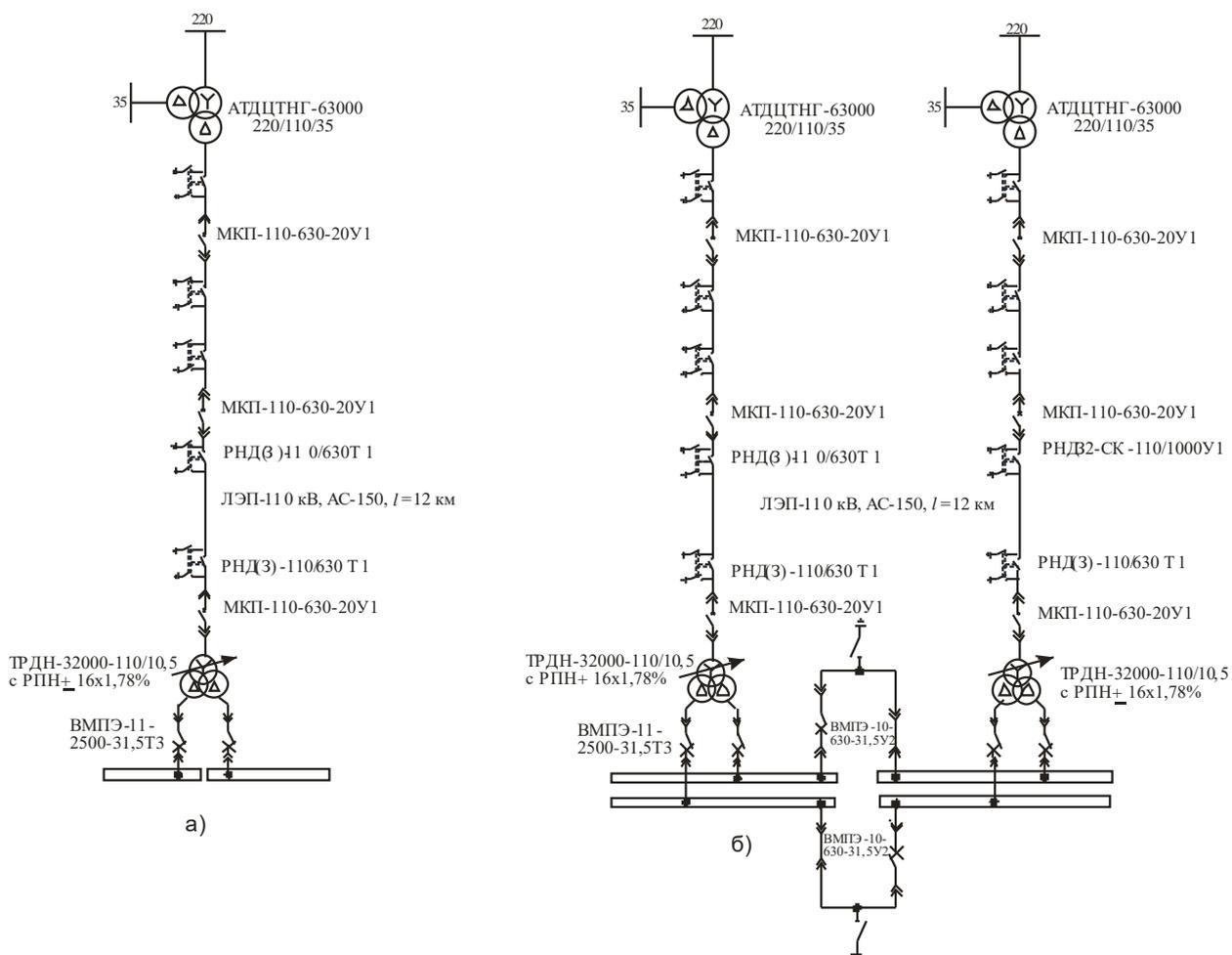
Таблица 2.1 - Повреждаемость основного оборудования и длительность ремонта

Оборудование	Ожидаемое число повреждений ω , раз/год	Продолжительность аварийного ремонта t_e , ч.	Продолжительность планового ремонта t_p , ч.
Трансформаторы двухобмоточные:			
110 кВ и выше	0,01	90	25
20-35 кВ	0,02	90	20
6-10 кВ	0,05	60	10
Трансформаторы трехобмоточные 110 кВ и выше	0,015	90	25
Камеры распределительных устройств с выключателями:			
линейные 110 кВ и выше	0,03	25	25
20-35 кВ	0,02	20	20
3-10 кВ	0,005	15	15
Генераторов и трансформаторов шиносоединительные и секционнные:			
110 кВ и выше	0,01	25	25
20-35 кВ	0,007	20	20
6-10 кВ	0,002	15	15
Камеры распределительных устройств с отделителями:			
110 кВ и выше	0,006	15	-
35 кВ	0,004	10	-
Воздушные линии напряжением:			
220 кВ	0,15	0,25	-
110 кВ	0,5-0,7	8-10	-
6-10 кВ	2-4	10-15	-
Разъединители:			
220 кВ	0,008	15	20
110 кВ	0,008	15	16
35 кВ	0,008	15	4
6-10 кВ	0,008	15	3

Прежде чем определять показатели надежности дублированной системы, необходимо вычислить ряд показателей для одной цепи.

На рисунке 6 приведены схема электроснабжения с одной цепью питания и дублированной.

Параметры элементов системы электроснабжения приведены в таблице 2.2.



а) – с одной цепью питания; б) – с двумя цепями питания

Рисунок 2 - Схемы электроснабжения

Таблица 2.2 - Параметры элементов схемы

Оборудование	Ожидаемое число повреждений ω , раз/год	Продолжительность аварийного ремонта $t_{ар}$, ч.	Продолжительность планового ремонта $t_{п}$, ч.
1 Трансформатор системы трехобмоточный	0,015	90	25
2 Разъединитель 1	0,008	15	16

Продолжение таблицы 2.2

3 Выключатель 110 кВ 1	0,03	25	25
4 Разъединитель 110 кВ 2	0,008	15	16
5 Разъединитель 110 кВ 3	0,008	15	16
6 Выключатель 110 кВ 2	0,03	25	25
7 Разъединитель 110 кВ 4	0,008	15	16
8 ЛЭП 110 кВ	0,7	10	-
9 Разъединитель 110кВ 5	0,008	15	16
10 Выключатель 110 кВ 3	0,03	25	25
11 Трансформатор ГПП двухобмоточный 110/10 кВ	0,01	90	25
12 Выключатель 10 кВ	0,002	15	15

2.3.1 Определение показателей надежности для одной цепи дублированной системы

Вероятность безотказной работы цепи определяем полученные данные сводим в таблицу 2.3.

Необходимость введения коэффициента 1/8760 вызвана тем, что параметр потока отказов всюду задан в 1/год, а время восстановления – в часах.

Среднее время восстановления цепи, приходящееся на один отказ (2.32),

$$t_{ec} = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i t_{e,i}}{\sum_{i=1}^n \omega_i} = \frac{K_{н.у.}}{\omega_y} = \frac{1,4 \cdot 10^{-3}}{0,857} = 1,63 \cdot 10^{-3} \text{ года, или } t_{ec} = 1,63 \cdot 10^{-3} \cdot 8760 = 14,3 \text{ часа.}$$

Длительность планового ремонта цепи принимаем по элементу с наибольшей продолжительностью ремонта т.е. $t_{p.сис} = t_{p.в1} = t_{p.в2} = t_{p.в3} = t_{p.ГПП} = 25$ ч.

Параметр потока плановых ремонтов принимают в зависимости от местных условий. В нашем случае принимаем один плановый ремонт в течение года, т.е. $\mu_p = 1/\text{год}$, а $T_{n.p.} = 1$ год.

Сравнивая коэффициент аварийного простоя цепи с коэффициентом простоя цепи в плановом ремонте, видим, что значение.

2.3.2 Расчет показателей надежности дублированной системы электроснабжения

Вероятность безотказной работы находим, данные сводим в таблицу 2.3: Среднюю наработку на отказ определим по (2.31):

$$T_{\partial} = \frac{1}{2\omega_{\psi}K_{n.ц.о}} = \frac{1}{2 \cdot 0,857 \cdot 4,25 \cdot 10^{-3}} = 137 \text{ лет.}$$

Таблица 2.3- Вероятность безотказной работы

Время (t)		24 ч. (1 день)	48 ч. (2 суток)	720ч. (30 дней)	8760ч. (365 дней)
Без выхода из строя:					
<u>Одноцепная</u>	В часах	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,35 \cdot 10^{-18}$	$7,4 \cdot 10^{-269}$	$4,9 \cdot 10^{-3263}$
	В днях	0,42	0,18	$6,71 \cdot 10^{-12}$	$1,16 \cdot 10^{-136}$
<u>Двухцепная</u>	В часах	0,84	0,03	0,005	$2,07 \cdot 10^{-28}$
	В днях	0,99	0,98	0,8	0,07

Основные показатели надежности системы электроснабжения сведен в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Показатели надежности системы электроснабжения

Показатели	<u>Одноцепная</u>	<u>Двухцепная</u>
Параметр потока отказов цепи	0,857/год	$7,3 \cdot 10^{-3}$ 1/год
Наработка на отказ	1,17 года	137 лет
Коэффициент простоя цепи	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$6,68 \cdot 10^{-6}$
Время простоя цепи	12,13 ч.	0,06 ч.

3 Технико-экономический расчет

Чтобы решить проблему промышленной энергетической оптимизации, необходимо сравнить ряд альтернатив. Многофакторный характер промышленного энергетического проекта определяет выполнение технико-экономических расчетов (ТЕЖ). Исходя из этого, определяют оптимальную схему преобразования, параметры электрической сети и их элементов.

Экономическая база для определения наиболее подходящей альтернативы - минимальная экономия средств.

Годовые эксплуатационные расходы.

Годовые операционные расходы состоят из эффекта потерь, затрат на амортизацию и операционных расходов.

$$И = И_{\Pi} + И_{А} + И_{Э} \quad (3.1)$$

Технико-экономический расчет №1

Определим технико-экономические показатели для двух вариантов внешней цепи питания для питания при максимальном напряжении $U = 110$ кВ.

Основными требованиями к выбору количества и мощности основных трансформаторов являются: Минимальные и низкие затраты на трансформатор, учитывая надежность нагрузки и динамику нагрузки.

Выбор мощности основного трансформатора зависит от общей проектной нагрузки компании с учетом типа реактивного источника питания.

Надежность электроснабжения компании достигается установкой двух трансформаторов на подстанции. После аварии (когда трансформатор отключен) также возможно, что работающий трансформатор гарантирует необходимую рабочую нагрузку компании.

Определяет технико-экономические показатели при подаче напряжения $U = 110$ кВ на внешнюю цепь. (Рисунок 3)

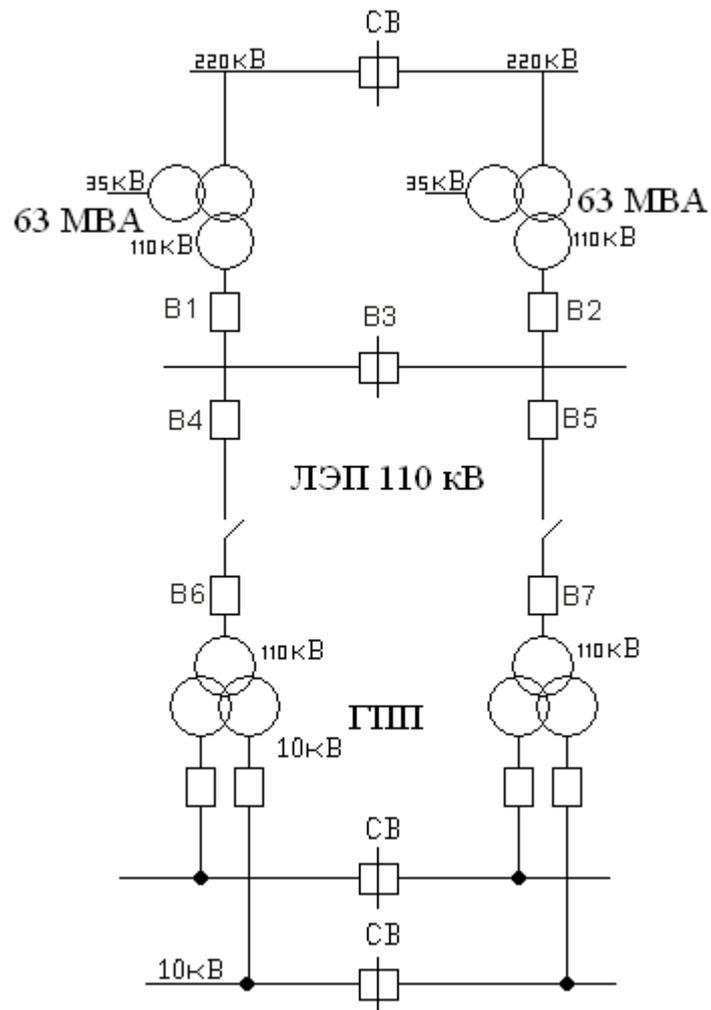


Рисунок 3 - Первый вариант схемы внешнего электроснабжения

Выбор трансформаторов ГПП:

$$S_{\text{ГПП}} = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2} = \sqrt{51233^2 + 12980^2} = 52852 \text{ кВар,}$$

Таблица 3.1 - Технические данные трансформаторов ГПП

Тип	$S_{\text{н}}$, кВА	$\frac{\text{ВН}}{\text{НН}}$, кВ	$P_{\text{хх}}$, кВт	$\Delta P_{\text{кз}}$, кВт	$U_{\text{кз}}$, %	$I_{\text{хх}}$, %	Цена, тг.
2 ТРДН-32000	3200 0	115/ 10,5-0,5	32	145	10,5	0,7	10125000

Потери трансформаторов ГПП:

$$\Delta P_{\text{тр.ГПП}} = 2 \cdot (32 + 145 \cdot 0,82^2) = 259 \text{ кВт},$$

$$\Delta W_{\text{тр.гпп}} = 2 \cdot (32 \cdot 6000 + 145 \cdot 3411 \cdot 0,82^2) = 1049131,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Долевое участие в мощности трансформаторов системы:

$$\gamma_1 = \frac{S_{\text{тр.ГПП}}}{2 \cdot S_{\text{н.тр.сис}}}, \quad (3.2)$$

Выбор сечения ЛЭП

$$S_{\text{ЛЭП}} = \sqrt{(P_{\text{р.зав}} + \Delta P_{\text{тр.ГПП}})^2 + Q_3^2} = \sqrt{(51233 + 259)^2 + 12980^2} =$$

$$I_{\text{р.ЛЭП}} = \frac{S_{\text{ЛЭП}}}{2\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{53103}{2\sqrt{3} \cdot 110} = 139,5 \text{ А},$$

$$I_{\text{ав}} = 2I_{\text{р}} = 2 \cdot 139,5 = 279 \text{ А}.$$

Определим сечение по экономической плотности тока:

$$F_3 = \frac{I_{\text{р.ЛЭП}}}{j_3} = \frac{139,5}{1,1} = 126,8 \text{ мм}^2,$$

где $j_3 = (Al; 5000) = 1,1 \text{ А/мм}^2$ [4, стр 252].

Таблица 3.2 - Данные провода АС

Тип	$I_{\text{доп}}$, А	x_0 , Ом/км	r_0 , Ом/км	Стоимость $\underline{\text{тг}}$.	E_a
АС-150	450	0,35	0,21	2685000	0,028

Проверка:

$$585 \text{ А} \geq 279 \text{ А},$$

$$\Delta W_{\text{ЛЭП}} = 2 \cdot (3 \cdot 139,5^2 \cdot 2,52 \cdot 10^{-3} \cdot 3411) = 1003649 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Расчет токов короткого замыкания

Для расчета токов КЗ составим схему замещения (Рисунок 4).

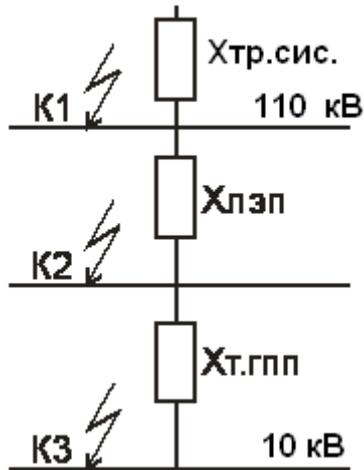


Рисунок 4 - Схема замещения ТЭР №1

Базисные значения

$$I_б = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 115} = 5 \text{ кА,}$$

$$X_{лэп} = \frac{0,35 \cdot 12 \cdot 1000}{115^2} = 0,32 \text{ о.е.}$$

Сопротивление системы

Таблица 3.3 - Технические данные трансформаторов системы

Тип	$S_{н}$, кВА	ВН/ СН/НН, кВ	P_{xx} , кВт	$\Delta P_{кз}$, кВт	I_{xx} , %	$U_{к.з.вн-сн}$, %	Цена, тг.
АТДЦТНГ- 63000	63000	220/110/35	85	380	2,3	12,05	13800000

Найдем реактивное сопротивление трансформатора системы:

$$X_{тр.сист} = \frac{U_{кн}}{100} \cdot \frac{S_б}{S_{н.т}}, \quad (3.3)$$

$$X_{тр.сист} = \frac{12,05 \cdot 1000}{100 \cdot 63} = 1,9 \text{ о.е.}$$

Расчет тока короткого замыкания в точке К1

$$I_{K1} = \frac{I_{\Sigma}}{X_{тр.сист}}, \quad (3.4)$$

$$I_{K1} = \frac{5}{1,9} = 2,6 \text{ кА},$$

$$i_{уд.К1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,6 = 6,68 \text{ кА},$$

Таблица 3.4 - Технические данные выключателей В1, В2 и В4, В5

Тип	U_n , кВ	I_n , кА	$I_{н.откл.}$, кА	$I_{дин.ст.}$, кА	цена, <u>тг.</u>
МКП-110-630-20 У1	110	630	20	52	1200000

Проверяем:

$$U_n \geq U_{н.сети} (110 \text{ кВ} \geq 110 \text{ кВ});$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{авар.} (630 \text{ А} \geq 331 \text{ А});$$

$$I_{дин.} \geq i_{уд.К1} (52 \text{ кА} \geq 6,68 \text{ кА});$$

$$I_{терм.} \geq I_{К1} (20 \text{ кА} \geq 2,6 \text{ кА});$$

Долевое участие на выключатели В1 и В2:

$$\gamma_{В1,В2} = \frac{I_{ав.}}{I_{н.выкл}}, \quad (3.5)$$

$$\gamma_{В1,В2} = \frac{279}{630} = 0,44.$$

Секционный выключатель В3 выбираем по $I_p=165,5 \text{ А}$:

Таблица 3.5 - Технические данные выключателя В3

Тип	U_n , кВ	I_n , кА	$I_{н.откл.}$, кА	$I_{дин.ст.}$, кА	цена, <u>тг.</u>
МКП-110-630-20У1	110	630	20	52	1200000

Проверяем:

$$20 \text{ кА} \geq 2,6 \text{ кА};$$

Долевое участие на выключатель В3:

Расчет тока короткого замыкания в точке К2.

$$I_{\text{К2}} = \frac{I_{\text{б}}}{(X_{\text{тр.сист}} + X_{\text{ЛЭП}})}, \quad (3.6)$$

Выключатели В6 и В7 выбираем по $I_{\text{ав.ЛЭП}}$.

$I_{\text{ав.ЛЭП}(110)} = 2I_{\text{р.ЛЭП}(110)} = 279 \text{ А}$. Выбираем выключатели типа МКП-110-630-20У1

Таблица 3.6 - Технические данные выключателей В6 и В7

Тип	$U_{\text{н}}$, кВ	$I_{\text{н}}$, кА	$I_{\text{н.откл}}$, кА	$I_{\text{дин.ст}}$, кА	цена, <u>тг.</u>
МКП-110-630-20У1	110	630	20	52	1200000

Проверяем:

$$U_{\text{н}} \geq U_{\text{н.сети}} (110 \text{ кВ} \geq 110 \text{ кВ});$$

$$I_{\text{н.откл.}} \geq I_{\text{авар.ЛЭП}(110)}. (630 \text{ А} \geq 279 \text{ А});$$

$$I_{\text{дин.}} \geq i_{\text{уд.К2}} (52 \text{ кА} \geq 5,7 \text{ кА});$$

$$I_{\text{терм.}} \geq I_{\text{К2}} (20 \text{ кА} \geq 2,25 \text{ кА});$$

Расчет суммарных эксплуатационных затрат:

1) Затраты на трансформатор ГПП:

$$K_{\text{тр.ГПП}} = 2 \cdot K_{\text{тр}} = 2 \cdot 10125000 = 20250000 \text{ тг.}$$

2) Затраты на ЛЭП:

$$K_{\text{ЛЭП}} = l \cdot K_{\text{ЛЭП}} = 12 \cdot 2685000 = 32220000 \text{ тг.}$$

3) Затраты на В4, В5:

$$K_{\text{В4,В5}} = 2 \cdot K_{\text{В}} = 2 \cdot 1200000 = 2400000 \text{ тг.}$$

4) Затраты на разъединители:

$$K_{\text{р1,р2}} = 2 \cdot K_{\text{раз}} = 2 \cdot 16950 = 33900 \text{ тг.}$$

5) Трансформатор системы:

$$K_{тр.сист.} = 2 \cdot K_{тр.сист.} \cdot \gamma_1 = 2 \cdot 13800000 \cdot 0,42 = 11592000 \text{ тг.}$$

6) Затраты на В1, В2:

$$K_{в1,в2} = 2 \cdot K_{в1,в2} \cdot \gamma_2 = 2 \cdot 1200000 \cdot 0,44 = 1056000 \text{ тг.}$$

7) Затраты на В3:

$$K_{в3} = K_{в3} \cdot \gamma_3 = 1200000 \cdot 0,22 = 264000 \text{ у.е.}$$

$$\Sigma K_{(110)} = K_{тр.ЛЭП} + K_{лэн} + K_{в4,в5} + K_{р1,р2} + K_{тр.сист.} + K_{в1,в2} + K_{в3} =$$

$$20250000 + 32220000 + 2400000 + 33900 + 11592000 + 1056000 + 264000 = 67815900 \text{ тг.}$$

Расчет суммарных эксплуатационных издержек.
Норма амортизационных отчисления [4, стр 79]:

$$E_{а.ЛЭП} = 2,8\%,$$

$$E_{а.обор.} = 6,3\%.$$

Норма отчисления на эксплуатацию:

$$E_{экс.обор} = 3\%,$$

$$E_{экс.ЛЭП} = 0,4\%,$$

C_0 -Стоимость потерь ээ – 9 тг./кВт·ч

Амортизационные издержки на ЛЭП:

$$I_{а.ЛЭП} = E_{а.ЛЭП} \cdot \Sigma K_{ЛЭП.} = 0,028 \cdot 32220000 = 902160 \text{ тг.}$$

$$I_{а.обор.} = E_{а.обор.} \cdot \Sigma K_{обор.без ЛЭП} = 0,063 \cdot (K_{тр.лнп} + K_{вык\Sigma} + K_{тр.сист} + K_{развед}) =$$

$$0,063 \cdot (20250000 + (2400000 + 1056000 + 264000) + 11592000 + 33900) = 2242545 \text{ тг.}$$

Эксплуатационные издержки:

$$I_{экс.обор} = E_{экс.обор} \cdot K_{обор.без ЛЭП} = 0,03 \cdot 35595900 = 1067880 \text{ тг.}$$

$$I_{экс.ЛЭП} = E_{экс.ЛЭП} \cdot K_{лэн.} = 0,004 \cdot 32220000 = 128880 \text{ тг.}$$

Издержки на потери ээ в ЛЭП:

$$I_{\text{потерьЭЭ}} = C_0 (\Delta W_{\text{трГПП}} + \Delta W_{\text{ЛЭП}})$$

$$= 9 (1049131,3 + 1003649) = 18475022,7 \text{ тг. кВт}\cdot\text{ч/год.}$$

Суммарные издержки:

$$\Sigma I_{110} = I_{\text{а.ЛЭП}} + I_{\text{а.обор}} + I_{\text{экс.ЛЭП}} + I_{\text{экс.обор}} + I_{\text{потерьЭЭ}} =$$

$$= 902160 + 2242545 + 128880 + 1067880 + 18475022,7 = 22816485 \text{ тг.}$$

Определим суммарные затраты по 1 варианту:

$$Z_{110} = E \cdot \Sigma K_{110} + \square \Sigma I_{110} = 0,12 \cdot 67815900 + 22816485 = 30954390 \text{ тг.}$$

E – нормативный коэффициент эффективности срока окупаемости.

Технико-экономический расчет №2.

Определим технико-экономический показатель второй схемы внешнего электроснабжения при питании с напряжения $U = 220 \text{ кВ}$ (рисунок 5).

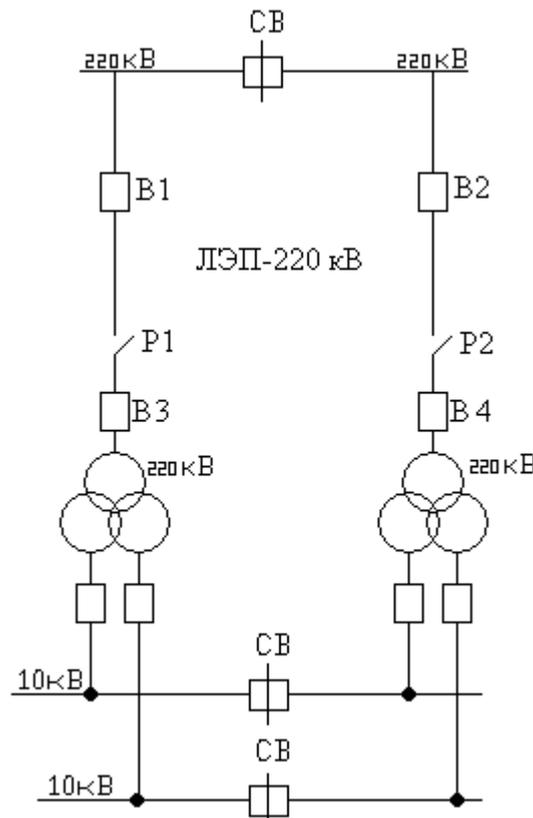


Рисунок 5 - Второй вариант схемы внешнего электроснабжения

Выбор сечения ЛЭП:

$$S_{\text{ЛЭП}} = \sqrt{(P_{\text{р.зав}} + \Delta P_{\text{тр.ГПП}})^2 + Q_3^2} = \sqrt{(51233 + 539,1)^2 + 12980^2} =$$

$$I_{\text{р.ЛЭП}} = \frac{S_{\text{ЛЭП}}}{2\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{53374}{2\sqrt{3} \cdot 220} = 70,1 \text{ А,}$$

$$I_{\text{ав}} = 2I_{\text{р}} = 2 \cdot 70,1 = 140,2 \text{ А.}$$

Определим сечение по экономической плотности тока:

$$F_3 = \frac{I_{\text{р.ЛЭП}}}{j_3} = \frac{70,1}{1,1} = 63,7 \text{ мм}^2,$$

где $j_3 = (Al; 5000) = 1,1 \text{ А/мм}^2$ [3, стр 252].

По потере на корону выбираем АС-240 с $I_{\text{дон}} = 610 \text{ А}$, $\rho_0 = 0,13 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,36 \text{ Ом/км}$.

Таблица 3.7 - Данные провода АС

Тип	$I_{\text{дон}}$, А	x_0 , Ом/км	r_0 , Ом/км	Стоимость пг.	E_a
АС-240	610	0,36	0,13	4125000	0,035

Проверим провод по рабочему току:

$$I_{\text{дон}} \geq I_{\text{раб(лэн)}}, \quad (3.7)$$

$$[610 \text{ А} > 70,1 \text{ А}].$$

Проверка провода по аварийному току

$$I_{\text{дон}} \geq I_{\text{ав}} [610 \text{ А} > 140,2 \text{ А}],$$

$$I_{\text{дон. ав.}} \geq I_{\text{ав}} = 1,3 \cdot I_{\text{дон}} \geq I_{\text{ав}}, \quad (3.8)$$

$$[1,3 \cdot 610 \geq 140,2].$$

Определяем потери электроэнергии в ЛЭП:

$$R = l \cdot r_0 = 12 \cdot 0,13 = 1,56 \text{ Ом,}$$

$$\Delta W_{\text{ЛЭП}} = 2 \cdot (3I_{\text{лэн}}^2 R \cdot 10^{-3} \cdot \tau). \quad (3.9)$$

Определяем $\Delta W_{\text{ЛЭП}} = 2 \cdot (3 \cdot 70,1^2 \cdot 1,56 \cdot 10^{-3} \cdot 3411) = 156889 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$

Расчет токов короткого замыкания.

Для расчета токов КЗ составим схему замещения (рисунок 6).

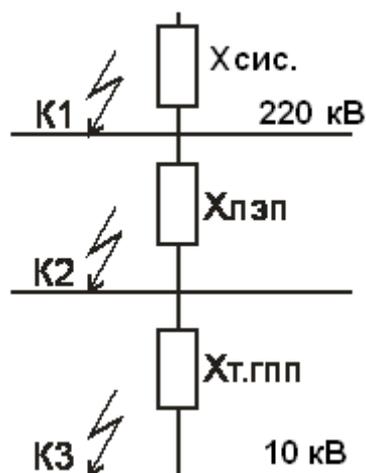


Рисунок 6 - Схема замещения ТЭР № 2

Базисные значения: $S_{кз} = 1800$ МВА; $S_{\delta} = 1000$ МВА; $U_{\delta} = 230$ кВ;

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 2,51 \text{ кА},$$

Расчет тока короткого замыкания в точке К1

$$i_{уд.к1} = \sqrt{2} \cdot I_{к1} \cdot k_{уд} = \sqrt{2} \cdot 4,56 \cdot 2 = 12,8 \text{ кА},$$

$$S_{к1} = \sqrt{3} \cdot U_{\delta} \cdot I_{к1} = \sqrt{3} \cdot 230 \cdot 4,56 = 1814 \text{ кВА},$$

(3.10)

$$I_{к2}^{(3)} = \frac{2,51}{0,55 + 0,082} = 3,97 \text{ кА},$$

$$i_{уд.к2} = \sqrt{2} \cdot I_{к2} \cdot k_{уд} = \sqrt{2} \cdot 3,97 \cdot 2 = 11,2 \text{ кА},$$

$$S_{к2} = \sqrt{3} \cdot U_{\delta} \cdot I_{к2} = \sqrt{3} \cdot 230 \cdot 3,97 = 1580 \text{ кВА}.$$

Выключатели В1 и В2 выбираем по $I_{л\delta\Pi}=70,1$, $I_{авар.л\delta\Pi}=140,2$ А.

Технические данные выключателей сводим в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 - Технические данные выключателя В1; В2, В3, В4

Тип	$U_n, \text{кВ}$	$I_n, \text{кА}$	$I_{н.откл.}, \text{кА}$	$I_{дин.ст.}, \text{кА}$	цена, тг.
У-220-1000-25У1	220	1000	25	64	3750000

Проверяем:

$$U_n \geq U_{н.сети} (220 \text{кВ} \geq 220 \text{кВ});$$

$$I_{н.откл.} \geq I_{авар.} (1000 \text{А} \geq 140,2 \text{А});$$

$$I_{дин.} \geq i_{уд.к1} (64 \text{кА} \geq 12,8 \text{кА});$$

$$I_{терм.} \geq I_{к1} (25 \text{кА} \geq 4,56 \text{кА});$$

Разъединители Р1, Р2 выбираем по $I_{ав.ЛЭП(220)} = 2 \cdot 70, I = 140,2 \text{А}$ Выбираем разъединители типа РНД(з)-220/630Т1, $I_n = 630 \text{А}$, $U_n = 220 \text{кВ}$, $I_{дин.} = 80 \text{кА}$, $I_{терм.} = 31,5 \text{кА}$ цена = 79500 тг.

Условия выбора:

$$U_{н.раз} \geq U_{н.сети} (220 \text{кВ} \geq 220 \text{кВ});$$

$$I_{н.раз.} \geq I_{авар.ЛЭП(110)}. (630 \text{А} \geq 140,2 \text{А});$$

$$I_{дин.} \geq i_{уд.к2} (80 \text{кА} \geq 3,97 \text{кА});$$

$$I_{пред.} \geq I_{к2} (80 \text{кА} \geq 11,2 \text{кА});$$

Расчет суммарных эксплуатационных затрат:

1) Затраты на трансформатор ГПП:

$$K_{тр.ГПП} = 2 \cdot K_{тр} = 2 \cdot 10350000 = 20700000 \text{ тг.}$$

2) Затраты на ЛЭП:

$$K_{лэп} = l \cdot K_{лэп} = 12 \cdot 4125000 = 49500000 \text{ тг.}$$

3) Затраты на В3, В4:

$$K_{в3,в4} = 2 \cdot K_в = 2 \cdot 3750000 = 7500000 \text{ тг.}$$

4) Затраты на разъединители:

$$K_{р1,р2} = 2 \cdot K_{раз} = 2 \cdot 79500 = 159000 \text{ тг.}$$

5) Трансформатор системы:

$K_{тр.сист.}$ - отсутствует т.к. мы его не используем.

6) Затраты на В1, В2:

$$K_{\epsilon 1, \epsilon 2} = 2 \cdot K_{\epsilon 1, \epsilon 2} = 2 \cdot 3750000 = 7500000 \text{ тг.}$$

$$\begin{aligned} \Sigma K_{(220)} &= K_{\text{тр. ГПП}} + K_{\text{лэн}} + K_{\epsilon 3, \epsilon 4} + K_{p1, p2} + K_{\epsilon 1, \epsilon 2} = \\ &= 20700000 + 49500000 + 7500000 + 1590000 + 7500000 = 85359000 \text{ тг.} \end{aligned}$$

Расчет суммарных эксплуатационных издержек.

Норма амортизационных отчислений [1, стр 79]:

$$E_{a. \text{ЛЭП}} = 3,5\%$$

$$E_{a. \text{обор.}} = 6,3\%$$

Норма отчисления на эксплуатацию:

$$E_{\text{экс. обор.}} = 3\%$$

$$E_{\text{экс. ЛЭП}} = 0,5\%$$

C_0 -Стоимость потерь ээ – 9 тг./кВт·ч

Амортизационные издержки на ЛЭП:

$$I_{a. \text{ЛЭП}} = E_{a. \text{ЛЭП}} \cdot \Sigma K_{\text{ЛЭП}} = 0,035 \cdot 49500000 = 1732500 \text{ тг.}$$

$$\begin{aligned} I_{a. \text{обор.}} &= E_{a. \text{обор.}} \cdot \Sigma K_{\text{обор. без ЛЭП}} = 0,063 \cdot (K_{\text{тр. зпп}} + K_{\text{вык}} + K_{\text{разъед}}) = \\ &= 0,063 \cdot (20700000 + (7500000 + 7500000) + 1590000) = 2259150 \text{ тг.} \end{aligned}$$

Эксплуатационные издержки:

$$I_{\text{экс. обор.}} = E_{\text{экс. обор.}} \cdot K_{\text{обор. без лэн}} = 0,03 \cdot 35859000 = 1075770 \text{ тг.}$$

$$I_{\text{экс. ЛЭП}} = E_{\text{экс. ЛЭП}} \cdot K_{\text{лэн}} = 0,005 \cdot 49500000 = 247500 \text{ тг.}$$

Издержки на потери ээ в ЛЭП:

$$\begin{aligned} I_{\text{потерь ээ}} &= C_0 (\Delta W_{\text{тр ГПП}} + \Delta W_{\text{ЛЭП}(220)}) = \\ &= 9 (2486230 + 156889) = 23788071 \text{ тг. кВт·ч/год} \end{aligned}$$

Суммарные издержки:

$$\begin{aligned} \Sigma I_{220} &= I_{a. \text{ЛЭП}} + I_{a. \text{обор.}} + I_{\text{экс. ЛЭП}} + I_{\text{экс. обор.}} + I_{\text{потерь ээ}} = \\ &= 1732500 + 2259150 + 247500 + 1075770 + 23788071 = 29102991 \text{ тг.} \end{aligned}$$

Определим суммарные затраты по 2 варианту:

$$Z_{220} = E \cdot \Sigma K_{220} + \square \Sigma I_{220} = 0,12 \cdot 85359000 + 29102991 = 39346071 \text{ тг.}$$

Таблица 3.9 - Сравнительные варианты электроснабжения

Вариант электроснабжения	Суммарные капитальные затраты, тг.	Суммарные эксплуатац. издержки, тг.	Потери э/энергии в ЛЭП, кВт ч	Суммарные приведенные затраты, тг.
1 (110 кВ)	67815900	22816485	1003649	30954390
2 (220 кВ)	85359000	29102991	156889	39346110

Из данной таблицы видно, что электроснабжение напряжением 110 кВ является наиболее оптимальным и дешевым, по сравнению с напряжениями 220кВ.

4 Электробезопасность

4.1 Защита от электрического тока

Широкое использование электроэнергии в различных целях усиливается тем, что наличие напряжения не может быть обнаружено нашими ощущениями, поскольку воздействие электрического тока на организм может иметь опасные последствия и даже смерть. Вероятность смертельных травм выше, чем вероятность других производственных рисков.

Воздействие электрического тока на организм может вызвать различные электрические повреждения (электрический пустой огонь, металлизация кожи, электрические знаки, электронные) и электронный шок.

Работ электроустановок в зданиях

Электроустановки расположены таким образом, чтобы снизить риск поражения электрическим током.

Состояние безопасности сильно зависит от электропроводности пола. Безопасная изоляция почвы уменьшает риск.

Открытую машину можно вращать к области и устанавливать только без увеличения риска контакта с частями под напряжением.

В обычном помещении электромеханическое оборудование должно быть открыто или защищено. Если пыль или другие вещества, которые повреждают изоляцию, могут попасть в устройство, оно должно быть закрыто.

Для защиты от контакта, живые части не доступны (высота, спрятанная под полом или на стене).

В то же время обслуживающий персонал должен иметь свободный доступ к токоведущим частям.

Используйте знаки пре-определенн вице для предупреждений определенн вице: предупреждение, запрет Инг, позволяет и напоминает. Их размеры и конструкция соответствуют правилам использования и испытаний средств защиты в электроустановках.

Постоянные предупреждающие знаки установлены в электрические двери комнаты, с напряжениями тока больше чем 1000 В и других опасных мест.

4.2 Расчёт заземляющего устройства

Все металлические детали в электроустановке, как правило, не под напряжением, а под напряжением, должны быть прочно соединены с землей. Такой подход называется защитой, но его основная цель-защитить менеджеров от опасных контактов с волнением.

Требуются все электроустановки напряжением 380 В и заземлением в зонах повышенного риска, особенно опасные и наружные установки напряжением 42 В и выше.

В электроустановках, электрических машинах, трансформаторах, измерительных трансформаторах вторичные обмотки, приборы, шкафы, шкафы, пульта, металлические строительные шкафы, здания и сооружения и др.

В качестве естественного заземлителя, водопроводов, металлических труб, газовых труб и легковоспламеняющихся жидкостей, металлоконструкций, используемых в здании в контакте с Землей, за исключением свинцовой оболочки, нанесенной на землю, должны быть подключены к естественному заземлителю различные точки заземляющей сети рекомендуется не менее двух изделий.

В качестве искусственного грунта круговые стальные бруски диаметром не менее 10 мм (не оцинкованные) или 6 мм (оцинкованные) осуществляют размещение 4-миллиметрового искусственного грунта таким образом, чтобы было достигнуто равномерное распределение потенциала в области электрооборудования. Для этого вдоль линии 0 устройства размещается грунтовая полоса. 5-0. Грунтовый гравий укладывают на глубину 7 м, а в боковом направлении, то есть подключают заземляющее устройство

Эффективно сажать заземляющее устройство с заземленной нейтралью и напряжением более 1000В не только по конструкции и ограничению напряжения на заземляющем устройстве, но и по контактному напряжению.

Сопротивление заземляющего устройства в трансформаторной станции контролируется соответствующим электрическим и кодом безопасности:

$$R_3 \leq 10 \text{ Ом} \quad (4.1)$$

Рассчитаем заземляющее устройство плавильного цеха на медно-никелевом комбинате.

Требуется:

Определить количество вертикальных и длину горизонтальных заземлителей;

Показать размещение (ЗУ) на плане;

Определить фактическое значение сопротивления ЗУ.

С учетом экранирования

$$N_{\text{в.р}} = \frac{N'_{\text{в.р}}}{n_{\text{э}}} = \frac{20}{0,64} = 31,5. \text{Принимается } N_{\text{в}} = 32.$$

Размещается ЗУ на плане и уточняются расстояния, наносятся на план.

Тогда расстояние между электродами уточняется с учетом формы объекта. По углам устанавливаются по одному вертикальному электроду, а остальные – между ними.

$$n_B = F(\text{конт.}; 4,7; 32) = 0,6;$$

$$n_\Gamma = F(\text{конт.}; 4,7; 32) = 0,3;$$

Определяется фактическое сопротивление ЗУ

$$R_{\text{з.ф}}(3,7) < R_{\text{з.ф}}(6), \quad (4.2)$$

Следовательно, ЗУ эффективно (Рисунок 7).

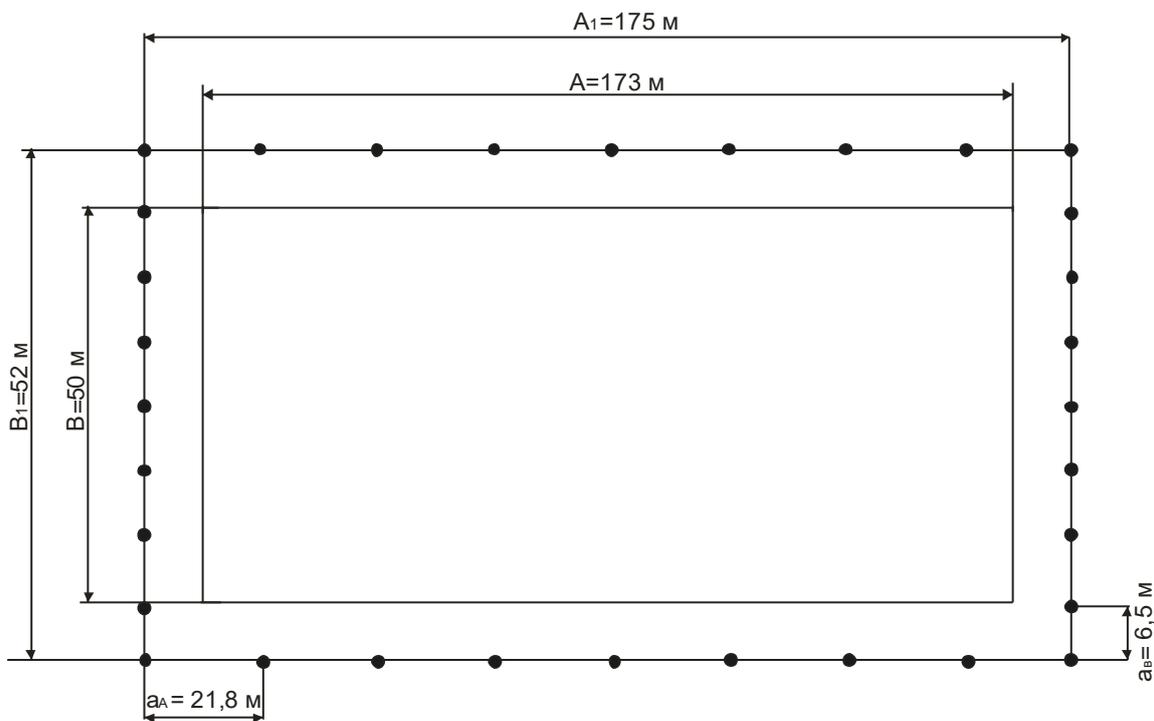


Рисунок 7- План заземления

Таблица 4.1 - Коэффициенты сезонности

Климатическая зона	Вид заземлителя		Дополнительные сведения
	Вертикальный	Горизонтальный	
I	1,9	5,8	Глубина заложения вертикальных заземлителей от поверхности земли 0,5...0,7м
II	1,7	4,0	Глубина заложения горизонтальных заземлителей 0,3...0,8м
III	1,5	2,3	
IV	1,3	1,8	

Таблица 4.2-Значение коэффициентов использования электродов

N _в	$\frac{a}{L}$						Дополнительные сведения
	1		2		3		
	n _в	n _г	n _в	n _г	n _в	n _г	
4	$\frac{0,69}{0,74}$	$\frac{0,45}{0,77}$	$\frac{0,78}{0,83}$	$\frac{0,55}{0,89}$	$\frac{0,85}{0,88}$	$\frac{0,7}{0,92}$	Числитель для контурного ЗУ, а знаменатель для рядного.
	6	$\frac{0,62}{0,63}$	$\frac{0,4}{0,71}$	$\frac{0,73}{0,77}$	$\frac{0,48}{0,83}$	$\frac{0,8}{0,83}$	
10		$\frac{0,55}{0,59}$	$\frac{0,34}{0,62}$	$\frac{0,69}{0,75}$	$\frac{0,4}{0,75}$	$\frac{0,76}{0,81}$	
	20	$\frac{0,47}{0,49}$	$\frac{0,27}{0,42}$	$\frac{0,64}{0,68}$	$\frac{0,32}{0,56}$	$\frac{0,71}{0,77}$	
30		$\frac{0,43}{0,43}$	$\frac{0,24}{0,31}$	$\frac{0,6}{0,65}$	$\frac{0,3}{0,46}$	$\frac{0,68}{0,75}$	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе произведено проектирование схемы электроснабжения медно-никелевого комбината. Рассчитана осветительная и силовая нагрузка на 0,4 кВ. На основании этих расчетов выбрано 11 цеховых трансформаторов типа ТМ-1000/10 и проведена компенсация реактивной мощности на 0,4 кВ батареями конденсаторов типа УКБН-0,38-200-50 УЗ экспорт. Рассчитана высоковольтная нагрузка, а также на основе баланса реактивной мощности на шинах 10 кВ выбраны батареи конденсаторов типа УКЛ-10,5-1800 У1. Полная мощность комбината составила $S_p = 52189$ кВА, на основании потребляемой мощности выбраны два трансформатора главной понизительной подстанции мощностью по 32 МВА с расщепленной обмоткой низкого напряжения типа ТРДН -32000-110/10,5 с РПН.

Рассмотрены два варианта схемы внешнего электроснабжения предприятия напряжением 110 кВ и 220 кВ. Наиболее рациональным и экономически целесообразным оказалась схема электроснабжения напряжением 110 кВ.

Произведен расчет трехфазных токов короткого замыкания на шинах ГПП и РП, выбраны защитная и коммутационная аппаратура, силовые кабели, контрольно-измерительная аппаратура.

В специальной части произведен расчет показателей надежности системы электроснабжения медно-никелевого комбината.

В экономической части рассчитаны потери прибыли в результате простоя оборудования, а также прирост прибыли в результате сокращения перерывов в электроснабжении.

В разделе «Охрана труда» выявлены вредные факторы в процессе производства. Описаны мероприятия по защите от вредных воздействий. Проведен расчет заземления.

Спроектированная система электроснабжения медно-никелевого комбината удовлетворяет ряду требований: высокая надежность и экономичность, безопасность и удобство в эксплуатации, обеспечено требуемое качество электроэнергии, соответствующие уровни напряжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Методика расчета электрических нагрузок промышленных предприятий с применением ЭВМ. Методическое пособие. -Алматы.:АЭИ, 1988.
- 2 Справочник по проектированию электроснабжения. /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
- 3 Справочник по проектированию электрических сетей и оборудования. /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
- 4 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. /Под ред. А.А. Федорова. 1 и 2 том. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 5 Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 6 Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1984, - 472 с.
- 7 Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Энергоатомиздат, 1989г.
- 8 Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 9 Основы технологии важнейших отраслей промышленности. Ч 1,2. /Под ред. И.В. Ченцова. – М.: Высшая школа, 1989.
- 10 Справочная книга для проектирования электрического освещения. /Под ред. Г.М. Кнорринга. – Л.: Энергоиздат, 1981.
- 11 Кнорринг Г.М. Осветительные установки. – Л.: Энергоиздат, 1981.
- 12 Андреев В.А Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения. – М.: Высшая школа 1990.
- 13 Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. – М.: Металлургия, 1975.
- 14 Аветисян Х.К. Металлургия черновой меди.-М.: Металлургиздат, 1954.
- 15 ПТЭ и ПТБ, 2007г.
- 16 Худяков И.Ф., Тихонов А.И. и др. Металлургия меди, никеля и кобальта. – М.: Металлургия, 1977.
- 17 Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии на промышленных предприятиях. – М.: Энергия, 1977.
- 18 Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник для студентов.- М.: Интермет Ин 672 , 2006;
- 19 Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: Учебник для студентов 2- ое издание: Сибикин Ю.Д. М.:Академия 368, 2007.
- 20 Стандарты организации система качества работы ученые, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала СТ РГП 38944979-09-2009.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ли Яньянь

Название: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:7,2

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:347

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

..... 27.05.2019

..... 

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ли Яньянь

Название: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:7,2

Коэффициент подобия 2:0

Тревога:347

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

..... 21.05.19

Дата

..... 

Подпись Научного руководителя

РЕЦЕНЗИЯ

на _____ дипломную работу _____
(наименование вида работы)

_____ Ли Яньянь _____
(Ф.И.О. обучающегося)

_____ 5B071800 - Электроэнергетика _____
(шифр и наименование специальности)

На тему: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ слайдах
- б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В дипломной работе произведено проектирование электроснабжения завода для тракторных запчастей. Рассчитана осветительная и силовая нагрузка на 0,4 кВ. На основании этих расчетов выбрано 12 цеховых трансформаторов типа ТМЗ-1000/10 и проведена компенсация реактивной мощности на 0,4 кВ батареями конденсаторов типа УКЗ-0,38-75 УЗ. Полная мощность завода составила $S_p = 20174,4$ кВА.

Произведен расчет трехфазных токов короткого замыкания на шинах ГПП, выбраны защитная и коммутационная аппаратура, силовые кабели, контрольно-измерительная аппаратура.

В специальной части проведен расчет качества напряжения и предложены меры для его улучшения.

Спроектированная система электроснабжения завода запчастей для тракторов удовлетворяет ряду требований: высокая надежность и экономичность, безопасность и удобство в эксплуатации, обеспечено требуемое качество электроэнергии, соответствующие уровни напряжения

Замечания:

1) в расчетно-пояснительной записке встречаются грамматические и орфографические ошибки

Оценка работы

Дипломная работа заслуживает оценки хорошо 80%, а дипломница Ли Яньянь академической степени бакалавр техники и технологий по специальности 5B071800 - Электроэнергетика

Рецензент
_____ Доктор PhD, доцент АУЭС _____
(должность, уч. степень, звание)

_____ Алмуратова Н.К. _____

« _____ (подпись) _____
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ _____
_____ 2019 г.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на _____ дипломную работу _____
(наименование вида работы)
_____ Ли Яньян _____
(Ф.И.О. обучающегося)
_____ 5B071800 – Электроэнергетика _____
(шифр и наименование специальности)

Тема: Расчет показателей надежности системы электроснабжения завода

Ли Яньян приступила к выполнению дипломной работы в соответствии с графиком.

В дипломной работе произведено проектирование электроснабжения завода.

Представлены сведения по технологии производства и основному электрооборудованию, а также по экономической части и охране труда.

Выполнен полный расчет электрических нагрузок; обоснованы схемы внешнего и внутреннего электроснабжения; произведен технико-экономический расчет вариантов внешнего электроснабжения и выбран наиболее рациональный вариант; месторасположение, типы и мощности трансформаторных подстанций; составлена картограмма нагрузок; выбрана коммутационная и защитная аппаратура; выполнен расчет показателей надежности системы электроснабжения.

В экономической части произведен расчет прироста прибыли в результате сокращения перерывов в электроснабжении.

В разделе безопасности и охраны труда представлены сведения по электробезопасности, пожаробезопасности, промышленной санитарии; произведен расчет заземляющего устройства цеха.

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки «хорошо» 85%. А Ли Яньян присвоения академической степени «бакалавр техники и технологий» по специальности 5B071800 – Электроэнергетика.

Научный руководитель

доктор PhD, ассистент профессора Сарсенбаев Е.А.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

«27» 05 2019 г.