

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

Абдумутал Ж.А.

Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В071800 – Электроэнергетика

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующего кафедрой
доктор PhD, ассистент профессор

 Е.А. Сарсенбаев

" 13 " 05 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: " Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности"

по специальности 5В071800 – Электроэнергетика

Выполнил

Абдумутал Ж.А

Рецензент

Научный руководитель

Доктор PhD, доцент кафедры
«Электроэнергетика»

КазАТК им. М. Тынышпаева

 Ж.Ж. Калиев
" 13 " 05 2019 г.

лектор

 Т.С. Малдыбаева
" 13 " 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

" 28 " 01 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся *Абдумутал Жандосу Абдумуталұлы*

Тема: *Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности*

Утверждена приказом проректора по академической работе № 1210-б от «30» октября 2018 г.

Срок сдачи законченного проекта «б» мая 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Питание может быть 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, отнесенное мощности системы 0,4. Трансформаторы работают раздельно.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- а) Расчет электроснабжения завода по производству меди
- б) Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности
- в) Техничко-экономический расчет
- г) Электробезопасность





Перечень графического материала: представить в виде презентации, состоящей из 10 слайдов.

Рекомендуемая основная литература: 11 наименований.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Расчет электроснабжения завода по производству меди	11.03.2019	<i>нет</i>
Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности	18.03.2019	<i>нет</i>
Технико-экономический расчет	15.04.2019	<i>нет</i>
Электробезопасность	22.04.2019	<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	Малдыбаева Т.С. лектор	<i>13.05.192</i>	
Технико-экономический расчет	Малдыбаева Т.С. лектор	<i>13.05.192</i>	
Электробезопасность	Малдыбаева Т.С.	<i>13.05.192</i>	
Нормоконтролер	Балгаев Н.Е. доктор PhD	<i>13.05.192</i>	

Научный руководитель



Малдыбаева Т.С.

Задание принял к исполнению обучающийся



Абдумутал Ж.А.

Дата

"25" февраля 2019 г.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломная работа
(наименование вида работы)

Абдумутал Жандос Абдумуталұлы
(Ф.И.О. обучающегося)

5B071800-Электроэнергетика
(шифр и наименование специальности)

На тему: **Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности**

Выполнено:

- а) графическая часть на 5 листах
б) пояснительная записка на 48 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Дипломная работа посвящена теме «Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности».

В основной части дипломной работы произведены: расчет осветительных нагрузок, расчет электрических нагрузок завода по производству меди, расчет токов короткого замыкания. Выполнен выбор: защитных и коммутационных электроаппаратов, приборов для измерения расхода электроэнергии и кабельной продукции.

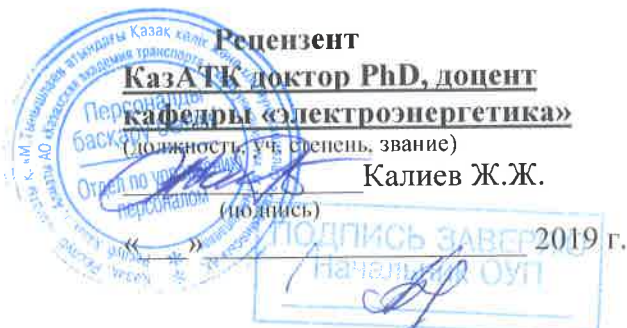
В специальной части произведен анализ и сравнение электрооборудований по компенсации реактивной мощности методами эмпирических расчетов.

В экономической части дипломной работы произведен расчет капитальных вложений на выполнение системы электроснабжения завода по производству меди, путем составления технической спецификации электрооборудования.

В части электробезопасности дипломной работы описаны принимаемые меры безопасности при эксплуатации электрооборудований рассматриваемого завода.

Оценка работы

Дипломная работа выполнена на «отлично» (92%), в связи с чем считаю автора данной работы достойным академической степени «бакалавр» по специальности 5B071800 – «электроэнергетика».



ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На Дипломную работу
(наименование вида работы)
Абдумутал Жандоса Абдумуталұлы
(Ф.И.О. обучающегося)
05B071800 – Электроэнергетика
(шифр и наименование специальности)

Тема: **Анализ и сравнение компенсирующих устройств
реактивной мощности**

Абдумутал Жандос Абдумуталұлы приступил к выполнению дипломной работы в соответствии с графиком.

За время дипломирования показал себя хорошим специалистом, способным заниматься поиском необходимой литературы для решения поставленных задач, умеющим пользоваться справочной литературой, компьютерной техникой и INTERNET.

Дипломная работа выполнена в полном объеме, состоит из пояснительной записки на стр. машинописного текста.

Считаю, что дипломная работа Абдумутал Жандоса Абдумуталұлы заслуживает оценки «отлично» (92%), а ее автор – присвоения степени «бакалавр».

Научный руководитель

лектор

(должность, уч. степень, звание)

Малдыбаева Т.С.

(подпись)

«13» мая 2019 г.

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: Абдумутал Жандос Абдумугалұлы

Название: Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности.doc

Координатор: Толкын Малдыбаева

Коэффициент подобия 1: 25

Коэффициент подобия 2: 3,4

Тревога: 316

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:

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

15.05.18

Дата


.....
Подпись Научного руководителя

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: Абдумутал Жандос Абдумуталұлы

Название: Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности.doc

Координатор: Толкын Малдыбаева

Коэффициент подобия 1:25

Коэффициент подобия 2:3,4

Тревога:316

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:

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

03.05.19

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допустить к защите

13.05.19



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе показан технологический процесс производства завода по производству меди, посчитаны электрические нагрузки по цехам завода, компенсация реактивной мощности, совершено технико-экономическое сопоставление вариантов электроснабжения и проделан подбор электрооборудования до и ниже 1000В.

В специальной части рассмотрены вопросы, по компенсации реактивной мощности, сделан анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности.

Также в работе рассмотрены вопросы по электробезопасности и экономической части.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста зауыт цехтарында мыс өндіретін зауыттың өндіріс технологиялық үдерісі, реактивті электр қуатын компенсациялау, электр қуатымен қамтамасыз ету нұсқаларын техникалық-экономикалық негіздемені жасаған және 1000В-тан төмен және одан төмен электр жабдықтарын тандаған.

Арнайы бөлімде реактивті электр қуатын өтеу мәселесі қарастырылып, реактивті қуат өтемдік құрылғыларын талдау және салыстыру жүргізіледі.

Сондай-ақ, жұмыс барысында электр қауіпсіздігі және экономикалық бөлік мәселелері қарастырылды.

ANNOTATION

In this thesis work shows the technological process of production of the plant for the production of copper, calculated electrical loads in the shops of the plant, reactive power compensation, made a feasibility comparison of power supply options and made the selection of electrical equipment to and below 1000V.

In the special part, the issues of reactive power compensation are considered, analysis and comparison of reactive power compensating devices is made.

Also in the work addressed issues of electrical safety and the economic part.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Основная часть	8
1.1	Технологический процесс производства	8
1.1.1	Исходные данные	13
1.1.2	Расчет осветительной нагрузки	14
1.1.3	Расчет электрических нагрузок по заводу производства меди	16
1.2	Определение числа и мощности цеховых трансформаторов	21
1.2.1	Компенсация реактивной мощности на шинах 0.4 кВ	22
1.2.2	Предварительное распределение низковольтных нагрузок по цеховым ТП	23
1.2.3	Уточненный расчет реактивных мощностей на шинах 0.4 кВ	25
1.2.4	Уточненный расчет электрических нагрузок по заводу производства меди	26
1.2.5	Определение мощности высоковольтных батарей конденсаторов и синхронных компенсаторов.	30
2	Специальная часть	36
2.1	Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности.	36
2.1.1	Батареи статических конденсаторов БСК как компенсаторы реактивной мощности	36
2.1.2	Синхронные двигатели как УКРМ	39
3	Экономическая часть.	43
3.1	Технико-экономический расчет сравнения вариантов внешнего электроснабжения	43
3.1.1	I вариант – ЛЭП 115 кВ	44
3.1.1	II вариант – ЛЭП 37 кВ	50
3.2	Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания $U > 1$	57
3.2.1	Расчет тока короткого замыкания на шинах ГПП	57
3.2.2	Выбор оборудования напряжением 10 кВ	62
3.2.3	Выбор оборудования на отходящих линиях к ТП	64
3.2.4	Выбор кабелей на отходящих линиях ГПП-ТП	64
4	Электробезопасность	67
	Заключение	71
	Список использованной литературы	72
	Приложение А	73

ВВЕДЕНИЕ

Электроснабжение является одной из составляющих народного хозяйства. Основными потребителями электрической энергии являются промышленные предприятия. Они расходуют из вырабатываемой это в нашей стране.

Основной задачей проектирования предприятий является рациональный план электроснабжения, учитывающий последние достижения науки и техники на основе технико-экономических обоснований решений, обеспечивающих оптимальную надежность поставок электроэнергии потребителям в необходимом размере, Требуемое качество при минимальных затратах. Надежность системы электроснабжения в первую очередь определяется схематичным и конструктивным построением системы, разумным количеством встроенных в нее резервов, а также надежностью входящего электрооборудования.

Актуальность данной дипломной работы заключается в том, что в сетях энергосистем при передаче электроэнергии появляются потери мощности. Потери появляются в линиях электропередач, в обмотках трансформаторов и т. д. Чем больше расстояние передачи электроэнергии,, тем больше и потери в сетях энергетической системы. И для решения этой проблемы в данной работе предусмотрены виды компенсации реактивной мощности. Так как если будет больше потерь РМ, то стоимость электроэнергии будет дорого обходиться потребителям. В связи с этим компенсация реактивной мощности в энергосистеме должна осуществляться новыми технологиями, а точнее батареями статических конденсаторов. Которые в целом обходятся с экономической точки зрения дешевле, не требуют капиталовложения, нежели устаревший вид компенсации РМ с использованием синхронных двигателей и компенсаторов.

1 Основная часть

1.1 Технологический процесс производства

Одним из основных объектов по переработке продуктивных растворов является цех экстракции. Цех экстракции предназначен для принятия раствора, со стадии выщелачивая (она происходит на штабелях выщелачивания), который содержит маленькую концентрацию меди и большое количество примесей, и произвести более чистый электролит с наибольшим содержанием меди, подходящий для стадии Электролиза. Экстракция на месторождении Беркара представлена одним цехом. Проектная производительность 3000 т/год меди.

Полная экстракция 90% была использована для выбора продуктивных растворов и скорости потока раффината, согласно которым выбраны параметры насосов и смесителей-отстойников (экстракторов).

Отделение экстракции состоит из одной производственной линии, в которую входят две последовательные стадии экстракции (E1 и E2), одна стадия реэкстракции (S), и одна стадия отмывки (W). Продуктивный раствор (5.6 г/л Cu) подается по трубопроводу 100-PLS-251-PE-160 в смеситель 100-ТК-011 стадии E-1 и затем направляется в стадию E-2, после чего раффинат (0.4 г/л Cu) по трубопроводу 100-RA-008-PE-250 самотеком поступает в резервуар 100-ТК-040 в зимний период и в отстойник раффината в летний.

Обогащенная органическая фаза (экстракт) контактирует с водными потоками раствора в следующем порядке: W, S, E2 и E1.

Экстракт из стадии E1 поступает в емкость экстракта 100-ТК-050 и затем перекачивается на отмывку W. Медь из экстракта извлекается обедненным электролитом (38 г/л Cu), поступающим по трубопроводу 100-SE-255-PE-110 из отделения электролиза меди (EW). Обогащенный электролит (50 г/л Cu) самотеком по трубопроводу 100-RE-058-PE-160 выходит из стадии реэкстракции S и поступает в емкость обогащенного электролита 100-ТК-060, затем посредством электронасосных агрегатов 100-PC-060A/B (1 резервный) обратно в отделение электролиза меди EW, проходя через мультимедийный фильтр 110-FL-070 для извлечения унесенной органической фазы, и через теплообменники 110-HP-070/080 - для поддержания температуры электролита на оптимальном уровне (45°C).

Процесс экстракции меди органическим растворителем проходит при достаточно высоких концентрациях серной кислоты и железа. Поэтому необходимо тщательно следить за уносом водной фазы экстрактом на стадии экстракции, чтобы снизить до минимума перенос примесей, в том числе и железа, в электролит, питающий отделение электролиза меди. Чтобы уменьшить этот эффект, экстракт из стадии экстракции по трубопроводу 100-LO-013-PE-250 поступает в емкость экстракта 100-ТК-050, где водная фаза извлекается из экстракта и перекачивается по трубопроводу 100-RA-102-PP-32, насосом 100-PM-050 обратно в стадию E-1.

Для подачи продуктивных растворов в цех используются два насосных агрегата 090-PU-001/002 (один резервный), которые поставляют продуктивные растворы (PLS) из отстойника продуктивных растворов см. чертежи 12003-ТХ-04 в цех экстракции. Данные насосы расположены в насосной станции подачи продуктивных растворов.

Продуктивный раствор в зимний период времени требует подогрева, перед тем как попасть в цех экстракции. Насосы продуктивных растворов 090-PU-001/002 (один резервный) перекачивают продуктивный раствор с номинальной скоростью 100 м³/час через теплообменник продуктивных растворов 100-HP-001, который нагревает продуктивный раствор до минимальной температуры 10-15С.

Контакт экстракта с обедненным электролитом, обладающим высокой кислотностью после электролиза меди (EW) (до 185 г/л серной кислоты) изменит направление реакции на обратное, таким образом поглощая кислоту и увеличивая содержание меди в обогащенном электролите, и одновременно уменьшая содержание меди в органической фазе. Экстрагент после восстановления поступает в смеситель 100-ТК-021 стадии экстракции E-2.

Экстракт очищается (отмывается) на стадии отмывки W раствором серной кислоты с концентрацией 18 г/л H₂SO₄, поступающего по трубопроводу 100-SA-321-CS-32. На стадии отмывки удаляются примеси, образовавшиеся в результате уноса капель водной фазы, в частности, хлориды и железо. Очищенная органическая фаза по трубопроводу 100-LO-061-PE-250 поступает на стадию реэкстракции.

Примеси (crud) - это эмульсия, формирующаяся вследствие присутствия твердой фазы в продуктивном растворе. Эмульсия является устойчивой третьей фазой на границе раздела органической и водной фаз в сепараторах-отстойниках. Она препятствует нормальному разделению фаз и способствует дополнительным потерям органической фазы.

Эти примеси (crud) периодически удаляются из сепараторов-отстойников с помощью передвижного диафрагменного насоса и транспортируются в емкость сбора примесей (crud) 100-ТК-130 по трубопроводу 100-CR-607-PP-090. Рафинат из стадии E2 может быть использован, чтобы способствовать разделению фаз. Очищенная водная фаза может быть отобрана с донной части емкости, в то время как очищенный от примесей слой органической фазы будет собираться в верхней части емкости. Оставшиеся примеси перекачиваются в емкость обработки примесей (crud) 100-ТК-140 для дальнейшей обработки.

Партия смеси органической и водной фаз с примесями (crud) обрабатывается в емкости 100-ТК-140 с мешалкой в присутствии глинозема (clay), способствующего образованию устойчивой суспензии, и далее подается насосом на рамный фильтр-пресс 100-FL-140. Для более тонкой фильтрации дополнительный слой фильтрующего материала наносится на поверхности фильтра. Этот фильтрующий слой готовится в емкости 100-ТК-160, снабженной мешалкой и насосом 100-PP-160, дозируется в фильтр пресс 100-FL-140. Фильтрующий слой готовится на основе органического растворителя и

диатомитовой земли. Извлеченная органическая фаза возвращается в процесс через емкость извлеченной органической фазы 100-ТК-150, а отфильтрованная твердая фаза сбрасывается в отходы для дальнейшей утилизации.

В этой же емкости 100-ТК-140 также проводится регенерация обогащенного органического растворителя, которая необходима для предотвращения деградации органического растворителя и повышения эффективности процесса экстракции. Эта технологическая операция осуществляется смешением органического растворителя, поступающего из емкости экстракта 100-ТК-050, с глиноземом (clay). Образовавшаяся суспензия затем фильтруется партиями на рамном фильтр-прессе 100-FL-140. Для предотвращения деградации органического растворителя необходимо обрабатывать не менее 2% объема в сутки первоначального заполнения органическим растворителем оборудования отделения экстракции.

Отфильтрованная органическая фаза подается в емкость 100-ТК-150 и затем по трубопроводу 100-ЛО-617-PP-63 возвращается в емкость экстракта 100-ТК-050.

Органика – это смесь реагента (LIX 984NC) и 15-85% растворителя (дилуэнт ShellSol D70), который смешивается с вышеуказанным реагентом. Полученная смесь после контактирует с медью в продуктивном растворе. Дилуэнт в процесс поступает со склада подпитки дилуэнта, который пристроен к цеху экстракции, посредством насоса 100-PC-055, который расположен в здании экстракции.

Все основные и напорные трубопроводы монтируются с использованием труб из полиэтилена высокой плотности HDPE100. На всасывающей части насосов установлены стальные нержавеющие фитинги, и трубы из стали марки SS316L.

Конечным объектом в технологическом процессе является цех электролиза. В цехе электролиза происходит процесс отделения меди от раствора, полученного в цехе экстракции, по средством реакции электролиза.

Раствор, обогащенный медью в цехе экстракции, поступает в цех электролиза по трубопроводам 100-RE-152-PE-110 - и попадает на мультимедийный фильтр 110-FL-070. На мультимедийном фильтре раствор после экстракции проходит очистку от органики, которая попадет в раствор при ненадлежащем разделе фаз в процессе экстракции. При фильтрации в фильтре накапливается органика, которая один раз в сутки промывается водой из противопожарных резервуаров. Промытая органика вместе с раствором с мультимедийного фильтра поступает в емкость рафинада 100-ТК-040. После промывки фильтра осуществляется его продувка, также от органики. Для продувки мультимедийного фильтра используется воздух от компрессора низкого давления (воздуходувка), который расположен в здании цеха экстракции, там же расположен компрессор для управления запорной арматурой мультимедийного фильтра и другой пневмоприводной арматуры цеха Электролиза.

После фильтрации раствор самотеком попадает в емкость фильтрованного электролита 110-ТК-070. С емкости 110-ТК-070 насосами 110-ПУ-070А и 110-ПУ-070В (резервный) раствор подается через теплообменники 110-НР-070, 110-НР-080- в емкость богатого электролита 110-ТК-080. Для того чтобы медь на катодах имела равномерный слой и требуемое качество в емкость 110-ТК-080 насосами 110-РМ-090 и 110-РМ-100 добавляют гуаровую смолу и сульфат кобальта, предварительно смешав эти вещества в емкостях 110-ТК-090А, 110-ТК-090В (гуаровая смола) и 110-ТК-100 (сульфат кобальта) по средством мешалок 100-АГ-090-А/В и 100-АГ-100 соответственно. Затем раствор обогащенного электролита из емкости 110-ТК-080, посредством электронасосных агрегатов 110-ПУ-080А/В (1 резервный) подается на электролизные ванны 110-ЕС-110. С этих ванн раствор обедненного электролита по трубопроводу 110-СЕ-353-РЕ-355, самотеком попадает в емкость 110-ТК-080 циркулирующего электролита. Далее с этой емкости насосами 110-ПУ-081А/В (1 резервный) раствор обедненного электролита подается на теплообменник 110-НР-070, где он отдает тепло фильтрованному электролиту, подаваемому на электролизные ванны, после чего раствор отправляется в цех экстракции в емкость 100-ТК-041 (S).

На электролизных ваннах по средством электролитической реакции медь отделяется от раствора и оседает на катоде равномерным слоем, затем катоды вынимаются из ванны специализированным краном 110-СН-110 и далее направляются на автоматизированную катодосъемную машину. На катодосъемной машине катоды подаются на мойку, где с катодов смываются остатки растворов и далее снимаются листы с медью. После чего производиться их упаковка в пачки и взвешивание пачек с отгрузкой на склад.

Производительность цеха электролитического восстановления меди - 3000 т/г.

В процессе эксплуатации в электролизных ваннах накапливается анодный шлам, так как аноды подвергаются коррозии, а также пыль и другой мусор. Поэтому ванны должны регулярно очищаться по следующей методике:

- Ванна должна быть изолирована от электрического тока, для чего используют раму переключения, которая отводит питание от очищаемых ванн, не разрывая общей цепи питания остальных ванн.

- Поток, идущий на ванну, перекрывается задвижкой.

- Ванна подсоединяется к насосу для очистки электролизных ванн (110-РА-110) при помощи трубы и гибкого всасывающего шланга.

- Шланг помещается на уровне примерно $\frac{3}{4}$ глубины ванны и чистый электролит с верха ячейки подается в резервуар обедненного электролита (110-ТК-080).

- Оставшийся электролит и шлам отправляется в емкость для крада (100-ТК-130).

Далее шлам вымывается через задвижку в нижнем углу ванны.

- Нижняя задвижка закрывается, ванна снова наполняется электролитом, рама короткого замыкания удаляется, и постоянный ток может снова проходить через ванну.

Трубопроводная обвязка напорной части насосов осуществляется трубопроводами из полиэтилена высокого давления HDPE100. На всасывающей части насосов установлены стальные (12X18H10T) переходы с патрубками для контрольно-измерительных приборов (КиП).

Производство и приемку работ по монтажу технологических трубопроводов производить согласно чертежей и СНиП РК 3.05.09. -2002 г.

Монтаж трубопроводов производить в соответствии с чертежами см. листы с трубопроводами и расположением: листы 12,13,14.

Технологические трубопроводы относятся к группе Аа 1 по СН 527-80.

Сварку полиэтиленовых трубопроводов выполнить в соответствии с ГОСТ 16310-80.

Опознавательную окраску металлических трубопроводов производить согласно ГОСТ 14202-69.

Ограждения движущихся частей и фланцевые соединения выполнить в соответствии с правилами техники безопасности.

Работы по защите опорных металлических конструкций, от коррозии следует выполнять после окончания всех предшествующих работ (СНиП 3.04.03-85).

По окончании монтажных работ произвести пневматические испытания согласно СНиП 3.05.04-85 "Испытания трубопроводов и сооружений".

Для емкостей, после их монтажа провести индивидуальные гидроиспытания.

Технику безопасности соблюдать согласно ПБПВ-2006. Для первоначальной помощи при попадании химических реагентов на тело или в глаза проектом предусмотрены души самопомощи, расставленные по периметру цеха в местах вероятности пролива серной кислоты.

1.1.1 Исходные данные

Питание может быть осуществлено от подстанции энергосистемы неограниченной мощности, на которой установлены два трехобмоточных трансформатора мощностью по 63МВА, напряжением 230/115/37 кВ. Мощность к.з. на стороне 230 кВ равна 1800 МВА, отнесенное к мощности системы 0,4. Трансформаторы работают отдельно.

Расстояние от энергосистемы до завода 25км.

Завод работает в три смены.

Данные внесены в таблицу 1.1.

Генеральный план электроснабжения завода показан на рисунке 1.

Принципиальная схема электроснабжения завода показана на рисунке

2.

Таблица 1.1 - Сведения об электрических нагрузках по цехам завода по производству меди

№ п/п	Наименование	Кол-во ЭП,п	Установл. Мощ-ть, кВт	
			Одного ЭП, P _н	∑P _н
1	Цех экстракции	100	5-120	2500
2	Цех электролиза	120	1-50	1800
3	Механический цех № 1	150	1-100	2100
4	Механический цех № 2	20	1-30	200
5	Сборочный цех	50	1-50	1100
6	Кузнечно-прессовый цех	70	10-100	1700
6а	Отделение кузнечно-прессового цеха:	42	5-175	600
7	Насосная			
	а) СД 10 кВ	4	1500	6000
	б) 0,4кВ	10	10-80	400
8	Пожарное депо	6	5-20	50
9	Литейный цех:			
	а) ДСП 12 т	2	По каталогу	
	б) 0,4 кВ	120	10-150	3500
10	Заводоуправление, ЦЗЛ (4 эт.)	60	1-28	900
11	Склад	10	10-30	140
12	Термический цех	40	10-100	1950
13	Электроремонтный цех	25	1-40	450
14	Компрессорная			
	а) СД 10 кВ	2	630	1260
	б) 0,4 кВ	8	5-40	320

1.1.2 Расчет осветительной нагрузки

Расчет осветительной нагрузки при определении нагрузки предприятия производится по удельной плотности осветительной нагрузки на квадратный метр производственных площадей и коэффициенту спроса.

По этому методу расчетная осветительная нагрузка принимается равной средней мощности освещения за наиболее загруженную смену и определяется по формулам:

$$P_{p.o} = K_{c.o} \cdot P_{y.o}, \text{ кВт}; \quad (1.1)$$

$$Q_{p.o} = tg\varphi_0 \cdot P_{p.o}, \text{ кВар}, \quad (1.2)$$

где $K_{c.o}$ - коэффициент спроса по активной мощности осветительной нагрузки, который определяется из

$P_{y.o}$ - установленная мощность приемников освещения по цеху, определяется по удельной осветительной нагрузке на 1 м^2 поверхности пола и известной производственной площади:

$$P_{y.o} = \rho_0 \cdot F, \text{ кВт}, \quad (1.3)$$

где F - площадь производственного помещения, м^2 ;

ρ_0 - удельная расчетная мощность кВт на 1 м^2 .

Расчет осветительной нагрузки проводится в следующей последовательности:

1) По генеральному плану предприятия замеряется и вычисляется с учетом масштаба генплана длина и ширина каждого производственного помещения, и территория предприятия;

2) Вычисляется площадь освещаемой поверхности для каждого производственного помещения, площадь наружного освещения территории вычисляется как разность площади всей территории предприятия и суммы площадей, занятых производственными помещениями;

3) Для каждого цеха и территории предприятия выбирается удельная плотность осветительной нагрузки на 1 м^2 и вычисляется установленная мощность приемников освещения по (2.1);

4) Определяется в зависимости от объекта освещения коэффициент спроса осветительной нагрузки и вычисляется расчетная осветительная нагрузка по (1.1).

Все данные по расчету освещения цеховых помещений сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Расчет осветительной нагрузки по заводу производства меди

№ по плану	Наименование производственного помещения	Размеры помещения, длина(м)×ширина(м)	Площадь помещения, м ²	Уд.освет. нагрузка	Коэф. спроса	Установ. мощность освещения	Расчетная мощность осветительной нагрузки		cosφ	tgφ
							P _{po}	Q _{po}		
1	Цех экстракции	75*45	3 231	12	0,25	38,77	9,693	11,33	0,65	1,17
2	Цех электролиза	90*30	2 700	13	0,35	35,10	12,29	22,46	0,6	1,33
3	Механический цех 1	90*19	1 710	15	0,3	25,65	7,695	18,57	0,8	0,75
4	Механический цех 2	90*20	1 800	15	0,3	27,00	8,1	8,32	0,8	0,75
5	Сборочный цех	100*64	6 400	16	0,2	102,40	20,48	41,15	0,6	1,33
6	Кузнечнопрессовый	128*30	3 840	14	0,5	53,76	26,88	6,76	0,75	0,88
6а	Отделение кузнечно-прессового цеха	50*30	1500	14	0,5	21,00	10,5	12,38	0,75	0,88
7	Насосная	48*24	936	17	0,75	15,91	11,93	14,55	0,7	1,02
8	Пожарное дело	44*18	696	18	0,4	12,53	5,011	8,22	0,8	0,75
9	Литейный цех	160*60	8 180	14	0,6	114,52	68,71	7,34	0,75	0,88
10	Заводоуправление, ЦЗЛ (4эт.)	96*26	2 496	17	0,5	42,43	21,22	13,87	0,7	1,02
11	Склад	42*10	420	18	0,3	7,56	2,268	5,80	0,7	1,02
12	Термический цех	178*60	10 680	13	0,6	138,84	83,3	19,01	0,75	0,88
13	Электроремонтный цех	38*28	952	18	0,3	17,14	5,141	27,47	0,7	1,02
14	Компрессорная	30*22	660	17	0,75	66,53	49,9	33,94	0,7	1,02

1.1.3 Расчет электрических нагрузок по заводу производства меди

Средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену для каждой характерной подгруппы электроприемников:

$$P_{см} = K_{и} \cdot P_{н}, \text{ кВт} \quad (1.4)$$

Значение коэффициентов использования $K_{и}$ находим из справочных таблиц.

Средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену для каждой характерной подгруппы электроприемников:

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ кВар} \quad (1.5)$$

Также необходимо посчитать эффективное число электроприемников $n_{э}$ для данного расчетного узла питания. Далее следует упрощенные способы определения $n_{э}$.

При $m = \frac{P_{ном.макс}}{P_{ном.мин}} \leq 3$ - эффективное число электроприемников принимается равным их фактическому числу: $n = n_{э}$.

При $m \geq 3$ и групповом коэффициенте $K_{и} = 0,2$ эффективное число электроприемников определяется по формуле:

$$n_{э} = \frac{2 \cdot \sum_1^n P_{ном}}{P_{ном.макс}}, \quad (1.6)$$

В случае, когда найденное $n_{э}$ оказывается больше фактического числа электроприемников n , то следует принять $n = n_{э}$.

Максимальная активная получасовая нагрузка от силовых электроприемников узла:

$$P_p = K_m \cdot P_{см}, \text{ кВт}, \quad (1.7)$$

Максимальная реактивная получасовая нагрузка от силовых электроприемников узла принимается равной:

- при $m > 3$, $n_{э} = \frac{2 \cdot \sum_1^n P_{ном}}{P_{ном.макс}} < 4$, для электроприемников длительного режима $Q_p = 0,75 P_{н}$ ($\cos \varphi = 0,8$) и для электроприемников повторно-кратковременного режима $Q_m = Q_{см}$;

- при $m > 3$, $n_{э} = \frac{2 \cdot \sum_1^n P_{ном}}{P_{ном.макс}} > 4$: если $n_{э} < 10$, то $Q_m = 1,1 Q_{см}$; если $n_{э} > 10$ тогда $Q_p = Q_{см}$.

Далее суммируем полученные активные и реактивные нагрузки с расчетными нагрузками освещения рассматриваемого цеха для получения

полных активных и реактивных нагрузок по цеху. Расчет производится по формулам:

$$P_M = P_p + P_{p.o}, \text{ кВт} \quad (1.8)$$

$$Q_M = Q_p + Q_{p.o}, \text{ кВар} \quad (1.9)$$

Максимальная полная нагрузка расчетного узла питания определяется:

$$S_M = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \text{ кВА} \quad (1.10)$$

Расчетный максимальный ток определяется по формуле для трехфазного тока:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \text{ кА} \quad (1.11)$$

Расчетные данные полной нагрузки по заводу электротермического оборудования сведены в таблицу 1.3.

Таблица 1.3- Расчет силовых нагрузок по заводу производства меди , U=0.4 кВ

№ по плану	Наименование	Кол-во ЭП, п	Установленная мощность		m	Ки	Cos φ	tgφ	Средняя мощность		п э	К м	Р м, кВт	Q м, кВар	S м, кВАр	I p, А
			Одного ЭП Р н	Суммарная ЭП					Рсм	Qсм						
1	Цех экстракции	100	5-120	2 500	>3	0,6	0,65	1,17	1500	1753,6 9	42	1,11	1665	1848,15		
	<i>осветительная</i>												9,693	11,33		
	Итого	100											1674,69	1859,48	2502,45	3,81
2	Цех электролиза	120	1-50	1800	>3	0,7	0,6	1,33	1260	1680,0 0	72	1,05	1323	1389,15		
	<i>осветительная</i>												12,285	22,46		
	Итого	120											1335,29	1411,61	1943,1	2,96
3	Механический цех 1	150	1-100	2100	>3	0,3	0,8	0,75	630	472,50	42	1,17	737,1	862,41		
	<i>осветительная</i>												7,695	18,57		
	Итого	150											744,795	880,98	1153,62	1,75
4	Механический цех 2	20	1-30	200	>3	0,3	0,8	0,75	60	45,00	14	1,45	87	126,15		
	<i>осветительная</i>												8,1	8,324865		
	Итого	20											95,1	134,47	164,704	0,25
5	Сборочный цех	50	1-50	1100	>3	0,3	0,6	1,33	330	440,00	44	1,17	386,1	451,74		
	<i>осветительная</i>												20,48	41,15		
	Итого	50											406,58	492,88	638,938	0,97

продолжение таблицы 1.3

6	Кузнечнопрессовый	70	10-100	1700	>3	0,6	0,75	0,88	1020	899,56	34	1,12	1142,4	1279,49		
	<i>осветительная</i>												26,88	6,76		
	Итого	70											1169,28	1286,25	1738,29	2,64
6а	Отделение кузнечно-прессового цеха	42	5-175	600	>3	0,6	0,75	0,88	360	317,49	7	1,33	478,8	349,24		
	<i>осветительная</i>												10,5	12,38		
	Итого	42											489,3	361,62	608,429	0,93
7	Насосная	10	10-80	400	>3	0,7	0,7	1,02	280	285,66	10	1,16	324,8	314,22		
	<i>осветительная</i>												11,934	14,55		
	Итого	10											336,734	328,78	470,62	0,72
8	Пожарное дело	6	5-20	50	>3	0,6	0,8	0,75	30	22,50	5	1,41	42,3	24,75		
	<i>осветительная</i>												5,0112	8,22		
	Итого	6											47,3112	32,97	57,6662	0,09
9	Литейный цех	120	10-150	3500	>3	0,6	0,75	0,88	2100	1852,03	47	1,10	2310	2541,00		
	<i>осветительная</i>												68,712	7,344		
	Итого	120											2378,71	2548,34	3486,02	5,30
10	Заводоуправление, ЦЗЛ (4эт.)	60	1-28	900	>3	0,3	0,7	1,02	270	275,46	65	1,12	302,4	338,69		
	<i>осветительная</i>												21,216	13,87		
	Итого	60											323,616	352,55	478,563	0,73
11	Склад	10	10-30	140	>3	0,2	0,7	1,02	28	28,57	10	1,84	51,52	31,42		
	<i>осветительная</i>												2,268	5,80		

продолжение таблицы 1.3

	Итого	10											53,788	37,22	65,4093	0,10
12	Термический цех	40	1-100	1950	>3	0,7	0,75	0,88	1365	1203,8 2	39	1,09	1487,85	1621,76		
	<i>осветительная</i>												83,304	19,01		
	Итого	40											1571,15	1640,76	2271,7	3,46
13	Электроремонтный цех	25	1-40	450	>3	0,4	0,7	1,02	180	183,64	23	1,21	217,8	263,54		
	<i>осветительная</i>												5,1408	27,47		
	Итого	25											222,941	291,01	366,592	0,56
14	Компрессорная	8	5-40	320	>3	0,6	0,7	1,02	192	195,88	16	1,18	226,56	267,34		
	<i>осветительная</i>												49,896	33,94		
	Итого	8											276,456	301,28	408,896	0,62
	Итого Итого												11125,7	11960,22	16334,9	24,85

1.2 Определение числа и мощности цеховых трансформаторов

Номинальные мощности трансформаторов ($S_{ном.т}$) определяются плотностью нагрузки цехов и выбираются, как правило, одинаковыми для всей группы цехов, исходя из рациональной их загрузки в нормальном режиме и с учетом минимально необходимого, резервирования в послеаварийном режиме. Ориентировочно выбор номинальной мощности цеховых трансформаторов производится по удельной плотности нагрузки:

$$\sigma_n = \frac{S_{p,0,4}}{\sum F_{общ}}, \quad (1.12)$$

$$\sigma_n = \frac{16335}{42201} = 0.35 \text{ кВА/м}^2.$$

Так как полученная плотность нагрузки $\sigma_n = 0.35 \text{ кВА/м}^2$ (если $\sigma_n = 0.2 - 0.5 \text{ кВА/м}^2$), следовательно выбираем трансформатор с номинальной мощностью $S_{н.тр} = 1600 \text{ кВА}$

Расчет минимального числа цеховых трансформаторов:

$$N_{\min \text{ тр}} = \frac{P_{p0.4}}{S_{н.тр} \cdot K_{зтр}} + \Delta N. \quad (1.13)$$

$$N_{\min \text{ тр}} = \frac{11126}{1600 \cdot 0,8} = 8,69 + 0,31 = 9 \text{ шт},$$
$$\Delta N = 0.31$$

Дополнительное число трансформаторов при $\Delta N = 0.31$ будет равно 10 (при зоне $m=1$).

Произведен расчет экономически оптимального числа трансформаторов по формуле:

$$N_{\text{тр.эк}} = N_{\min} + m \quad (1.14)$$
$$N_{\text{тр.эк}} = 9 + 1 = 10$$

1.2.1 Компенсация реактивной мощности на шинах 0.4 кВ

Определили наибольшую располагаемую реактивную мощность, которую целесообразно передать через трансформаторы в сеть напряжением до 1000 В:

$$Q_{\text{мах.тр}} = \sqrt{(N_{\text{тр.эк}} \cdot K_{\text{зтр}} \cdot S_{\text{н.тр}})^2 - P_{\text{р0.4}}^2}, \text{кВА}, \quad (1.15)$$

$$Q_{\text{мах.тр}} = \sqrt{(10 \cdot 0,8 \cdot 1600)^2 - 11126^2} = 6328,67 \text{ кВар}$$

Суммарная мощность батарей ниже 1000 В для цеховых трансформаторов составит:

$$Q_{\text{НБК}} = Q_{\text{р}} - Q_{\text{мах.тр}}, \text{кВар}, \quad (1.16)$$

$$Q_{\text{НБК}} = 11960,22 - 6328,67 = 5631,54526 \text{ кВар}$$

Реактивная мощность одной батареи конденсатора приходящейся на один трансформатор:

$$Q_{\text{БК,Т}} = \frac{Q_{\text{НБК}}}{N_{\text{тр.эк}}}, \text{кВар}, \quad (1.17)$$

$$Q_{\text{БК,Т}} = \frac{5631,54526}{10} = 563,155 \text{ кВар}$$

Выбрали комплектные конденсаторные установки одинаковой мощности типа : УКМ63-0,4-600-50 УЗ. Параметры БК приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Паспортные данные конденсаторных батарей

Тип	Ном. мощность, $Q_{\text{НБК}}$ кВар	Число и мощность регулируемых ступеней, шт*кВар
УКМ63-0,4-600-50 УЗ	600	4*150

1.2.2 Предварительное распределение низковольтных нагрузок по цеховым ТП

На основании расчетов, полученных в данном пункте 1.2.2 составляется таблица 1.5. «Распределение низковольтных нагрузок 0,4 кВ по цеховым ТП», в которой показано распределение низковольтной нагрузки по цеховым ТП. Цеховые ТП приняли двух-трансформаторную для электроснабжения нагрузок первой категории, так как это дозволено, при загрузке трансформатора меньше чем на 20% от его номинальной. Цеха группирую по территориальному признаку с учетом их нагрузок. Таблица приведена ниже под номером 1.5.

Таблица 1.5 - Распределение низковольтных нагрузок 0,4 кВ по цеховым ТП.

№№ ТП Снт Qнбк тп	№№ цехов	Рр0,4 , кВт	Qр0,4 , кВар	Sp0,4 , кВА	Кз
1	2	3	4	5	6
ТП1 2*1600	1	1507,22	1673,53		
	13	222,94	291,01		
	3	744,80	880,98		
			1730,16	2845,52	
Qнбк=(2*600)			-1200,00		
		1730,16	1645,52	2387,72	0,75

ТП2 2*1600	2	1335,29	1411,61		
	4	95,10	134,47		
	5	406,58	492,88		
	14	276,46	301,28		
	1	167,47	185,95		
			2280,89	2526,20	
Qнбк=(2*600)			-1200,00		
		2280,89	1326,20	2638,42	0,82

ТП3 2*1600	6а	489,30	361,62		
	7	336,73	328,78		
	6	1169,28	1286,25		
	11	53,79	37,22		
			2049,10	2013,87	
Qнбк=(2*600)			-1200,00		
		2049,10	813,87	2204,81	0,69

Продолжение таблицы 1.5 - Распределение низковольтных нагрузок 0,4 кВ по цеховым ТП.

ТП4 2*1600					
	12	1571,15	1640,76		
	8	47,31	32,97		
	9	475,74	509,67		
		2094,21	2183,40		
Qнбк=(2*600)			-1200,00		
		2094,21	983,40	2313,61	0,72

ТП5 2*1600	10	323,62	352,55		
	9	1902,97	2038,68		
		2226,59	2391,23		
Qнбк=(2*600)			-1200,00		
		2226,59	1191,23	2525,22	0,79

1.2.3 Уточненный расчет реактивных мощностей на шинах 0.4 кВ

Определили коэффициент загрузки для ТП по формуле:

$$K_3 = \frac{S_p}{n \cdot S_{н.тр}}, \quad (1.18)$$

где n – число трансформаторов на ТП.

$$\text{Для ТП}_1 : K_3 = \frac{2387,72}{2 \cdot 1600} = 0,75$$

Остальные расчеты K_3 для каждого ТП рассчитаны аналогично и приведены в таблице 1.4.

Произвели расчет $Q_{НБК}$ по ТП пропорционально их мощностям.

Исходные данные: $Q_p = 11960,22$ кВар; $Q_{НБК} = 5631,54526$ кВар

$$Q_{р.НБК.ТП} = (Q_{НБК} \cdot Q_{р.ТП}) / Q_p, \text{ кВар} \quad (1.19)$$

$$Q_{р.НБК.ТП1} = (2845,52 \cdot 5631,54526) / 11960,22 = 1339,83 \text{ кВар}$$

Остальные расчеты $Q_{р.НБК.ТП}$ для каждого ТП рассчитаны аналогично и приведены в таблице 1.6.

Нескомпенсированную реактивную мощность на ТП определили по формуле:

$$Q_{неск} = Q_{р.ТП} - Q_{фНБК.ТП}, \text{ кВар} \quad (1.20)$$

Для ТП₁ :

$$Q_{неск} = 2845,52 - 1200 = 1645,52 \text{ кВар}$$

Остальные расчеты $Q_{неск}$ для каждого ТП рассчитаны аналогично и приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.6 – Итоговые данные реактивных мощностей НБК на шинах 0.4 кВар

№ ТП	Q _{р.ТП} , кВар	Q _{р.НБК.ТП} , кВар	Q _{ф.НБК.ТП} , кВар	Q _{неском} , кВар
ТП ₁	2845,52	1339,83	1200	1645,52
ТП ₂	2526,20	1189,48	1200	1326,20
ТП ₃	2013,87	948,24	1200	813,87
ТП ₄	2183,40	1028,07	1200	983,40
ТП ₅	2391,23	1125,93	1200	1191,23
Итого	11960,22	5631,55	6000	5960,22

1.2.4 Уточненный расчет электрических нагрузок по заводу производства меди

а) определим потери мощности в цеховых трансформаторах:

Потери активной мощности в трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta P_T = \Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot K_3^2 \quad (1.21)$$

Потери реактивной мощности в трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{XX} + \Delta Q_{K3} \cdot K_3^2 = \frac{I_{XX}}{100} \cdot S_{HT} + \frac{U_{K3}}{100} \cdot S_{HT} \cdot K_3^2 \quad (1.22)$$

Выбираем трансформаторы типа ТСЗ-1600/6-10

Паспортные данные трансформатора приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Паспортные данные выбранного типа цеховых трансформаторов

ТСЗ-1600/6-10	S _{ном} , кВА	Напряжение обмотки		Потери, кВт		U _{кз}	I _{хх}
		ВН	НН	P _{хх}	P _{кз}		
	1600	6;10	0,4;0,69	4,2	16	5,50 %	1,50 %

Произвели расчет потерь мощности в цеховых трансформаторах.

Потери активной мощности в трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta P_T = \Delta P_{xx} \cdot n + \Delta P_{кз} \cdot K_3^2 \cdot \frac{1}{n}, \text{ кВт} \quad (1.23)$$

Потери реактивной мощности в трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta Q_T = \frac{I_{xx}}{100} \cdot S_{HT} \cdot n + \frac{U_{кз}}{100} \cdot S_{HT} \cdot K_3^2 \cdot \frac{1}{n}, \text{ кВар} \quad (1.24)$$

где n – число трансформаторов.

Расчет для ТП₁ :

$$\Delta P_T = 4,2 \cdot 1 + 16 \cdot 0,75^2 \cdot 1 = 13,20 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_T = \frac{1,5}{100} \cdot 1600 \cdot 1 + \frac{5,5}{100} \cdot 1600 \cdot 0,75^2 \cdot 1 = 74 \text{ кВар}$$

Расчет остальных ТП рассчитаны аналогично и приведены в таблице 1.8.

Суммарные потери в трансформаторах рассчитали по формулам:

$$\sum \Delta P_{T,ТП} = n \cdot \Delta P_T, \text{ кВт} \quad (1.25)$$

$$\sum \Delta Q_{T,ТП} = n \cdot \Delta Q_T, \text{ кВар} \quad (1.26)$$

Расчет для ТП₁ :

$$\sum \Delta P_{T,ТП1} = 2 \cdot 13,20 = 26,40 \text{ кВт}$$

$$\sum \Delta Q_{T,ТП1} = 2 \cdot 74 = 147 \text{ кВар}$$

Суммарные потери в трансформаторных подстанциях получили по формулам:

$$\sum_1^n \Delta P_{T,ТП} = \sum \Delta P_{T,ТП1} + \sum \Delta P_{T,ТП2} + \sum \Delta P_{T,ТПn}, \text{ кВт} \quad (1.27)$$

$$\sum_1^n \sum \Delta Q_{T,ТП} = \sum \Delta Q_{T,ТП1} + \sum \Delta Q_{T,ТП2} + \sum \Delta Q_{T,ТПn}, \text{ кВар} \quad (1.28)$$

$$\sum_1^5 \Delta P_{T,ТП} = 13,20 + 14,96 + 11,82 + 12,49 + 14,19 = 133,31 \text{ кВт}$$

$$\sum_1^5 \Delta Q_{\text{т.ТП}} = 147 + 166 + 132 + 139 + 158 = 742 \text{ кВар}$$

Таблица 1.8 - Определение потерь мощности в ЦТП

№№ТП	$\Delta P_{\text{т}}$ кВт	$\Delta Q_{\text{т}}$ кВар	$\Sigma \Delta P_{\text{т}}$ кВт	$\Sigma \Delta Q$ кВар
1	2	3	4	5
ТП1	13,20	74	26,40	147
ТП2	14,96	83	29,92	166
ТП3	11,82	66	23,64	132
ТП4	12,49	70	24,99	139
ТП5	14,19	79	28,37	158
Итого	66,66	371	133,31	742

б) Определим расчетную мощность синхронных двигателей (СД)

Расчетная активная мощность СД определяется по формуле:

$$P_{\text{р.сд}} = P_{\text{н.сд}} * K_3 * N, \text{ кВт} \quad (1.29)$$

$$P_{\text{р.сд1}} = 600 \cdot 0.7 \cdot 2 = 882 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{р.сд2}} = 1600 \cdot 0.9 \cdot 4 = 5760 \text{ кВт}$$

Расчетная реактивная мощность СД определяется по формуле:

$$Q_{\text{р.сд}} = P_{\text{н.сд}} * K_3 * N * \text{tg}\varphi, \text{ кВар} \quad (1.30)$$

$$Q_{\text{р.сд1}} = 600 \cdot 0.7 \cdot 2 \cdot 0.48 = 427,2 \text{ кВар}$$

$$Q_{\text{р.сд2}} = 1600 \cdot 0.9 \cdot 4 \cdot 0.48 = 2790 \text{ кВар}$$

Выбрали следующие виды СД:

- СДН-14-44-10
- СДН-15-64-10

Паспортные данные выбранных СД сведены в таблицу 1.9.

Таблица 1.9 – Паспортные данные выбранной марки синхронных двигателей

Серия, номинальное напряжение двигателя и число двигателей к установке N	P_n , кВт	$K_3=\beta$	$\cos \varphi$	$\tan \varphi$	N
СДН-14-44-10	600	0.7	0.9	0.48	2
СДН-15-64-10	1600	0.9	0.9	0.48	4

в) Определим расчетную мощность ДСП и потери мощности в трансформаторах ДСП:

Расчетная активная мощность ДСП определяется по формуле:

$$P_{P.ДСП} = N \cdot S_n \cdot \cos \varphi \cdot K_3, \text{ кВт} \quad (1.30)$$

Расчетная реактивная мощность ДСП определяется по формуле:

$$Q_{P.ДСП} = P_{P.ДСП} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ кВар} \quad (1.31)$$

Для ДСП-12 тонн (ДСП-6) выбираем трансформатор типа ЭТЦПК-2500/Ю-74УЗ.

Технические характеристики:

- Схема и группа соединений: $\Delta (Y)/\Delta-0 (11)$
- Номинальная мощность трансформатора: $S_n=5 \text{ МВА}$
- Количество печей $N=2$, $\cos \varphi=0,85$
- Коэффициент загрузки $K_3=0,65$
- Напряжение первичной обмотки $U_{ВН} = 10 \text{ кВ}$

$$P_{P.ДСП} = 2 \cdot 2500 \cdot 0,85 \cdot 0,65 = 2763 \text{ кВт}$$

$$Q_{P.ДСП} = 2763 \cdot 0,61 = 1712 \text{ кВар}$$

Потери активной мощности в трансформаторах ДСП:

$$\Delta P_{TR.ДСП} = 0,02 \cdot S_{n.TR.ДСП}, \text{ кВт} \quad (1.32)$$

$$\Delta P_{TR.ДСП} = 0,02 \cdot 5000 = 200 \text{ кВт}$$

Суммарные потери активной мощности в трансформаторах ДСП:

$$\sum \Delta P_{\text{ТР.ДСП}} = N \cdot \Delta P_{\text{Р.ДСП}}, \text{ кВт} \quad (1.33)$$

$$\sum \Delta P_{\text{ТР.ДСП}} = 200 \cdot 2 = 400 \text{ кВт}$$

Потери реактивной мощности в трансформаторах ДСП:

$$\Delta Q_{\text{ТР.ДСП}} = 0.1 \cdot S_{\text{н.тр.ДСП}}, \text{ кВар} \quad (1.34)$$

$$\Delta Q_{\text{ТР.ДСП}} = 0.1 \cdot 5000 = 500 \text{ кВар}$$

Суммарные потери реактивной мощности в трансформаторах ДСП:

$$\sum \Delta Q_{\text{ТР.ДСП}} = N \cdot \Delta Q_{\text{ТР.ДСП}}, \text{ кВар} \quad (1.35)$$

$$\sum \Delta Q_{\text{ТР.ДСП}} = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ кВар}$$

1.2.5 Определение мощности высоковольтных батарей конденсаторов

Составили уравнение баланса реактивной мощности на шинах 10кВ:

$$Q_{\text{вбк}} = Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{Т.ТП}} + Q_{\text{Р.ДСП}} + \sum \Delta Q_{\text{ТР.ДСП}} + Q_{\text{рез}} - Q_{\text{э}} - Q_{\text{нбк}} - Q_{\text{сд}}, \text{ кВар} \quad (1.36)$$

Произвели расчет резервной мощности по формуле :

$$Q_{\text{рез}} = 0,1 \cdot (Q_{\text{р0.4}} + \sum \Delta Q_{\text{Т.ТП}} + Q_{\text{Р.ДСП}} + \sum \Delta Q_{\text{ТР.ДСП}}), \text{ кВар} \quad (1.37)$$

$$Q_{\text{рез}} = 0,1 \cdot (11960,22 + 7,41 + 1712,044 + 1000) = 1467,9674 \text{ кВар}$$

Произвели расчет мощность энергосистемы по формуле:

$$Q_{\text{э}} = (0,23 - 0,25) \cdot (P_{\text{р0.4}} + \sum \Delta P_{\text{Т.ТП}} + P_{\text{р.сд}} + P_{\text{Р.ДСП}} + \sum \Delta P_{\text{ТР.ДСП}}), \text{ кВар} \quad (1.38)$$

$$Q_{\text{э}} = 0,23 \cdot (11126 + 133,04 + 6642 + 2762,5 + 200) = 4798,6142 \text{ кВар}$$

Из уравнения баланса реактивной мощности определили $Q_{\text{вбк}}$:

$$Q_{\text{вбк}} = 11960,22 + 7,41 + 1712,044 + 1000 + 1467,9674 - 4798,6142 - 5631,54526 - 3709,907 = 704,469 \text{ кВар}$$

По итогу произведенных расчетов, установка высоковольтных батарей конденсаторов является целесообразным.

Выбрали БК : УК-6/10Н-450Л,П.

Параметры данного БК приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 - Тип конденсаторной установки

Тип установки	Номинальная мощность $Q_{\text{вбк}}$, кВар	Число и мощность регулируемых ступеней, шт * кВар
УК-6/10-450ЛУЗ,ПУЗ	450	-

Расчет силовой нагрузки завода электротермического оборудования, включая низковольтную и высоковольтную нагрузки, потери в трансформаторах ЦТП, расчетные мощности по компрессорной и литейного цеха приведены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 - Расчет уточненной мощности по заводу производства меди

№ТП	№цеха	Кол-во ЭП. N	Pmin.ма х кВт	∑Pн кВт	Ки	Pсм, кВт	Qсм,кВа р	пэ	Км	Pp кВт	Qp кВар	Sp кВА	Кз
ТП1-ТП2	1	100	5-120	2 500		150 0	1753,7						
4*1600 кВА	3	150	1-100	2100		630	472,5						
	13	25	1-40	450		180	183,637						
	2	120	1-50	1800		1260	1680						
	4	20	1-30	200		60	45						
	5	50	1-50	1100		330	440						
	14	8	5-40	320		192	195,879						
Силовая:		473	1-120	8 470	0,4 9	4152	4770,71	141	1,0 6	4401,12	4665,1 9		
Осветительная										113,29	163,25		
Qнбк											-2400		
Итого										4514,41	2428,4 4	5126,13	0,8
ТП3-ТП5	6	70	10-100	1700		102 0	899,56						
6*1600кВА	6а	42	5-175	600		360	317,49						
	7	10	10-80	400		280	285,657						
	8	6	5-20	50		30	22,5						
	9	120	10-150	3500		2100	1852,03						
	10	60	1-28	900		270	275,455						
	11	10	10-30	140		28	28,5657						
	12	40	1-100	1950		1365	1203,82						

Продолжение таблицы 1.11- Расчет уточненной мощности по заводу производства меди.

Силовая:		358	1-175	9240	0,5	545	4885,07	10	1,0	5834,71	6243,1		
Осветительная										229,83	87,93		
Qнбк											-3600		
Итого										6064,54	2731,0	6651,115	0,6
Итого на шинах 0,4 кВ										10578,9	5159,5	11770,07	
$\Delta P_{тр}$ тп	$\Delta Q_{тр}$ тп									133,04	7,41		
Итого по всем ТП с учетом потерь:										10711,9	5166,9	11893,01	
Нагрузка приведенная к шинам 10 кВ													
	7	4	1600	6400						5760	3099,6		
СД	14	2	630	1260						882	610,24		
$\Delta P_{тр}$ ДСП	$\Delta Q_{тр}$ ДСП									200	1000		
Qвбк											900		
Всего по комбинату: на шинах 6/10 кВ													
										17553,9	10776,	20598,1	

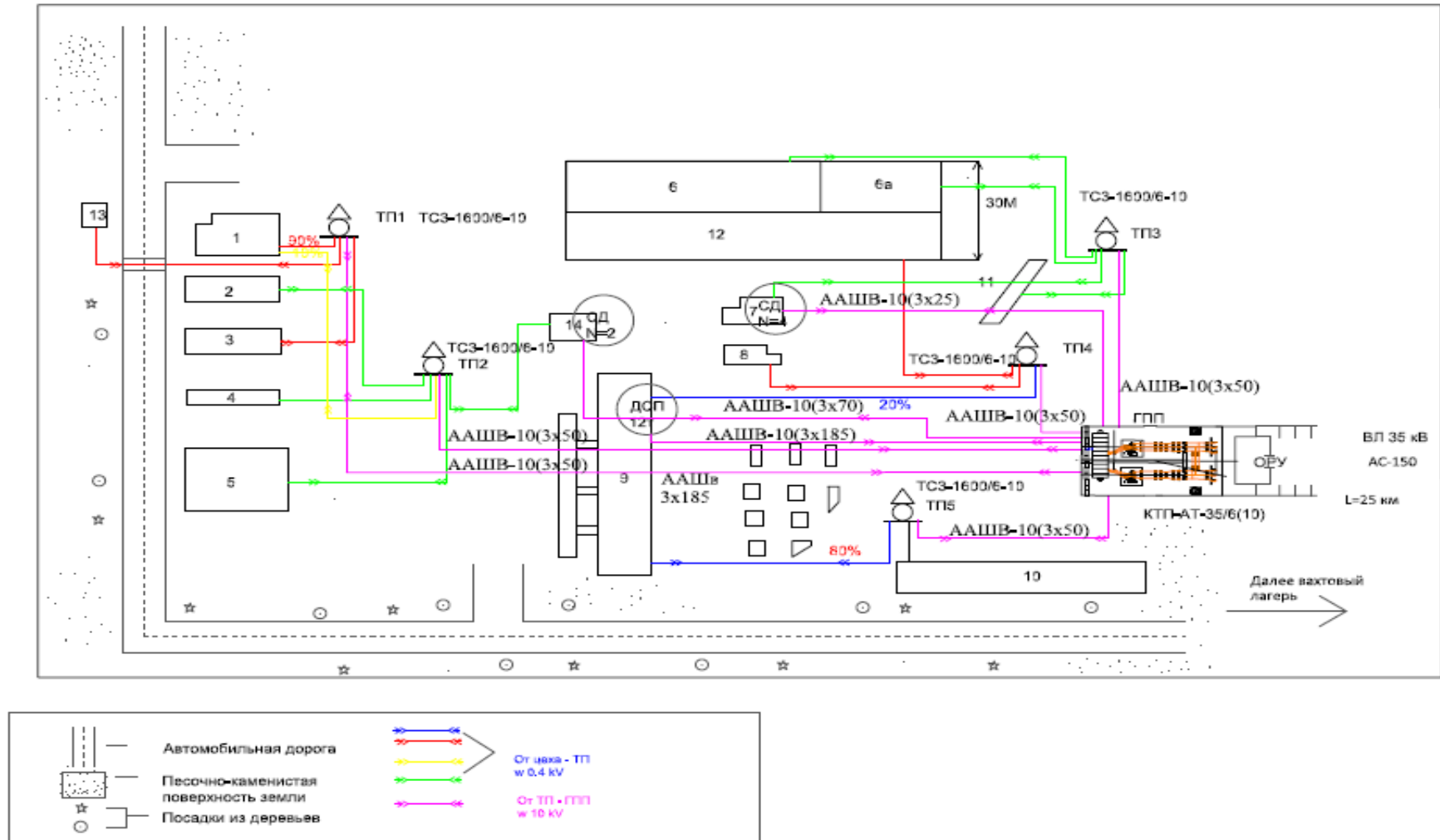


Рисунок 1 – Генеральный план электроснабжения завода по производству меди

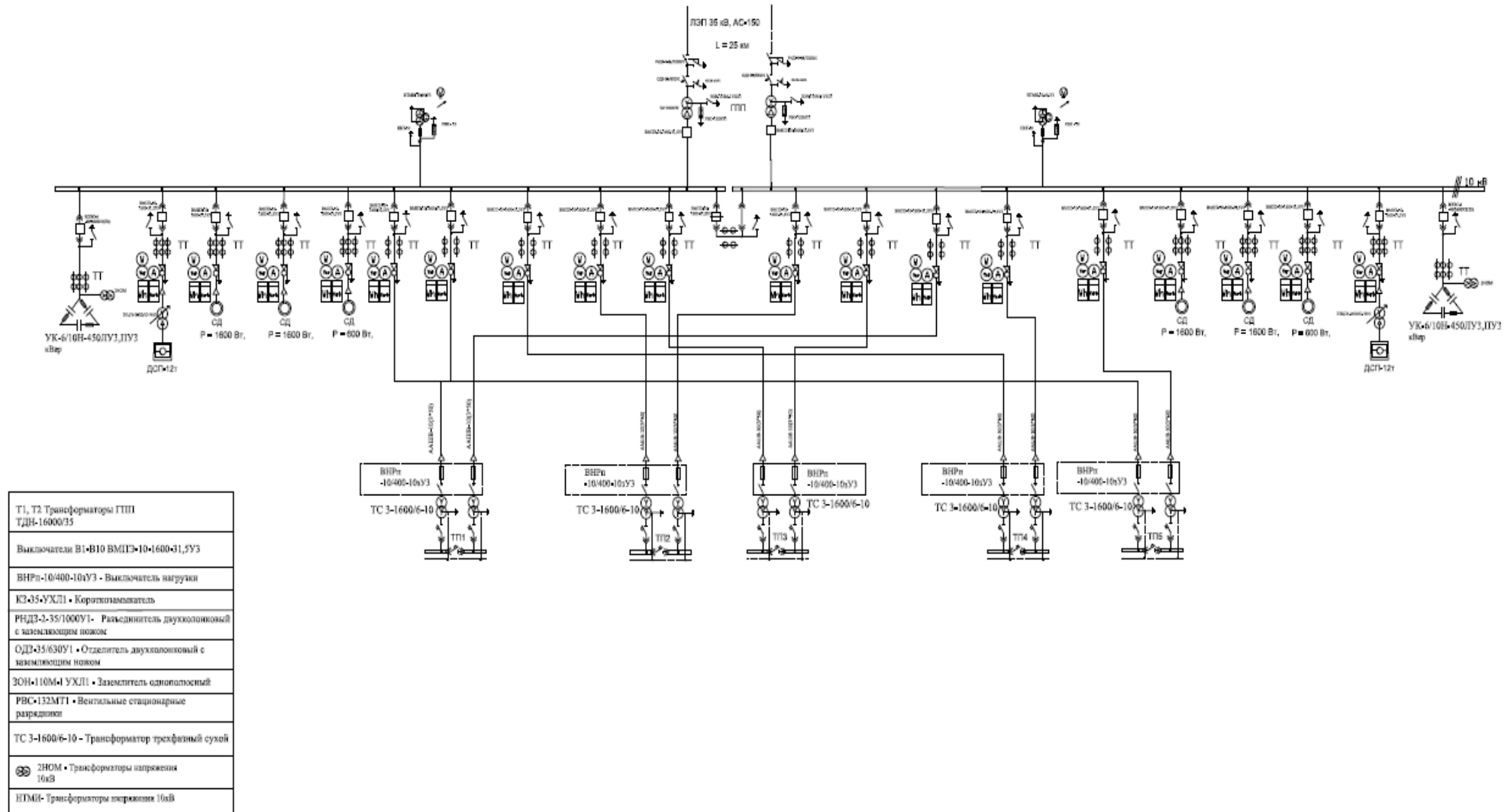


Рисунок 2 – Принципиальная схема электроснабжения завода по производству меди

2 Специальная часть

2.1 Анализ и сравнение компенсирующих устройств реактивной мощности

Сегодня электричество является одной из самых важных потребностей человека. Вопросы рационального использования топливно-энергетических ресурсов в наше время актуальны как в нашей стране, так и за рубежом. Рациональное использование энергии является приоритетом в энергетической политике развитых и развивающихся стран. Для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать всю цепочку производства и потребления энергии.

Передача электроэнергии на большие расстояния по линиям электропередачи неизбежно сопровождается потерями напряжения, активной и реактивной энергии. Передача малой мощности увеличивает нагрузку на передающее и распределительное оборудование. Надежность элементов энергосети снижается.

В данной дипломной работе я постараюсь ответить на главные вопросы, которые важны для экономической и технической целесообразности в потреблении электроэнергии.

Реактивная мощность - это рассеянная мощность, возникающая в результате индуктивных и емкостных нагрузок, измеренная в вольт-амперных реактивных единицах (VAR). Другими словами, это технические потери электроэнергии, вызванные электромагнитными процессами в сетях. Отсутствие его вызывает повышенный нагрев проводников и создает чрезмерную нагрузку на сеть, в результате чего источник электричества работает в расширенном режиме. Если компенсация мощности не предусмотрена, то за потребление реактивной энергии из сети должны быть выплачены значительные суммы.

Компенсация реактивной мощности - это попытка создать баланс реактивной мощности в электрической системе для регулирования напряжения и снижения энергопотребления. Далее рассмотрим 2 вида компенсирующих устройств реактивной мощности. В работе сделано сравнение двух видов компенсаторов РМ:

- батареи статических конденсаторов;
- синхронный двигатель.

2.3.1 Батареи статических конденсаторов БСК как компенсаторы реактивной мощности

Назначение и область применения

БСК используется для увеличения коэффициента мощности в электрических сетях. Они позволяют реактивную мощность в сети

электропитания, а не на удаленных электростанциях, которые уменьшают напряжение и потери мощности в системе электропитания. Они используются вблизи высоковольтных перегрузочных площадок. Индивидуальная и групповая компенсация реактивной мощности (КРМ) осуществляется различными устройствами класса напряжения 0,4-6-10 кВ, а в случае высокого напряжения, как правило, централизованной КРМ с БСК.

Статические конденсаторы часто используются на промышленных предприятиях в качестве инструментов для снижения реактивной мощности. Основные преимущества статических конденсаторов для реактивного питания:

- 1) низкое энергопотребление менее 0,3-0,45 кВт на 100 кварков;
- 2) отсутствие относительно небольшой массы вращающихся частей и конденсаторов и отсутствие какой-либо необходимости в этом;
- 3) легче и дешевле работать, чем другие компенсационные устройства;
- 4) способность увеличивать или уменьшать установленную мощность по мере необходимости;
- 5) возможность установки статических конденсаторов в любой точке сети: в отдельных электрических приемниках, на семинарах или в больших партиях батарей.

Недостатками являются:

- 1) пожароопасность;
- 2) наличие остаточного заряда;
- 3) чувствительность к перенапряжениям и толчкам тока;
- 4) возможность только ступенчатого регулирования мощности.

Кроме того, выход из строя отдельного конденсатора с адекватной защитой обычно не влияет на работу всего конденсаторного блока. Задачи, решаемые установкой БСК:

- Уменьшение потерь электроэнергии;
- Стабилизация уровня напряжения (сокращение потерь напряжения);
- Повышение качества электрической энергии;
- Снижение потребления реактивной энергии из мощных сетей;
- Увеличение пропускной способности электрической сети без увеличения мощностей силового оборудования;
- Повышение устойчивости системы электроснабжения.

Дано:

ТП1:

$$S_p = 2 \times 1600 = 3200 \text{ кВА}$$

$$\cos \varphi_1 = 0.85$$

Требуется выбрать КУ по номинальным данным:

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_p}{S_p} \quad (2.24)$$

$$P_p = S_p \times \cos \varphi_1 \times n \quad (2.25)$$

где:

S_p – полная мощность трансформатора

P_p – активная мощность трансформатора

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности

n - количество трансформаторов

А также кроме этого, полную мощность можем выразить следующим образом в зависимости от реактивной мощности

Рассчитаем для ТП1 активную и мощности до процесса компенсации:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.26)$$

Отсюда следует:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (2.27)$$

$$P_{p1} = 2 \times 1600 \times 0.85 = 2720 \text{ кВт}$$

$$Q_{p1} = \sqrt{3200^2 - 2720^2} = 1685,7 \text{ кВар}$$

Аналогичный расчет проведем для Q_{p2} и P_{p2} после компенсации при $\cos\varphi = 0.95$

$$P_{p1} = 2 \times 1600 \times 0.95 = 3040 \text{ кВт}$$

$$Q_{p1} = \sqrt{3200^2 - 3040^2} = 999,2 \text{ кВар}$$

До компенсации $S_p = 3200$ кВА при $\cos\varphi_1 = 0.85$ $P_{p1} = 2720$ кВт

$Q_{p1} = 1685,7$ кВар

После компенсации при $\cos\varphi = 0.95$ $S_p = 3200$ кВА $P_{p2} = 3040$ кВт

$Q_{p2} = 999,2$ кВар

Определяем реактивную мощность компенсирующего устройства:

$$Q_{ку} = k \times P_2 \quad (2.28)$$

k – коэффициент реактивной мощности

Коэффициент выбираем по исходной таблице показанной на сайте [www.neva-alliance.ru.]

$$Q_{ку} = 0.29 \times 3040 = 440,8 \text{ кВар}$$

Выбираем комплектные конденсаторные установки одинаковой мощности типа : УКМ63-0,4-600-50 УЗ. Параметры БК приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Паспортные данные батарей конденсаторов

Тип	Ном. мощность, $Q_{нБК}$ кВар	Число и мощность регулируемых ступеней, шт*кВар
УКМ63-0,4-600-50 УЗ	600	-

Так как у нас 5 штук ТП с мощностью $S=3200$ кВА, для компенсации реактивной мощности устанавливаем на каждую ТП по 2 батареи конденсаторов. Экономическая стоимость оборудования и технические характеристики предоставлены [в Приложение А]. Расчет для высоковольтных батарей конденсаторов предоставлены в основной части работы. Следовательно мы сделаем расчет для синхронного двигателя.

2.3.2 Синхронные двигатели как УКРМ

Основные потребители электроэнергии, помимо активной мощности, используют реактивную мощность от системных генераторов. В число потребителей, требующих большой намагниченный струйный поток для создания и обслуживания магнитных потоков, входят асинхронные двигатели, трансформаторы, индукционные печи и многое другое. В этом отношении распределительные сети работают как обычно, как депрессия потока.

Реактивная мощность, генерируемая генератором, сводится к минимуму. Однако передача реактивной мощности от генератора связана с дополнительными затратами на трансформаторы и линии электропередачи. Следовательно, экономически выгодно использовать синхронные компенсаторы непосредственно с подстанций или потребителей системы для получения реактивной мощности.

Из-за движения постоянного тока синхронные двигатели могут работать с $\cos = 1$ и не использовать реактивную мощность сети и реактивную мощность линии до того, как она заработает. В результате улучшается коэффициент мощности сети, снижается напряжение и снижаются затраты, а коэффициент мощности генераторов, работающих на электростанциях, увеличивается.

Синхронные компенсаторы предназначены для компенсации коэффициента мощности сети и поддержания нормального уровня напряжения в зонах концентрации потребителей.

Синхронный компенсатор - это синхронная машина, работающая в режиме двигателя, не нагружающая вал в переменном поле.

В нераскрытом режиме ток выше, чем текущее напряжение, т. Е. Емкость из-за напряжения, а в низком режиме он остается индуктивным. В этом режиме синхронная машина становится компенсатором - генератором реактивного тока.

Режим работы синхронного компенсатора, который обеспечивает реактивную мощность нормальной линии очень малую величину.

Синхронные компенсаторы отсоединяются от двигателей двигателей и являются синхронными двигателями, которые работают в нерабочих скоростях в своем рабочем режиме.

Синхронные компенсаторы В этом отношении потребители, используемые на этих подстанциях, а также конденсаторные банки, также называются реактивными генераторами энергии. Однако в случае снижения нагрузки потребителя (например, ночью) синхронные компенсаторы должны

работать в частотном режиме при использовании индуктивного тока от сети и реактивного источника питания, так как в этих случаях напряжение сети увеличивается и, как правило, приводит к снижению дополнительного напряжения к индуктивным токам.

Для этой цели каждый синхронный компенсатор снабжен электродвигателем, который регулирует регулируемое напряжение, которое регулирует ток двигателя, таким образом, напряжение на клеммах компрессора остается стабильным.

Помимо компенсации реактивных токов промышленных нагрузок, в электрических сетях требуются синхронные компенсаторы. Для сетей дальней связи сеть имеет высокую пропускную способность и низкий ток. Синхронный компенсатор работает с током шума, чтобы компенсировать компенсацию тока, то есть он не движется.

Когда линии электропередачи сильно нагружены, линии электропитания работают с током конденсации, когда преобладает индуктивность потребителей электроэнергии. В этом случае синхронный компенсатор должен работать с током вывода, то есть с высоким уровнем возбуждения.

Изменения нагрузки на линиях электропередач приводят к изменениям магнитного и фазового реактивного сопротивления, что приводит к значительным колебаниям напряжения на линии. В связи с этим необходимо регулировать это.

Синхронные компенсаторы обычно устанавливаются на региональных подстанциях.

Промежуточные подстанции с синхронными компенсаторами, которые не могут изменять или регулировать напряжения для регулирования напряжения на конце или в середине транзитных линий электропередачи.

Работа таких синхронных компенсаторов автоматизирована, поэтому можно автоматически контролировать степень выработки реактивной мощности.

Для выполнения асинхронного запуска все синхронные компенсаторы оснащены первичными пакетами в полюсах или их опоры состоят из массива. Он использует реактор, чтобы работать напрямую и, при необходимости, использовать его.

В некоторых случаях мощные компенсаторы также используются с асинхронными пусковыми двигателями, закрепленными на валу. Как правило, самосинхронизация используется для синхронизации сети.

Поскольку синхронные компенсаторы не вырабатывают активную мощность, проблема статической устойчивости для них очевидна. Таким образом, они обеспечивают меньший поток воздуха, чем генераторы и двигатели, что снижает надежность разгрузки автомобиля и снижает стоимость машины.

Номинальная мощность синхронного компенсатора совпадает с его возбуждением при слишком сильном возбуждении. Номинальная мощность

синхронного компенсатора - это его реактивная мощность, которая может долго работать в рабочем режиме.

Синхронные компенсаторы в стабильном режиме имеют максимальные значения тока и мощности получаются при работе в реактивном режиме.

Во многих случаях необходимо снизить энергопотребление в режиме ожидания, но в некоторых случаях требуется дополнительная мощность. Это может быть достигнуто путем увеличения зазора, но это приведет к увеличению стоимости машины, поэтому недавно был поднят вопрос об использовании режима отрицательных колебаний. Поскольку синхронный компенсатор активной мощности загружен только затратами, он может работать с наименьшим отрицательным возбуждением.

Рассмотрим синхронные двигатели в роли компенсаторов реактивной мощности. Так как на заводе установлены 2 вида СД, я выберу СДН-14-44-10 синхронный двигатель с номинальной мощностью 630 кВт.

Дано:

$$Q_{\text{гпп}} = 10776,8$$

$$Q_{\text{э}} = 10166,58 \text{ (включая мощности вбк, СД2, ДСП)}$$

Находим минимальную величину реактивной мощности которую может генерировать СД по формуле:

$$Q_{\text{сд.мин}} = P_{\text{ном}} \times \beta \times \text{tg}\varphi_{\text{ном}}, \text{ кВар} \quad (2.29)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная активная мощность СД, кВт;

β – коэффициент загрузки по активной мощности.

$\text{tg}\varphi_{\text{ном}}$ – номинальный коэффициент реактивной мощности.

Максимальная величина реактивной мощности которую может генерировать СД определяется по формуле:

$$Q_{\text{сд.мах}} = \frac{P_{\text{ном}} \times \alpha_{\text{ном}} \times \text{tg}\varphi_{\text{ном}}}{\eta_{\text{ном}}}, \text{ кВар} \quad (2.30)$$

$\alpha_{\text{ном}}$ – наибольшая допустимая перегрузка СД по РМ.

$\eta_{\text{ном}}$ – КПД соответствующий номинальным данным.

Номинальные данные двигателя даны в пункте 2.1.4

Производим расчет:

$$Q_{\text{сд.мин}} = 630 * 0.7 * 0.48 * 2 = 423.36 \text{ кВар,}$$

Так как у нас установлены 2 СД, то учитываем мощность двух СД.

$$Q_{\text{сд.мах}} = \frac{630 * 0,48 * 1,45 * 2}{0,9653} = 908,48$$

Находим дефицит реактивной мощности по формуле:

$$Q_{\text{треб}} = Q_{\text{гпп}} - Q_{\text{э}}, \text{ в кВар,} \quad (2.31)$$

$$Q_{\text{треб}} = 10776,8 - 10166,58 = 610,22 \text{ кВар.}$$

Недостаток реактивной мощности необходимо скомпенсировать. При этом:

$$Q_{\text{сд.мин}} < Q_{\text{треб}} < Q_{\text{сд.мах}} \cdot \quad (2.32)$$

Определим потери активной мощности СД для генерирования 620 кВар по формуле:

$$\Delta P = \frac{D_1}{Q_{\text{НОМ}}} * Q + \frac{D_2}{Q_{\text{НОМ}}^2} * Q^2, \text{ кВт} \quad (2.33)$$

D_1, D_2 – постоянные величины, зависящие от технических параметров двигателя, кВт.

$$\Delta P = \frac{2,07}{640} * 620 + \frac{3,44}{640^2} * 620^2 = 5,2 \text{ кВт.}$$

Далее определяем затраты на генерацию РМ:

$$Z = Z_0 + Z_1 * Q + Z_2 Q^2, \text{ тг}, \quad (2.34)$$

где Z_0 - постоянная составляющая затрат, не зависящая для проектируемой мощности, тг;

Z_1 - удельные затраты на 1 МВар генерируемой мощности, тг/МВар;

Z_2 - удельные затраты на 1 МВар² генерируемой мощности, тг/МВар².

$$Z_1 = C_0 * \left(\frac{D_1}{Q_{\text{НОМ}}} + \frac{2 * D_2 * Q}{Q_{\text{НОМ}} * N} \right), \text{ тг}. \quad (2.35)$$

N - число двигателей.

$$Z_2 = C_0 * \frac{D_2}{Q^2 * N}, \text{ тг}. \quad (2.36)$$

Таким образом получаем:

$$Z_1 = 14.488 * \left(\frac{2,07}{640} + \frac{2 * 3,44 * 620}{640 * 2} \right) = 48389,92 \frac{\text{тг}}{\text{МВар}}$$

$$Z_2 = 14.488 * \frac{3,44}{640^2 * 2} = 60,84 \frac{\text{тг}}{\text{МВар}^2}$$

$$Z = 1200000 + 48389,92 * 620 + 60,8 * 620^2 = 65,371 \text{ млн. тг}$$

Синхронный двигатель является источником реактивной мощности. Если в промышленных хозяйствах установлены синхронные электродвигатели, то их целесообразно использовать для компенсации реактивной мощности. По сравнению с БСК, СД имеет значительные потери на один кВар вырабатываемой реактивной мощности. Синхронные электродвигатели целесообразно использовать в виде КРМ в сетях выше 1кВ, а именно в 6-10 кВ. Отличием и можно сказать достоинством синхронных двигателей от батареи конденсаторов является способ плавного регулирования реактивной мощностью.

Экономическая стоимость оборудования оценивается в 65 млн тг.

А стоимость БСК более дешево обходится, чем СД. Тем самым синхронный двигатель является обратимым устройством. Он дорог, занимает много места, а также вызывает шум и иногда вибрации. Эксплуатация его требует капиталовложения значительной суммы, а в случае выхода из строя вращающихся элементов требует длительного ремонта. В сравнении с современными средствами компенсации реактивной мощности является устаревшим.

3 Экономическая часть

3.1 Техничко-экономический расчет сравнения вариантов внешнего электроснабжения

При решении задач оптимизации промышленного электроснабжения возникает необходимость сравнения большого количества вариантов. Многовариантность задач промышленной энергетики обуславливает проведения технико-экономического расчета, целью которого является определение оптимального варианта схемы, параметров электросети и ее элементов.

Для технико-экономического сравнения вариантов электроснабжения завода рассмотрим два варианта:

1. I вариант – ЛЭП 115 кВ;
2. II вариант – ЛЭП 37 кВ;

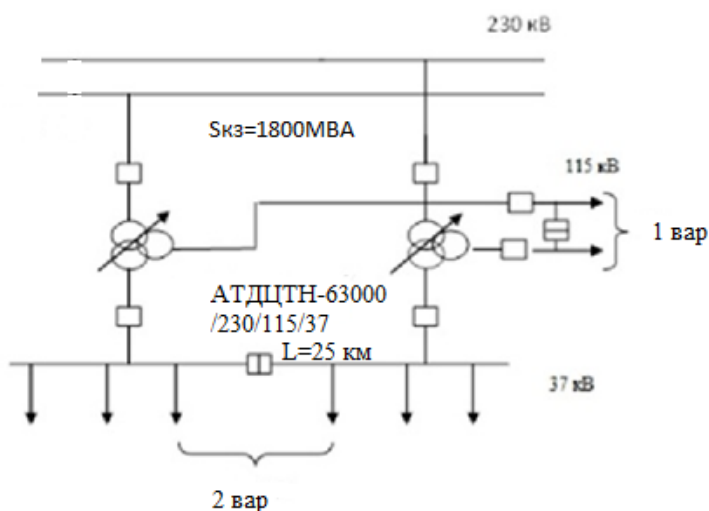


Рисунок 3.1 - Схема подстанции энергосистемы

3.1.1 Вариант I

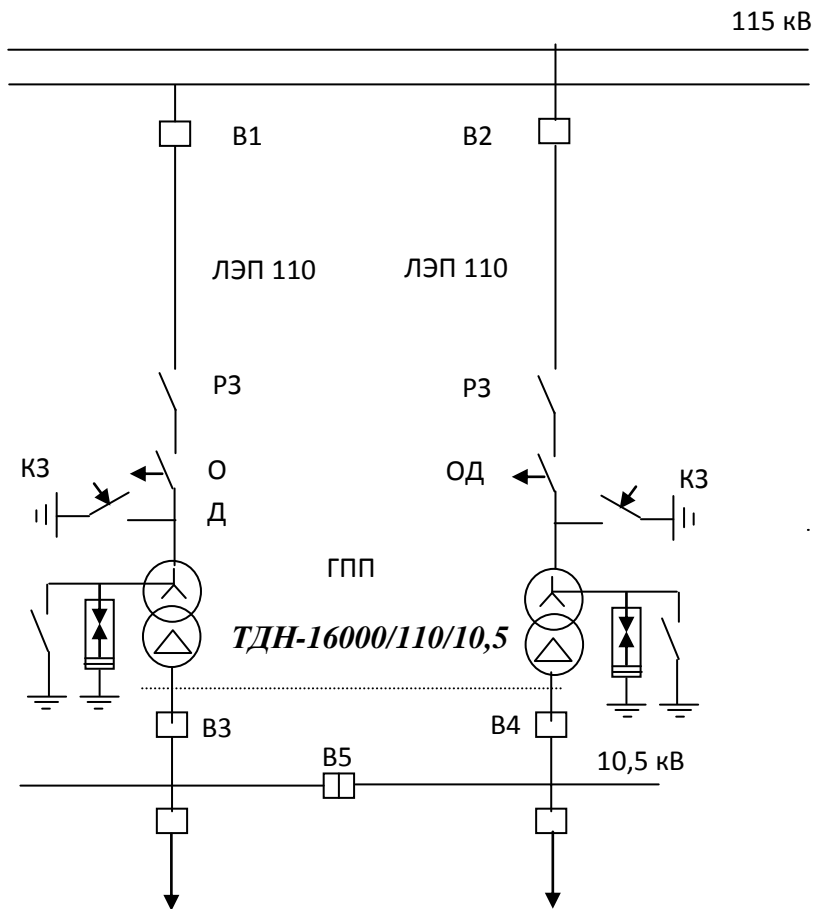


Рисунок 3.2 - Первый вариант схемы электроснабжения.

Выбираем электрооборудование по I варианту.

1) Выбираем трансформаторы ГПП:

$$S_{p, ГПП} = \sqrt{Q_3^2 + P_p^2}, \text{ кВА} \quad (3.1.1)$$

$$S_{p, ГПП} = \sqrt{17553,99^2 + 4798,6142^2} = 18198,05 \text{ кВА}$$

а) возьмем трансформаторы 2×10000 кВА:

$$K_3 = \frac{S_{p, ГПП}}{2 \cdot S_{нтр}} = \frac{18198,05}{2 \cdot 10000} = 0,91 \quad (3.1.2)$$

б) возьмем трансформаторы 2×16000 кВА:

$$K_3 = \frac{S_{pгпп}}{2 \cdot S_{нтр}} = \frac{18198,05}{2 \cdot 16000} = 0,57$$

Окончательно принимаем 2 трансформатора типа ТДН- 16000/110
 $S_{н тр}=16000$ кВА; $K_3=0,57$

Паспортные данные трансформаторов:

$S_{н}=16000$ кВА

$\Delta P_{хх}=17$ кВт

$U_{кз}=10,5\%$

$U_{вн}=110$ кВ

$\Delta P_{кз}=85$ кВт

$U_{нн}=10,5$ кВ

$I_{хх}=0,65\%$

Рассчитаем потери мощности в этих трансформаторах:

$$\Delta P_{тр гпп} = 2(\Delta P_{хх} + \Delta P_{кз} \times K_3^2), \quad (3.1.3)$$

$$\Delta P_{тр гпп} = 2(17 + 85 \cdot 0,57^2) = 89,23 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{тр гпп} = 2\left(\frac{I_{хх}}{100} \times S_{нтр} + \frac{U_{кз}}{100} \times S_{н} \times K_3^2\right), \quad (3.1.4)$$

$$\Delta Q_{тр гпп} = 2\left(\frac{0,65}{100} \times 16000 + \frac{10,5}{100} \times 16000 \times 0,57^2\right) = 1299,66 \text{ квар}$$

Найдем потери электроэнергии в трансформаторах ГПП:

При двухсменном режиме работы число часов включения $T_{вкл}=4000$ ч и число часов использования максимума активной нагрузки $T_{м}=4000$ ч

$$\Delta W_{тр гпп} = 2(\Delta P_{хх} \times T_{вкл} + \Delta P_{кз} \times \tau \times K_3^2), \quad (3.1.5)$$

где $\tau = \left(0,124 + \frac{T_{м}}{10000}\right)^2 \times 8760 = 2405,3$ ч- время максимальных потерь

$$\Delta W_{тр гпп} = 2(17 \times 4000 + 85 \times 2405,3 \times 0,57^2) = 268851,935 \text{ кВт} \times \text{ч}$$

2) Выберем сечение ЛЭП-110 кВ:

Определим мощность, проходящую по ЛЭП:

$$S_{лэп} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{тр гпп})^2 + Q_{э}^2} \quad (3.1.6)$$

$$S_{лэп} = \sqrt{(17553,99 + 89,23)^2 + 4798,6142^2} = 18284,14 \text{ кВА}$$

Расчетный ток одной линии:

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} \quad (3.1.7)$$

$$I_p = \frac{18284,14}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 47,98 = 48 \text{ А}$$

Аварийный ток:

$$I_{ав} = 2 \cdot I_p \quad (3.1.8)$$

$$I_{ав} = 2 \cdot 48 = 96 \text{ А}$$

а) Определим сечение по экономической плотности тока:

$$F_{э} = I_p / J_{э} \quad (3.1.9)$$

$$F_{э} = 48 / 1,1 = 43,6 \text{ мм}^2$$

$$J_{э} = 1,1 \text{ А/мм}^2 \text{ (А1, Тм=4000ч)}$$

Выбираем провод сечением 50 мм^2

б) По условию потерь на корону для ВЛ-110 кВ сечение должно быть не менее 70 мм^2 .

Принимаем провод АС-70

$$I_{доп} = 265 \text{ А}$$

в) Проверим провод по рабочему току:

$$I_{доп} \text{ пров} \geq I_p \quad (265 \text{ А} > 48 \text{ А})$$

г) Проверим провод по аварийному режиму:

$$I_{доп ав} \geq I_{ав},$$

$$\text{где } I_{доп ав} = 1,3 \cdot I_{доп} = 1,3 \cdot 265 = 345 \text{ А}$$

$$(345 \text{ А} > 96 \text{ А})$$

Определим потери электроэнергии в ЛЭП-110 кВ:

$$\Delta W_{лэп} = 2(3I_p^2 \times R \times 10^{-3} \times \tau) \quad (3.1.10)$$

$$\Delta W_{лэп} = 2 \times 3 \times 48^2 \times 11,5 \times 10^{-3} \times 2405,3 = 382385 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$R = r_0 \cdot l = 0,46 \cdot 25 = 11,5 \text{ Ом},$$

$$\text{где } r_0 = 0,46 \text{ Ом/км}$$

Определили суммарные потери электроэнергии по I варианту электроснабжения ГПП:

$$\sum \Delta W = \Delta W_{тр.ГПП} + \Delta W_{лэп}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (3.1.11)$$

$$\sum \Delta W = 268851,935 + 382385 = 651236,9 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

Для выбора оборудования рассчитаем ток короткого замыкания.

Составим схему замещения:

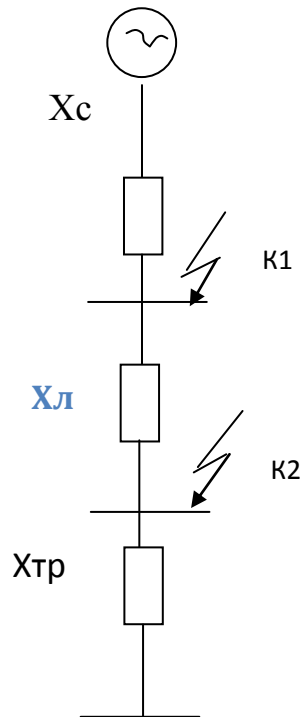


Рисунок 3.3 – Схема замещения.

$$S_{кз}=1800 \text{ МВА}$$

$$S_{б}=1000 \text{ МВА}$$

$$U_{б}=115 \text{ кВ}$$

$$I_{б} = \frac{S_{б}}{\sqrt{3}U_{б}} = 5,02 \text{ кА}$$

Сопротивление системы:

$$X_c = S_{б}/S_{кз} = 1000/1800 = 0,55$$

Сопротивление ЛЭП:

$$X_{л\text{ЭП}} = X_0 \times l \times S_{б}/U_{ср}^2 = 0,4 \times 25 \times 1000/115^2 = 0,75 \text{ о.е.}$$

Рассчитаем действующее значение тока кз в точке K1:

$$I_{к1} = \frac{I_{б}}{X_c} = 5,02/0,5 = 10,04 \text{ кА}$$

Ударный ток кз:

$$i_{уд1} = \sqrt{2} \times K_{уд} \times I_{к1} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 10,04 = 25,3 \text{ кА}$$

Действующее значение тока кз в точке K2:

$$I_{k2} = \frac{I_{\delta}}{X_c + X_{лэн}} = \frac{5.02}{0.5+0.75} = 4.016 \text{ кА}$$

$$i_{уд2} = \sqrt{2} K_{уд} \times I_{k2} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 4,016 = 10,12 \text{ кА}$$

Мощность кз в точке К1:

$$S_{k1} = \sqrt{3} U_{\delta} \times I_{k1} = \sqrt{3} \times 115 \times 10,04 = 1997,46 \text{ МВА}$$

Мощность кз в точке К2:

$$S_{k2} = \sqrt{3} U_{\delta} \times I_{k2} = \sqrt{3} \times 115 \times 4,016 = 798,98 \text{ МВА}$$

3) Выберем выключатели В1, В2:

Выбираем выключатели типа МКП-110-630-20У1 (таблица 3.1)

Таблица 3.1 - Выбор выключателей 110 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_n = 110 \text{ кВ}$ $I_n = 630 \text{ А}$ $I_{откл} = 20 \text{ кА}$ $S_{откл} = 3810,5 \text{ МВА}$ $I_{дин} = 52 \text{ кА}$	$U_p = 110 \text{ кВ}$ $I_{ав} = 96 \text{ А}$ $I_{k1} = 10,04 \text{ кА}$ $S_{k1} = 1997,46 \text{ МВА}$ $i_{уд1} = 25,3 \text{ кА}$	$U_n \geq U_p$ $I_n \geq I_{ав}$ $I_{откл} \geq I_{k1}$ $S_{откл} \geq S_{k1}$ $I_{дин} \geq i_{уд1}$

4) Выберем разъединители 110 кВ:

Выбираем разъединители типа РНД 32-СК-110/1000 У1 (таблица 3.2)

Таблица 3.2 - Выбор разъединителей 110 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_n = 110 \text{ кВ}$ $I_n = 1000 \text{ А}$ $I_{скв.ампл.} = 80 \text{ кА}$ $I_{пред.терм. ст.} = 31,5 \text{ кА}$	$U_p = 110 \text{ кВ}$ $I_{ав} = 96 \text{ А}$ $i_{уд2} = 10,12 \text{ кА}$ $I_{k2} = 4,016 \text{ кА}$	$U_n \geq U_p$ $I_n \geq I_{ав}$ $I_{скв.ампл.} \geq i_{уд2}$ $I_{пред.терм. ст.} \geq I_{k2}$

5) Выберем отделители 110 кВ:

Выбираем отделители типа ОД-110/1000 УХЛ1 (таблица 3.3)

Таблица 3.3 - Выбор отделителей 110 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_n=110$ кВ $I_n=1000$ А Искв.ампл.=80 кА Ипред.терм. ст.=31,5 кА	$U_p=110$ кВ $I_{ав}=96$ А $i_{уд2}=10,12$ кА $I_{к2}=4,016$ кА	$U_n \geq U_p$ $I_n \geq I_{ав}$ Искв.ампл. $\geq i_{уд2}$ Ипред.терм. ст $\geq I_{к2}$

б) Выберем короткозамыкатели 110 кВ:
 Выбираем короткозамыкатели типа КЗ-110-УХЛ1 (таблица 3.4)

Таблица 3.4 - Выбор короткозамыкателей 110 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_n=110$ кВ Искв.ампл.=51 кА Ипред.терм. ст.=12,5 кА	$U_p=110$ кВ $i_{уд2}=10,12$ кА $I_{к2}=4,016$ кА	$U_n \geq U_p$ Искв.ампл. $\geq i_{уд2}$ Ипред.терм. ст $\geq I_{к2}$

3.1.2 Вариант 2

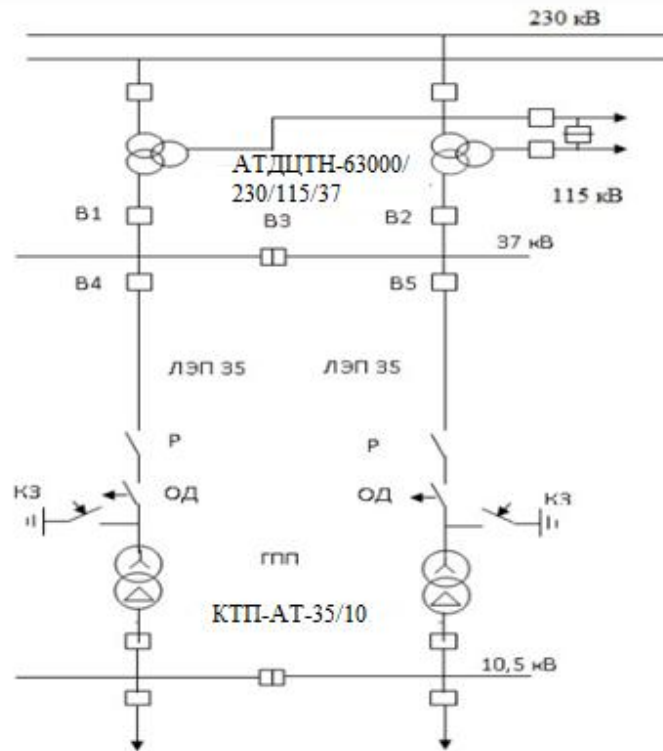


Рисунок 3.4 - Второй вариант схемы электроснабжения.

Выбираем электрооборудование по II варианту.

1) Выберем трансформаторы ГПП:

Выбираем два трансформатора типа КТП-АТ-35/10 (ТДН-16000/35)

$S_{н\ tr} = 16000$ кВА; $K_3 = 0,6$

Паспортные данные трансформаторов:

$$S_{н} = 16000 \text{ кВА}$$

$$U_{вн} = 36,75 \text{ кВ}$$

$$U_{нн} = 10,5 \text{ кВ}$$

$$\Delta P_{xx} = 28,4 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{кз} = 105 \text{ кВт}$$

$$I_{xx} = 0,7\%$$

$$U_{кз} = 8\%$$

Рассчитаем потери мощности в этих трансформаторах:

$$\Delta P_{тр\ гпп} = 2(\Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \times K_3^2)$$

$$\Delta P_{тр\ гпп} = 2(28,4 + 105 \times 0,62) = 132,4 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{тр\ гпп} = 2 \left(\frac{I_{xx}}{100} \times S_{нт} + \frac{U_{кз}}{100} \times S_{н} \times K_3^2 \right)$$

$$\Delta Q_{\text{тр гпп}} = 2 \left(\frac{0,7}{100} \times 16000 + \frac{8}{100} \times 16000 \times 0,62 \right) = 1392 \text{квар}$$

Найдем потери электроэнергии в трансформаторах ГПП:

При двухсменном режиме работы число часов включения $T_{\text{вкл}}=4000$ ч и число часов использования максимума активной нагрузки $T_{\text{м}}=4000$ ч

$$\Delta W_{\text{тр гпп}} = 2(\Delta P_{\text{хх}} \times T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{кз}} \times \tau \times K_3^2),$$

где $\tau = \left(0,124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000}\right)^2 \times 8760 = 2405,3$ ч- время максимальных потерь

$$\Delta W_{\text{тр гпп}} = 2(28,4 \times 4000 + 105 \times 2405,3 \times 0,62) = 409040,7 \text{ кВт} \times \text{ч}$$

2) Выберем сечение ЛЭП-35 кВ:

Определим мощность, проходящую по ЛЭП:

$$S_{\text{лэп}} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{\text{тр гпп}})^2 + Q_{\text{э}}^2} = \sqrt{(17553,99 + 132)^2 + 4798,6142^2} = 18325,42 \text{ кВА}$$

Расчетный ток одной линии:

$$I_p = \frac{S_{\text{лэп}}}{2\sqrt{3}U_n} = \frac{18325,42}{2\sqrt{3} \times 37} = 143 \text{ А}$$

Аварийный ток:

$$I_{\text{ав}} = 2 \times I_p = 2 \times 143 = 286 \text{ А}$$

а) Определим сечение по экономической плотности тока:

$$F_{\text{э}} = 143 / 1,1 = 130 \text{ мм}^2$$

$$J_{\text{э}} = 1,1 \text{ А/мм}^2 \text{ (Al, } T_{\text{м}} = 4000 \text{ч)}$$

Выбираем провод сечением 150 мм^2 ($I_{\text{доп}}=375 \text{ А}$)

Принимаем провод типа АС-150

б) Проверим провод по пропускной способности:

$$I_{\text{доп пров}} \geq I_p \quad (375 \text{ А} > 143 \text{ А})$$

в) Проверим провод по аварийному режиму:

$$I_{\text{доп ав}} \geq I_{\text{ав}}$$

$$\text{где } I_{\text{доп ав}} = 1,3 \times I_{\text{доп пров}} = 1,3 \times 375 = 488 \text{ А}$$

$$(488 \text{ А} > 286 \text{ А})$$

Определим потери электроэнергии в ЛЭП-35 кВ:

$$\Delta W_{\text{лэп}} = 2(3I_p^2 \times R \times 10 - 3 \times \tau)$$

$$\Delta W_{\text{лэп}} = 2 \times 3 \times 1432 \times 5 \times 10 - 3 \times 2405,3 = 1534,6026 \text{ кВт} \times \text{ч}$$

$$R=r_0 \times l$$

$$R=0,2 \times 25=5 \text{ Ом,}$$

где $r_0=0,2 \text{ Ом/км}$

Определили суммарные потери электроэнергии по II варианту электроснабжения ГПП:

$$\Sigma \Delta W = \Delta W_{\text{тр.ГПП}} + \Delta W_{\text{лэп}}, \text{ Вт} \cdot \text{ч} \quad (3.1.12)$$

$$\Sigma \Delta W = 409040,7 + 1534,6026 = 410575,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

3) Выберем трансформаторы энергосистемы:
Выбираем два трансформатора типа АТДЦТН-63000/220/110

Таблица 3.5 - Паспортные данные трансформатора

Тип трансформатора	Сном	Напряжение обмотки, кВ			Потери, кВт		U _к , %			I _х ,
	МВА	ВН	СН	НН	P _х	P _к	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	%
АТДЦТН-63000/220/110	63	220	110	37	37	200	11	35	22	0,6

Найдем γ_1 -коэффициент долевого участия проектируемого завода в мощности трансформаторов энергосистемы:

$$\gamma_1 = \frac{S_{\text{лэп}_{35}}}{2 * S_{\text{номтр}}} = \frac{18325,42}{2 * 63000} = 0,14\%$$

Долевым участием в потерях ΔP и ΔQ в трансформаторах энергосистемы пренебрегаем

4) Выбираем выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели на напряжение 35 кВ:

Для выбора оборудования рассчитаем ток кз:

Составим схему замещения:

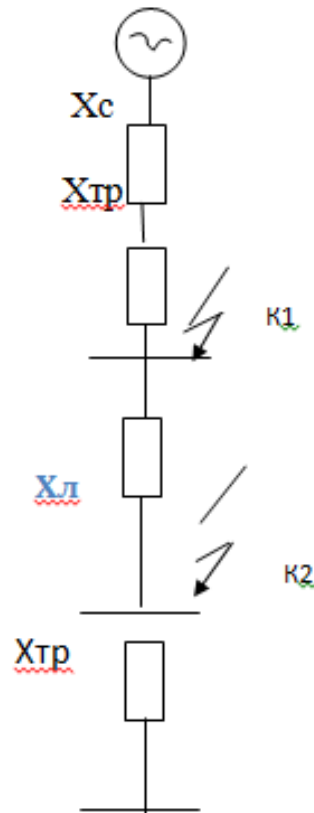


Рисунок 3.5 – Схема замещения

$$S_{кз} = 1800 \text{ МВА}$$

$$S_6 = 1000 \text{ МВА}$$

$$U_6 = 37 \text{ кВ}$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6} = 15,6 \text{ кА}$$

Сопротивление системы:

$$X_c = \frac{S_6}{S_{кз}}$$

$$X_c = 1000/1800 = 0,55$$

$$X_{тр \text{ сист}} = U_{в-с} \times S_6/100 \times S_{н \text{ тр}}$$

$$X_{тр \text{ сист}} = 10,5 \times 1000/100 \times 63 = 1,67 \text{ о. е.}$$

Сопротивление ЛЭП:

$$X_{лэп} = X_0 \times l \times \frac{S_6}{U_{cp}^2}$$

$$X_{лэп} = 0,32 \times 5 \times \frac{1000}{37^2} = 1,17 \text{ о. е.}$$

Рассчитаем действующее значение тока кз в точке К1:

$$I_{к1} = \frac{I_6}{X_c + X_{тр}}$$

$$I_{к1} = \frac{15,6}{0,5 + 1,67} = 7,18 \text{ кА}$$

Ударный ток кз:

$$i_{уд1} = \sqrt{2} K_{уд} \times I_{к1}$$

$$i_{уд1} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 7,18 = 18,1 \text{ кА}$$

Действующее значение тока кз в точке К2:

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_c + X_{тр} + X_{лэн}}$$

$$I_{к2} = \frac{15,6}{0,5 + 1,67 + 1,17} = 4,67 \text{ кА}$$

$$i_{уд2} = \sqrt{2} K_{уд} \times I_{к2}$$

$$i_{уд2} = \sqrt{2} \times 1,8 \times 4,67 = 11,77 \text{ кА}$$

Мощность кз в точке К1:

$$S_{к1} = \sqrt{3} U_6 \times I_{к1}$$

$$S_{к1} = \sqrt{3} \times 37 \times 7,18 = 459,59 \text{ МВА}$$

Мощность кз в точке К2:

$$S_{к2} = \sqrt{3} U_6 \times I_{к2}$$

$$S_{к2} = \sqrt{3} \times 37 \times 4,67 = 298,93 \text{ МВА}$$

Выключатели В1, В2 выбираем по аварийному току трансформаторов системы.

Принимаем, что мощность по двум вторичным обмоткам трансформатора распределена поровну-по 50%, поэтому мощность аварийного режима трансформаторов равна $2 \times 31,5 = 63$ МВА.

Найдем ток, проходящий через выключатели В1и В2:

$$I_{авВ1,В2} = \frac{S_{автр}}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_{авВ1,В2} = \frac{2 \times 31,5 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 37} = 984,22 \text{ А}$$

Выбираем выключатели В1, В2 типа МКП-35-1000 (таблица 3.6)

Таблица 3.6 - Выбор выключателей 35 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_H=35$ кВ $I_H=1000$ А $I_{откл}=10$ кА $S_{откл}=606,22$ МВА	$U_p=35$ кВ $I_{ав.тр сист}=984,22$ А $I_{к1}=7,18$ кА $S_{к1}=459,59$ МВА	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{ав.тр сист}$ $I_{откл} \geq I_{к1}$ $S_{откл} \geq S_{к1}$

Секционный выключатель В3 выбираем по току в 2 раза меньше аварийного.

Найдем ток, проходящий через выключатель В3:

$$I_{В3} = \frac{I_{ав}}{2} = \frac{984,22}{2} = 492,11 \text{ А}$$

Выбираем выключатель типа МКП-35-630 (таблица 3.7)

Таблица 3.7 - Выбор секционного выключателя 35 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_H=35$ кВ $I_H=630$ А $I_{откл}=10$ кА $S_{откл}=606,22$ МВА	$U_p=35$ кВ $I_{р.тр сист}=492,11$ А $I_{к1}=7,18$ кА $S_{к1}=459,59$ МВА	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{р.тр сист}$ $I_{откл} \geq I_{к1}$ $S_{откл} \geq S_{к1}$

$$\gamma_{2В1,В2} = \frac{I_{авзав}}{I_{номвыкл}} = \frac{604}{1000} = 0,6 \quad \gamma_{3В3} = \frac{I_{рзав}}{I_{номв3}} = \frac{302}{630} = 0,48$$

Выключатели В4, В5 выбираем по аварийному току завода.

$I_{ав зав}=604$ А

Выбираем выключатели типа МКП-35-630 (таблица 3.8)

Таблица 3.8 - Выбор выключателей 35 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_H=35$ кВ $I_H=630$ А $I_{откл}=10$ кА $S_{откл}=606,22$ МВА	$U_p=35$ кВ $I_{ав зав}=604$ А $I_{к1}=7,18$ кА $S_{к1}=459,59$ МВА	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{ав зав}$ $I_{откл} \geq I_{к1}$ $S_{откл} \geq S_{к1}$

Выбираем разъединители типа РНДЗ-2-35/1000У1 (таблица 3.9)

Таблица 3.9 - Выбор разъединителей 35 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_H=35$ кВ $I_H=1000$ А $I_{\text{скв.ампл.}}=63$ кА $I_{\text{пред.терм.ст.}}=25$ кА	$U_p=35$ кВ $I_{\text{ав}}=604$ А $i_{\text{уд2}}=11,77$ кА $I_{\text{к2}}=4,67$ кА	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{\text{ав}}$ $I_{\text{скв.ампл.}} \geq i_{\text{уд2}}$ $I_{\text{пред.терм.ст.}} \geq I_{\text{к2}}$

Выбираем отделители типа ОДЗ-35/630У1 (таблица 3.10)

Таблица 3.10 - Выбор отделителей 35 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_H=35$ кВ $I_H=630$ А $I_{\text{скв.ампл.}}=80$ кА $I_{\text{пред.терм.ст.}}=12,5$ кА	$U_p=35$ кВ $I_{\text{ав}}=604$ А $i_{\text{уд2}}=11,77$ кА $I_{\text{к2}}=4,67$ кА	$U_H \geq U_p$ $I_H \geq I_{\text{ав}}$ $I_{\text{скв.ампл.}} \geq i_{\text{уд2}}$ $I_{\text{пред.терм.ст.}} \geq I_{\text{к2}}$

Выбираем короткозамыкатели типа КЗ-35-УХЛ1 (таблица 3.11)

Таблица 3.11 - Выбор короткозамыкателей 35 кВ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_H=35$ кВ $I_{\text{скв.ампл.}}=51$ кА $I_{\text{пред.терм.ст.}}=12,5$ кА	$U_p=35$ кВ $i_{\text{уд2}}=11,77$ кА $I_{\text{к2}}=4,67$ кА	$U_H \geq U_p$ $I_{\text{скв.ампл.}} \geq i_{\text{уд2}}$ $I_{\text{пред.терм.ст.}} \geq I_{\text{к2}}$

Согласно проведенным расчетам наиболее выгодным вариантом является вариант передачи электроэнергии на напряжении 37 кВ, то есть II вариант, так как потери в ЛЭП меньше, чем при передаче электроэнергии на напряжение 115 кВ. Расчетные данные сведены в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Расчетные данные по трем вариантам схем электроснабжения

Вариант электроснабжения	Напряжение, кВ	Суммарные потери эл/энер. $\sum \Delta W$, кВт · г	Сечение провода, мм ²
I	115	651236.9	70/11
II	37	410575,3	150/24

3.2 Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания $U > 1$ кВ

3.2.1 Расчет тока короткого замыкания на шинах ГПП

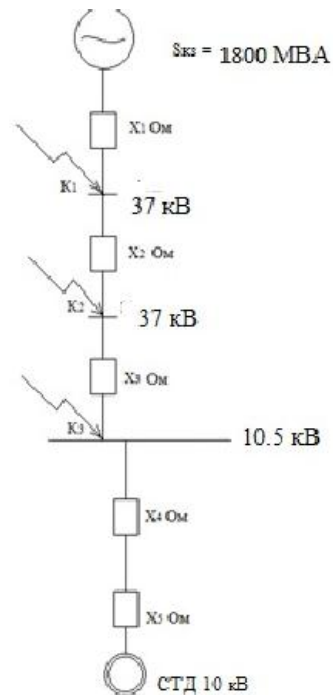


Рисунок 3.2.1 - Схема замещения электроснабжения ГПП с учетом подпитки от СД

Произвели расчет токов короткого замыкания

$$S_{кз} = 1800 \text{ МВА}$$

$$S_6 = 1000 \text{ МВА}$$

$$U_6 = 10 \text{ кВ}$$

Базисный ток :

$$I_6 = \frac{S_6}{U_6 \cdot \sqrt{3}}, \text{ кА} \quad (3.2.1)$$

$$I_6 = \frac{1000}{10 \cdot \sqrt{3}} = 57.8 \text{ кА}$$

Определили индуктивные сопротивления схемы.

Сопротивление системы и трансформатора подстанции энергосистемы:

$$X_c = \frac{S_6}{S_{кз}}, \text{ Ом} \quad (3.2.2)$$

$$X_c = X_1 = \frac{1000}{1800} = 0,55 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{тр.сист}} = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_{н.тр}}, \text{ Ом} \quad (3.2.3)$$

$$X_{\text{тр.сист}} = 1,67 \text{ Ом}$$

Сопротивление ЛЭП :

$$X_{\text{лэп}} = X_2 = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_6^2}, \text{ Ом} \quad (3.2.4)$$

$$X_{\text{лэп}} = X_2 = 1,17 \text{ Ом}$$

Сопротивление трансформатора ГПП:

$$X_{\text{тр}} = X_3 = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_{н.тр}}, \text{ Ом} \quad (3.2.5)$$

$$X_{\text{тр}} = X_3 = \frac{10,5 \cdot 1000}{100 \cdot 16} = 6,56 \text{ Ом}$$

Номинальная мощность двигателей равна:

$$S_{н.сд} = \frac{P_{н.сд}}{\cos \varphi}, \text{ кВА} \quad (3.2.6)$$

$$S_{н.сд1} = \frac{630}{0,9} = 700 \text{ кВА}$$

$$S_{н.сд2} = \frac{1600}{0,9} = 1778 \text{ кВА}$$

$$S_{н.сд3} = \frac{5000}{0,85} = 5882 \text{ кВА}$$

Сопротивление двигателей:

$$(3.2.7)$$

$$X_{сд} = X_{0.сд} \cdot \frac{S_6}{\sum S_{н.сд}}, \text{ Ом}$$

$$X_{сд1} = 0.2 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 0.7} = 143 \text{ Ом}$$

$$X_{сд2} = 0.2 \cdot \frac{1000}{4 \cdot 1.778} = 28 \text{ Ом}$$

$$X_{дсп} = 0.2 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 5.882} = 17 \text{ Ом}$$

Найдем ток синхронных двигателей:

$$I_{н.сд} = \frac{S_{н.сд} \cdot K_3}{\sqrt{3} \cdot U_6}, \text{ А} \quad (3.2.8)$$

$$I_{н.сд1} = \frac{700 \cdot 0.7}{\sqrt{3} \cdot 10} = 28 \text{ А}$$

$$I_{н.сд2} = \frac{1778 \cdot 0.9}{\sqrt{3} \cdot 10} = 93 \text{ А}$$

$$I_{н.сд3} = \frac{5882 \cdot 0.65}{\sqrt{3} \cdot 10} = 221 \text{ А}$$

По току $I_{сд}$ выбираем кабель

Предварительно выбрали кабель к СД марки : ААШВ-10(3×25)

$$I_{доп} \geq I_{н.сд} \quad (3.2.9)$$

$$65 \text{ А} \geq 28 \text{ А}$$

Произвели проверку по экономической плотности тока, при $J_H = 1.4 \text{ А/мм}^2$:

$$F_{эк} = \frac{I_{н.сд}}{J_H}, \text{ мм}^2 \quad (3.2.10)$$

$$F_{\text{эк1}} = \frac{28}{1.4} = 20 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{эк2}} = \frac{93}{1.4} = 66,4 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{эк3}} = \frac{221}{1.4} = 157,8 \text{ мм}^2$$

Окончательно выбираем кабель для СД1 ААШВ-10(3×25) с длительно допустимым током $I_{\text{доп}} = 65 \text{ А}$, для СД2 тип кабеля ААШВ-10(3 70); $I_{\text{доп}}=165\text{А}$, для ДСП тип кабеля ААШВ 3х185- 10кВ $I_{\text{доп}}= 298 \text{ А}$.

Удельные сопротивления для данного кабеля:

$$X_{01} = 0.099 \text{ Ом/км}$$

$$X_{02} = 0.086 \text{ Ом/км}$$

$$X_{03} = 0.073 \text{ Ом/км}$$

Произвели расчет сопротивления кабеля:

$$X_{\text{каб}} = X_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{n \cdot U_6^2}, \text{ Ом} \quad (3.2.11)$$

Где $l = 240 \text{ м}$

$$X_{\text{каб1}} = 0.099 \cdot 0.240 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 10^2} = 0.119 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{каб1}} = 0.086 \cdot 0.150 \cdot \frac{1000}{4 \cdot 10^2} = 0.032 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{каб1}} = 0.073 \cdot 0.134 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 10^2} = 0.049 \text{ Ом}$$

Произвели расчет эквивалентного реактивного сопротивления схемы замещения $X_{\text{экв}}$:

$$X_{\text{экв}} = \frac{(X_c + X_{\text{тр.сист}} + X_{\text{лэп}} + X_{\text{тр}}) \cdot (X_{\text{каб}} + X_{\text{сд}})}{X_c + X_{\text{тр.сист}} + X_{\text{лэп}} + X_{\text{тр}} + X_{\text{каб}} + X_{\text{сд}}}, \text{ Ом} \quad (3.2.12)$$

$$X_{\text{ЭКВ}} = \frac{(0,55 + 1,17 + 1,67 + 6,56) \cdot (0,119 + 143 + 28 + 17 + 0,032 + 0,049)}{0,55 + 1,67 + 1,17 + 6,56 + 0,119 + 143 + 28 + 17 + 0,032 + 0,049} = 9,45 \text{ Ом}$$

Произвели расчет действующего значения тока КЗ в точке К₃

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{I_6}{X_{\text{ЭКВ}}}, \text{ кА} \quad (3.2.13)$$

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{57,8}{9,45} = 6,1 \text{ кА}$$

Ударный ток для точки К1 составит:

$$i_{\text{УЗ}} = k_{\text{У}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{КЗ}}, \text{ кА} \quad (3.2.14)$$

$$i_{\text{УЗ}} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 6,1 = 15,4 \text{ кА}$$

Выбор выключателей на вторичной линии трансформатора ГПП.

Выбираем выключатели QF5, QF6 и секционный выключатель QF7:

К установке принимаем выключатели типа ВМПЭ-10-1600-31,5У3, паспортные данные выключателя внесены в таблицу 3.13.

$$S_{\text{р.по заводу}} = 12964,19 \text{ кВА}$$

Расчетный ток одной линии:

$$I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{р.по заводу}}}{2 \cdot U_{\text{н}} \cdot \sqrt{3}}, \text{ А} \quad (3.2.15)$$

$$I_{\text{р}} = \frac{20598,11}{2 \cdot 10,5 \cdot \sqrt{3}} = 566,97 \text{ А}$$

Аварийный ток равен:

$$I_{\text{р.а}} = I_{\text{р}} \cdot 2 = 1133,94 \text{ А}$$

Таблица 3.13 - Паспортные данные выключателей типа ВМПЭ-10-1600-31,5У3

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_{\text{НОМ}} = 10 \div 12 \text{ кВ}$ $I_{\text{НОМ}} = 1600 \text{ А}$ $I_{\text{ОТК}} = 31,5 \text{ кА}$ $I_{\text{пр.СКВ}} = 31,5 \text{ кА}$ $i_{\text{пр.СКВ}} = 80 \text{ кА}$	$U_{\text{уст}} = 10,5 \text{ кВ}$ $I_{\text{р.а}} = 1133,94 \text{ А}$ $I_{\text{п.т}} = 6,1 \text{ кА}$ $I_{\text{к3}} = 6,1 \text{ кА}$ $i_{\text{у3}} = 15,4 \text{ кА}$	$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{уст}}$ $I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{р.а}}$ $I_{\text{ОТК}} \geq I_{\text{п.т}}$ $I_{\text{пр.СКВ}} \geq I_{\text{к1}}$ $i_{\text{пр.СКВ}} \geq i_{\text{у1}}$

3.2.2 Выбор оборудования напряжением 10 кВ

Выбираем выключатели к ТП1, QF8:

Определили расчетную мощность передаваемую по выключателю QF6:

$$S_{\text{р.ТП1}} = \sqrt{(P_{\text{р.ТП1}} + \sum \Delta P_{\text{т.ТП1}})^2 + (Q_{\text{р.ТП1}} + \sum \Delta Q_{\text{т.ТП1}})^2}, \text{кВА} \quad (3.2.16)$$

$$S_{\text{р.ТП1}} = \sqrt{(1730,16 + 13,20)^2 + (1645,52 + 74)^2} = 2509,7 \text{ кВА}$$

Расчетный ток одной линии:

$$I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{р.ТП1}}}{2 \cdot U_{\text{н}} \cdot \sqrt{3}}, \text{А} \quad (3.2.17)$$

$$I_{\text{р}} = \frac{2509,7}{2 \cdot 10,5 \cdot \sqrt{3}} = 69 \text{ А}$$

Аварийный ток равен:

$$I_{\text{р.а}} = I_{\text{р}} \cdot 2 = 138 \text{ А}$$

К установке принимаем выключатели типа ВМПЭ-10-1600-31,5У3, паспортные данные выключателя внесены в таблицу 3.14.

Таблица 3.14 - Паспортные данные выключателей типа ВМПЭ-10-1600-31,5УЗ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_{\text{НОМ}} = 10 \div 12 \text{ кВ}$ $I_{\text{НОМ}} = 1600 \text{ А}$ $I_{\text{ОТК}} = 31,5 \text{ кА}$ $I_{\text{пр.СКВ}} = 31,5 \text{ кА}$ $i_{\text{пр.СКВ}} = 80 \text{ кА}$	$U_{\text{уст}} = 10,5 \text{ кВ}$ $I_{\text{р.а}} = 138 \text{ А}$ $I_{\text{п.т}} = 6,1 \text{ кА}$ $I_{\text{кз}} = 6,1 \text{ кА}$ $i_{\text{уз}} = 15,4 \text{ кА}$	$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{уст}}$ $I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{р.а}}$ $I_{\text{ОТК}} \geq I_{\text{п.т}}$ $I_{\text{пр.СКВ}} \geq I_{\text{к1}}$ $i_{\text{пр.СКВ}} \geq i_{\text{у1}}$

Выключатели к ТП2, ТП3, ТП4 и ТП5 выбираем аналогично. Были выбраны масляные выключатели ВМПЭ-10-1600-31,5УЗ и прописаны в плане как: QF9, QF10, QF11 и QF12 соответственно.

Выбрали выключатели к СД, QF10:
 Расчетный ток линии ГПП-СД:

$$I_{\text{н.сд1}} = \frac{700 \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 10} = 28 \text{ А}$$

$$I_{\text{н.сд2}} = \frac{1778 \cdot 0,9}{\sqrt{3} \cdot 10} = 93 \text{ А}$$

$$I_{\text{н.сд3}} = \frac{5882 \cdot 0,65}{\sqrt{3} \cdot 10} = 221 \text{ А}$$

К установке принимаем выключатели типа ВМПЭ-10-1600-31,5УЗ, паспортные данные выключателя внесены в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 - Паспортные данные выключателей типа ВМПЭ-10-1600-31,5УЗ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_{\text{НОМ}} = 10 \div 12 \text{ кВ}$ $I_{\text{НОМ}} = 1600 \text{ А}$ $I_{\text{ОТК}} = 31,5 \text{ кА}$ $I_{\text{пр.СКВ}} = 31,5 \text{ кА}$ $i_{\text{пр.СКВ}} = 80 \text{ кА}$	$U_{\text{уст}} = 11 \text{ кВ}$ $I_{\text{н.сд}} = 28 \text{ А}$ $I_{\text{п.т}} = 6,1 \text{ кА}$ $I_{\text{кз}} = 6,1 \text{ кА}$ $i_{\text{уз}} = 15,4 \text{ кА}$	$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{уст}}$ $I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{н.сд}}$ $I_{\text{ОТК}} \geq I_{\text{п.т}}$ $I_{\text{пр.СКВ}} \geq I_{\text{к1}}$ $i_{\text{пр.СКВ}} \geq i_{\text{у1}}$

Для остальных СД выключатели выбраны аналогично.

3.2.3. Выбор оборудования на отходящих линиях к ТП

Выбираем выключатели нагрузки к ТП1 :

К установке принимаем выключатели нагрузки типа:

ВНРп-10/400-10зУЗ, паспортные данные выключателя внесены в таблицу 3.16.

Таблица 3.16 - Паспортные данные выключателей типа ВНРп-10/400-10зУЗ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_{\text{НОМ}} = 10 \div 12 \text{ кВ}$ $I_{\text{НОМ}} = 400 \text{ А}$	$U_{\text{уст}} = 10.5 \text{ кВ}$ $I_{\text{р.а}} = 138 \text{ А}$	$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{уст}}$ $I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{р.а}}$

Для остальных линий трансформаторных подстанций выключатели нагрузки выбираем аналогично как и к первой трансформаторной подстанции.

Выбираем выключатели нагрузки к СД :

К установке принимаем выключатели нагрузки типа:

ВНРп-10/400-10зУЗ, паспортные данные выключателя внесены в таблицу 3.17.

Таблица 3.17 - Паспортные данные выключателей типа ВНРп-10/400-10зУЗ

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$U_{\text{НОМ}} = 10 \div 12 \text{ кВ}$ $I_{\text{НОМ}} = 400 \text{ А}$	$U_{\text{уст}} = 10.5 \text{ кВ}$ $I_{\text{н.сд}} = 28 \text{ А}$	$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{уст}}$ $I_{\text{НОМ}} \geq I_{\text{н.сд}}$

Для остальных СД выбираем выключатели аналогично.

3.2.4 Выбор кабелей на отходящих линиях ГПП-ТП

Выбрали кабель для линии ГПП – ТП1

Исходные данные по ТП1:

$$S_{\text{р.ТП1}} = 2509,7 \text{ кВА}$$

$$I_{\text{р}} = 69 \text{ А}$$

$$I_{\text{р.а}} = 138 \text{ А}$$

Экономическое сечение кабеля , при $J_n = 1.4 \text{ А/мм}^2$:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{J_n}, \text{ мм}^2 \quad (3.2.18)$$

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{69}{1.4} = 49 \text{ мм}^2$$

Окончательно выбираем кабель ААШВ-10(3×50) с длительно допустимым током $I_{\text{доп}} = 132 \text{ А}$, паспортные данные кабелей внесены в таблицу 3.18.

Таблица 3.18 - Паспортные данные кабелей ААШВ-10(3х50).

Паспортные данные	Расчетные данные	Условия выбора
$I_{\text{доп}} = 132 \text{ А}$	$I_p = 69 \text{ А}$ $I_{\text{р.а}} = 138 \text{ А}$	$I_{\text{доп}} \geq I_p$ $1.3I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.а}}$ $S \geq F_{\text{ЭК}}$

Для других оставшихся отходящих линий от ГПП выбор кабелей производится аналогично как и для линии к ТП1. Конечные результаты расчетов по выбору питающих высоковольтных кабельных линий внесены в «Кабельный журнал» в таблицу 3.19.

Таблица 3.19 - Кабельный журнал

Наименование участка	S _p , кВА	Кол-во кабелей в траншее	Нагрузка		По экономической плотности тока, мм ²		По току короткого замыкания, мм ²		Выбранный кабель	I _{доп} , А
			I _p , А	I _{ав} , А	j _э	F _э	I _к , кА	S		
ГПП-ТП1	2509,7	2	69	138	1,4	49	6,1	50	ААШВ-10(3×50)	132
ГПП-ТП2	2750,728	2	75,72	151	1,4	54,08	6,1	50	ААШВ-10(3×50)	132
ГПП-ТП3	2278,359	2	62,7	125,4	1,4	44,8	6,1	50	ААШВ-10(3×50)	132
ГПП-ТП4	2398,087	2	66	132	1,4	47,1	6,1	50	ААШВ-10(3×50)	132
ГПП-ТП5	2627,7871	2	72,16	144,33	1,4	51,5	6,1	50	ААШВ-10(3×50)	132
ГПП-ДСП	5882	2	110,5	221	1,4	78,9	6,1	185	ААШВ-10(3×185)	298
ГПП-СД	700	4	28	28	1,4	20	6,1	35	ААШВ-10(3×25)	65
ГПП-СД2	1778	2	93	93	1,4	66,4	6,1	70	ААШВ-10(3×70)	165

4 Электробезопасность

Причины поражения электрическим током: 1) контакт с электрическим оборудованием под напряжением; 2) появление напряжения на нетоковых частях оборудования (то есть, не связанных с напряжением во время работы исправленного оборудования), на земле из-за цепи, статического или атмосферного электричества; 3) работа на электрооборудовании без соблюдения требований гигиены труда; 4) плохое заземление или электрическое исчезновение; 5) использование в особо опасных зонах портативного электрооборудования на напряжение более 36 В.

Электрическое замыкание на землю - это случайное соединение токонесущей части устройства с землей или с непроводящими проводящими структурами, не изолированными от земли. Земля становится участком цепи в зоне распространения тока, в которой напряжение падает из-за сопротивления земли, то есть возникает разность потенциалов между точками ее поверхности, которая называется ступенчатым напряжением при ширине шага 0,8 м. В области распространения тока необходимо соединить ноги и выйти так, чтобы ступня одной ступни не выходила за пределы ступни другой (то есть с минимальными шагами).

Статическое электричество - это возникновение, сохранение и ослабление (то есть ослабление, уменьшение) электрического заряда в диэлектриках, полупроводниках или изолированных проводниках. Заряды на оборудовании и материалах накапливаются, а разряды могут вызвать пожар, взрыв, нарушение технологических процессов или работу электрических устройств и средств автоматизации. Особенно опасны процессы дробления, просеивания, измельчения, транспортировки твердых и жидких веществ по конвейерам и трубам. Когда резервуары заполнены свободно падающей струей легковоспламеняющейся жидкости и разбрызгивание капли электрифицировано, возникает опасность электрического разряда и воспламенения паров; этот метод розлива легковоспламеняющихся жидкостей не допускается; расстояние от конца трубы до поверхности жидкости не должно превышать 200 мм или струя направлена вдоль стенки. Разряд происходит, если напряженность электрического поля над поверхностью диэлектрика достигает критического (проникающего) значения (для воздуха 30 кВ / см). аряд 15000-20000В может накапливаться на человеке в одежде из синтетики, электропроводящей обуви, при движении по диэлектрикам, переносе с электрифицированного оборудования и материалов и зажигать взрывоопасные смеси воздуха с газами, парами и пылью. Разряды такого потенциала не опасны для человека и воспринимаются как выстрел, толчок или спазм, потому что сила тока низкая. Но возможны рефлекторные (то есть произвольные, неосознанные) движения, приводящие к падению с высоты, попаданию в опасную зону машины и т. д.

Атмосферное электричество (молния) может привести к взрыву, пожару, повреждению людей. Разрушительный эффект прямого удара молнии велик, 73

поскольку ток до 200 кА, напряжение до 150 мВ. Это опасно, и его вторичное проявление в виде электростатической и электромагнитной индукции (то есть индукции электрических зарядов на проводниках), приводя высокие потенциалы в помещение по проводам или металлическим коммуникациям. При обрыве таких электрических цепей возможно искрение и воспламенение горючей среды.

В компании назначен инженер, отвечающий за электрооборудование. Малые предприятия привлекают специализированную эксплуатирующую организацию или делятся с другими сотрудниками под руководством своих инженеров.

Опасность поражения электрическим током от токоведущих частей оборудования устраняется техническими средствами: защитные оболочки (изоляция), ограждение; безопасное расположение токоведущих частей (на недоступной высоте или в корпусе оборудования), защитное отключение; предупреждающие сигналы, знаки опасности; Блокировка Для защиты при прикосновении к металлическим токонесущим частям электроустановок, находящихся под напряжением, т. е. для защиты от переходного напряжения, используйте: защитное заземление, исчезновение и отключение, низкое напряжение (не более 42 В), изоляцию токоведущих частей, СИЗ и предохранительные устройства.

В случае случайного закрытия токонесущих частей на корпусе оборудования, изолированном от земли, он находится под напряжением, и прикосновение к нему будет таким же опасным, как и фаза. Преднамеренное соединение с «землей» металлических нетоконесущих частей, которые могут находиться под напряжением, называется защитным заземлением. Уменьшая потенциал относительно «земли» из-за низкого сопротивления, он снижает напряжение прикосновения к телу до безопасного уровня. Заземлите все оборудование с электроприводом, электрообогревом, охлаждением, механизмом управления (исполнительные механизмы, переключатели, регуляторы):

а) во всех случаях при напряжении 380 В и выше в сетях переменного тока и при 440 В и выше в сетях постоянного тока;

б) в помещениях с повышенной опасностью, особенно опасных и на открытом воздухе при напряжении 42-3 80 В переменного тока и 110-440 В постоянного тока. Устройство для заземления состоит из заземления (металлические проводники, погруженные в землю) и заземляющих проводников (также металлических, соединяющих заземленную часть электроустановки с заземлением).

Защита от статического электричества - это предотвращение возникновения заряда путем заземления, снижение потенциала заряда до безопасного выбора материалов, их скоростей, увлажнения воздуха, нейтрализации заряда ионизацией воздуха и другими методами. Для постоянного снятия зарядов с человека используются электропроводящие полы, заземленное оборудование, лестницы, рабочие места, антистатические халаты,

обувь с кожаной подошвой или 74 проводящая резина. Защита от атмосферного электричества (молния) - это молния и специальное заземление.

В особо опасных помещениях в особенно неблагоприятных условиях, т. Е. В стесненных условиях, при работе с большими металлическими заземленными поверхностями (например, при работе в металлическом гараже, металлическом резервуаре, смотровой яме, сидя или лежа), напряжение СИЗ используется 12 В , Переносные электроинструменты должны: 1) быстро включаться в сеть и отсоединяться от нее с помощью штепсельного разъема; самопроизвольное отключение недопустимо; 2) иметь токоведущие части, недоступные для случайного контакта; 3) концы оболочек кабелей и проводов должны быть помещены в электроинструмент и закреплены во избежание их разрушения и истирания.

Осветительная сеть также опасна, поэтому нужно правильно подобрать провода, фитинги и лампы. При замене ламп и фитингов электрическая цепь обесточивается, так как лампа может сломаться и стать причиной травмы при замене или упасть с подставки при звуке короткого замыкания. Средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током включают переносные и транспортируемые средства, используемые в случаях, когда защитные устройства, используемые в электроустановках, не гарантируют безопасность.

Изоляционные средства индивидуальной защиты (основные и дополнительные) изготавливаются из материалов со стабильными диэлектрическими характеристиками - фарфора, эбонита, специальной резины и т. Д. Изоляция основных средств выдерживает рабочее напряжение электроустановки, и они могут касаться токоведущих частей под напряжением: это индикаторы или индикаторы напряжения, электрический зажим (для измерения переменного тока без разрыва цепи), диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными ручками. Дополнительные изоляционные средства индивидуальной защиты используются в сочетании с основными, поскольку они сами по себе не обеспечивают безопасность: это диэлектрические галоши, боты, резиновые диэлектрические ковры и изолирующие опоры (деревянные полы на фарфоровых ножках для влажных помещений). СИЗ из резины хранятся в помещениях на стеллажах, в шкафах отдельно от инструментов, вдали от нагревательных приборов, защищенных от солнечного света, масел, бензина и других веществ, разрушающих резину. Вспомогательные защитные устройства используются для защиты от падения с высоты (ремни безопасности, страховочные тросы), безопасного подъема (лестницы, когти) и защиты от теплового, светового, химического и других воздействий при работе с электрическими сетями и электроустановками (рабочая одежда, перчатки, противогазы, защитные очки и т. д.). Переносные лестницы с шероховатыми и бетонными полами снабжены резиновыми наконечниками, а с деревянными и земляными полами - стальными шипами. Скользящие лестницы обеспечивают крюки, которые предотвращают втягивание во время работы. 75

Первая помощь при поражении электрическим током заключается в следующем. Поскольку под действием тока мышцы сокращаются, человек плотно обнимает предмет, находящийся под напряжением. Поэтому первая помощь - освобождение пострадавшего от действия тока. Для этого, прежде всего, необходимо отключить питание устройства, отсоединив выключатель, стартер или отвинтив предохранители или оборвав провода изолированным предметом (топор, крюк с сухой деревянной ручкой и т. Д.). Вы должны стоять на сухой доске или носить галоши, диэлектрические перчатки или изолировать руки сухой тканью; Надо брать пострадавшего за не имеющие тела части одежды.

Если провод жертвы не находится в его руках и не может быть разомкнут, то его следует снять, то есть разорвать цепь через его тело. Ноги спасателя также должны быть изолированы, когда жертва освобождается от упавшего на землю проводника. Если пострадавший находится на высоте - чтобы не допустить травмирования его при падении. Если он в сознании, но потерял сознание, ему нужно расстегнуть воротник, пояс, дать воздух и отдохнуть до прибытия доктора. При отсутствии сознания, но при оставшемся дыхании положите пострадавшего на ровный мягкий коврик, подайте воздух, дайте жидкому аммиаку понюхать, сбрызните лицо водой, потрите и согрейте тело. Если дыхание отсутствует, а сердце работает, искусственное дыхание «рот в рот» или «рот в нос» производят через чистую салфетку с частотой для взрослых 12–16 раз / мин, для детей - 18–20 раз / мин. ,

Если сердце не работает, а дыхание есть - применяют закрытый массаж сердца в ритме 60-70 нажатий в минуту: нижняя часть ладони опирается на нижнюю половину грудины, но не ниже; нажмите грудину вертикально, а не под углом. Остановку кровообращения также можно обнаружить у расширенных зрачков. В этом случае немедленно сделайте искусственное дыхание и массаж сердца: если есть один спасатель, то для двух инъекций существует 15 давлений; если есть два спасателя, то один удар при пяти нажатиях. Первая помощь должна быть оказана как можно скорее на месте происшествия, одновременно вызывая врача.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе был рассмотрен вопрос электроснабжения завода по производству меди и составлен анализ сравнения компенсирующих устройств реактивной мощности.

В результате технико-экономических расчетов было выбрано наиболее экономичное напряжение линии по которой завод будет получать питание. Для этого варианта был проведён выбор оборудования на главной понизительной подстанции, а также произведен расчет системы внутреннего электроснабжения и электроосвещения, выбраны: ТП, РП, кабели 10кВ и 0,4кВ и соответствующее оборудование, рассчитан энергобаланс предприятия в целом.

В ходе данной работы были выбраны компенсирующие устройства, с помощью которых выгодно компенсировать реактивные мощности в сети. В наше время использовать батареи статических конденсаторов экономически выгодно, чем использовать синхронные двигатели. Так как на компенсацию реактивной мощности с использованием синхронных двигателей тратим больше средств, нежели с использованием батареи статических конденсаторов.

Батареи конденсаторы требуют меньше мест, чем синхронные двигатели. Используя батареи конденсаторы, мы не привлекаем себя к дополнительным капиталовложениям. А если будем использовать синхронные двигатели, то обслуживание двигателей будет требовать дополнительные капиталовложения. Использование БСК нам удобны также тем, что мы можем их подключать как для отдельных электроприемников (потребителей), так и группами для общей сети. Эксплуатация более простая и дешевая.

Экономическая стоимость синхронных двигателей типа СДН 14-44-10 оценивается в 65 млн тг.

А стоимость БСК более дешево обходится, чем СД. Таким образом, синхронный двигатель является обратимым устройством. Это дорого, занимает много места, а также вызывает шум и иногда вибрации. Его эксплуатация требует значительных инвестиций, а в случае выхода из строя вращающихся элементов требует длительного ремонта. По сравнению с современными средствами компенсации реактивной мощности данный вид компенсации является устаревшей.

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. 1и 2 том. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
6. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник ВУЗов. – М.: Высшая школа, 1986.
7. Кабышев А.В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий. – Т: ТПУ, 2012.
8. Константинов Б.А., Зайцев Г.З. Компенсация реактивной мощности. –Л: «ЭНЕРГИЯ», 1976
9. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986
10. <http://khomovelectro.ru>
11. <http://neva-alliance.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технико-коммерческое предложение на батареи конденсаторов.



143405, Россия, Московская область,
г. Красногорск, ул. Ильинский тулик, д.6,
бизнес-центр «Березовая роща», офис 5
тел.: +7(495) 981-98-39, +7(495) 642-58-82
факс-автомат: +7(498) 653-40-69
e-mail: sales@khomovelectro.ru
www.khomovelectro.ru

Исх. № 1986 от «23» апреля 2019 г.
Вх. № __ от «__» __ 201__ г.

TOO "KAZ DESIGN & DEVELOPMENT GROUP LTD"
Инженеры
Абдумутал Жандосу
Тел.: +7(775)397 9997
E-mail: abdumutalzh@gmail.com

«О поставке конденсаторной установки»

ТЕХНИКО-КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Специалисты Компаний «Хомов электро» и «РТР ЭНЕРГИЯ» - ведущего отечественного производителя конденсаторных установок на территории РФ, более 10 лет работают в области компенсации реактивной мощности и улучшения качества электроэнергии.

Качество нашей продукции и предоставляемых услуг, базируется на большом опыте работы в энергосистеме России и высокой компетентности инженеров-разработчиков.

На настоящее время, наша компания разработала и поставила системы компенсации реактивной мощности и фильтрации гармоник, различной степени сложности, более чем на 500 объектов энергетики и строительства в Москве, Нижневартоске, Сургуте, Когалыме, Уфе а также в страны ближнего зарубежья: Туркменистан, Белоруссия, Казахстан.

Среди них крупных объектов – более 150.

Собственные производственные мощности позволяют изготавливать широкий ассортиментный ряд конденсаторных установок и батарей конденсаторов на напряжения от 0,4 до 220 кВ в климатическом исполнении УЗ, У1, ХЛ1.

Применение зарубежных комплектующих для производства конденсаторных батарей, является залогом качества и надёжности.

Вся производимая продукция сертифицирована.

Согласно Вашего запроса, а также руководствуясь индивидуальным и комплексным подходом к каждому промышленному предприятию в области энергосбережения, компании «Хомов электро» и «РТР ЭНЕРГИЯ» готова быстро и качественно выполнить Ваш заказ на изготовление конденсаторных установок:

№ п.п.	Наименование	Габариты (ВхШхГ), мм	Цена за 1 шт. без НДС в руб.	Кол-во, шт.	Стоимость без НДС в руб.
1	УКМ63-0,4-600-50 УЗ	1800x600x600	206 788,00	10	2 067 880,00
СУММА:					2 067 880,00
Срок изготовления:	10 рабочих дней				
Условия оплаты:	Предоплата 70%, оставшиеся 30% – по уведомлению о готовности оборудования к отгрузке, перед отгрузкой				
Условия поставки:	<u>Склад Поставщика г. Руза. БЕЗ ДОСТАВКИ.</u>				



Продолжение приложения А



143405, Россия, Московская область,
г. Красногорск, ул. Ильинский тупик, д.6,
Бизнес-центр «Березовая роща», офис 5
тел.: +7(495) 981-98-39, +7(495) 642-58-82
факс-автомат: +7(498) 653-40-69
e-mail: sales@khomovelectro.ru
www.khomovelectro.ru



Технические характеристики	
Номинальное напряжение $U_{ном}$, кВ	0,4
Номинальная мощность, квар	600
Макс. перегрузка по току	1,5 $I_{ном}$
Макс. перегрузка по напряжению	1,1 $U_{ном}$
Частота	50 Гц
Регулирование мощности	автоматическое / ручное
Шаг регулирования	50
Быстродействие ступеней	60 с
Напряжение вторичных цепей	~ 220 В
Вид ввода (сверху/снизу)	снизу
Тип ввода	кабельный
Климатическое исполнение и категория размещения	УЗ
Степень защиты	IP31
Температурный режим эксплуатации	от - 45°C до + 40°C
Цвет по RAL	7032
Используемое оборудование	
Защита ступеней	Предохранители серии ППН
Коммутация конденсаторов (для регулируемых установок)	Специальные конденсаторные контакторы с токоограничивающими резисторами серии МО С (RTR Energia, Испания). Специальные конденсаторные контакторы с токоограничивающими резисторами серии BF...K (Lovato Electric, Италия) – по дополнительному запросу с увеличением стоимости.
Производитель и тип силовых конденсаторов	Силовые конденсаторы сухого типа с использованием металлизированной самовосстанавливающейся полипропиленовой пленки с низким уровнем потерь серии



Продолжение приложения А



143405, Россия, Московская область,
г. Красногорск, ул. Ильинский тулик, д.6,
бизнес-центр «Березовая роща», офис 5
тел.: +7(495) 981-98-39, +7(495) 642-68-82
факс-автомат: +7(498) 653-40-69
e-mail: sales@khomovelectro.ru
www.khomovelectro.ru

	МА/С/СЕ, DW, RCT-по дополнительному запросу с увеличением стоимости, RTF – по дополнительному запросу с увеличением стоимости (RTR Energia, Испания)
Производитель и тип регулятора реактивной мощности	Регулятор реактивной мощности серии NOVAR 1003, 1005, 1007 (KMB System, Чехия). Регулятор реактивной мощности серии DCRL, DCRG (LOVATO Electric, Италия) – по дополнительному запросу с увеличением стоимости
Организация защит	
Разрядные резисторы, встроенные в конденсаторы	
Предохранители (защита от токов короткого замыкания)	
Ограничение по току (для регулируемых установок)	
Контроль по гармоническим составляющим (для регулируемых установок)	
Принудительная вентиляция	
Гарантийный срок	
24 месяца с даты ввода оборудования в эксплуатацию, но не более 30 месяцев с даты изготовления, при условии соблюдения руководства по эксплуатации	

Внешний трансформатор тока, устанавливаемый на сборных шинах подстанции, в комплект не входит. Номинальный ток внешнего трансформатора тока выбирается исходя из мощности силового трансформатора.

Завод изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию установки, не ухудшающих при этом ее надежность и технические характеристики.
Срок действия технико-коммерческого предложения 5 (пять) рабочих дней.

Генеральный директор

С уважением, Боглаева Наталья
Support-manager
тел.: +7 (495) 981-98-39 доб.120
тел.: +7 (498) 653-40-68
факс: +7 (498) 653-40-69
e-mail: boqlaeva@khomovelectro.ru



Хомов Александр Михайлович

