

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический
Направление 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оптимизация системы электроснабжения ФСО «предприятия Эрдэнэт»

УКЗ 621.43.47.047.37

Магистрант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Цоггэрэл Хоролсурэн		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тарасов Евгений Владимирович	К.т.н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В	к.т.н. доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПП	Сурков М.А.	к.т.н. доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
Учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Энергетический
Направление 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения»
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой

«__» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5E	Цоггэрэл Хоролсурэн

Тема работы:

Оптимизация системы электроснабжения ФСО «предприятия Эрдэнэт»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ;

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Данный материал Фильтровально-сушильного отделения

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет электрических нагрузок; 2. Определение расчетной нагрузки Фильтровально – сушильного отделения ; 3. Электроснабжение Фильтровально-сушильного отделения; 4. Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000В; 5. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций; 6. Выбор сечения проводников в сети напряжением выше 1000В 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность 9. Заключение
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Генплан, распределение 2. электроэнергии 3. Внутрицеховая схема цеха. Распределение электроэнергии 4. Однолинейная схема электроснабжения цеха
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Введение</p>	<p>На русском языке</p>
<p>Основная часть</p>	<p>На русском языке</p>
<p>Заключение</p>	<p>На русском и английском языках</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, Звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры	Тарасов Евгений Владимирович	К т н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Цоггэрэл Хоролсурэн		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**
Студенту:

Группа	ФИО
5AM5E	Цоггэрэл Хоролсурэн

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПП
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоемкость работы.;
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	размер минимальной оплаты труда
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- отчисления в внебюджетные фонды.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	- планирование выполнения проекта
2. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	расчет бюджета на проектирование; - расчет капитальных вложений в основные средства. - выбор альтернативного варианта
Перечень расч-го и граф-го материала:	Таблица 8.1 – План разработки выполнения этапов проекта Таблица 8.2 – Временные показатели проекта Рисунок 8.1 – Диаграмма Гранта Таблица 8.3- Капитальные затраты на электрооборудование Таблица 8.4 - Суммарные годовые амортизационные отчисления Таблиц 8.5 - Параметры трансформаторов 10/0,4 Таблица 8.6 – Результаты расчета затрат на силовое оборудование
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.В	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Цоггэрэл Хоролсурэн		

Обозначения и сокращения

1. Компании с ограниченной ответственностью (КОО) «Предприятие Эрдэнэт»
2. Фильтровально-сушильное отделение (ФСО)
3. Проекты производства работ (ППР)
4. Отдел главного энергетика ОГЭ
5. Обоганительная фабрика (ОФ)
6. Рудник открытых работ (РОР)
7. Измельчительно-флотационное отделение ИФО
8. ПН – песковый насос
9. Сг- Сгуститель
- 10.В/Ф- вакуумный фильтр
- 11.Конр- Конвейер

Ключевые слова: схема электроснабжения, сеть, линия, цех, участок, электроприёмники, нагрузка, оборудование, защита, напряжение, ток.

Объектом исследования является система электроснабжения ФСО “Предприятие Эрдэнэт”

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 115 с., 12 рисунков, 13 таблиц, 25 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: схема электроснабжения, сеть, линия, цех, участок, электроприёмники, нагрузка, оборудование, защита, напряжение, ток.

Объект исследования: Фильтровально-сушильные отделения (ФСО) “Предприятие Эрдэнэт”;

Цель работы: Оптимизация системы электроснабжения фильтровально-сушильного отделения (ФСО) “Предприятие Эрдэнэт”. Детальная проработка и модернизация системы электроснабжения рассматриваемого цеха;

В процессе исследования проводились: Выбор схемы электроснабжения, класса номинального напряжения для системы электроснабжения предприятия. Выбор варианта системы как наиболее экономичный и предпочтительный в плане надежности и удобства эксплуатации. Выбор сечения кабельных линий и проводок, а также защитных аппаратов. Проверка режима напряжения на электроприемниках, обеспечивающего наиболее экономичную их работу.

В результате исследования выбрана схема электроснабжения, класс номинального напряжения для системы электроснабжения предприятия. Выбран наиболее экономичный и предпочтительный в плане надежности и удобства эксплуатации вариант системы. Выбрано сечение кабельных линий и проводок, а также защитные аппараты. Проверены режимы напряжения на электроприемниках, обеспечивающего наиболее экономичную их работу.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемый завод относится к

второй категории по степени надежности электроснабжения; напряжение питающей линии 10 кВ; рабочие напряжения внутри завода: 0,4 кВ; схема.

Область применения: Фильтровольно-сушильно отделение предприятия Эрдэнэт .

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	8
1. О предприятии (КОО) «Предприятие Эрдэнэт».....	9
1.1 . Обогажительная фабрика.	11
1.2 . Расширение электроснабжения ОФ.....	12
2. Исходные данные.....	14
3. Расчет электрических нагрузок.....	19
3.1. Определение расчетной нагрузки Фильтровально – сушильного отделения .	19
4. Электроснабжение Фильтровально-сушильного отделения.....	26
4.1 Распределение электроприемников по узлам питания.....	27
4.2. Распределение приёмников по пунктам питания.....	31
4.3. Выбор защитных аппаратов и сечений кабельных линий.....	37
5. Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000В.....	42
5.1 Построение карты селективности действия аппаратов защиты.....	46
6. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций.....	49
7. Выбор сечения проводников в сети напряжением выше 1000В.....	50
8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережение.....	51
8.1 Структура работы в рамках технического проектирования.....	50
8.2 Определение трудоемкости выполнения работ	51
8.3 Разработка графика Гранта.....	52
8.4 Определение капитальных затрат на приобретение и монтаж электрооборудования.....	53
8.5 Определение амортизационных отчислений.....	55
8.6 Определение суммарных приведенных затрат на установку силового оборудования.....	57
9. Социальная ответственность.....	70
9.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ).....	71
9.2 Техника безопасности.....	72
9.3 Расчёт контура заземления подстанции.....	78

9.4 Производственная санитария.....	80
9.5 Пожарная безопасность.....	83
9.6 Охрана окружающей среды.....	79
9.7 Чрезвычайные ситуации.....	80
9.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	84
Заключение	100
Приложение А.....	101
Приложение Б.....	105
Приложение В.....	107
Приложение Д.....	110

ВВЕДЕНИЕ

Целью магистерской диссертации является:

- 1. Оптимизация системы электроснабжения фильтровально-сушильного отделения (ФСО) “Предприятие Эрдэнэт”;**
- 2. Детальная проработка и модернизация системы электроснабжения рассматриваемого цеха;**

Энергоснабжение КОО “Предприятие Эрдэнэт” обеспечивают три структурных подразделения:

- Электроцех (электроснабжение) – распределение учет электроэнергии и выполнение графиков ППР.

- Энергоцех (водоснабжение, водоотведение и выработка технологических газов) – производство, распределение и учет энергетических ресурсов, выполнение графиков ППР.

- Теплоэлектроцентраль (теплоснабжение, электроснабжение) – производство, распределение тепловой энергии, производство электроэнергии и учет данных энергоресурсов выполнение графика ППР.

Основными задачами ОГЭ – является бесперебойное энергоснабжение, распределение и учет энергоресурсов по производственным подразделениям компании и ее партнеров. Для обеспечения бесперебойного снабжения энергоресурсами и энергобезопасности необходимо опережающее развитие энергетики.

При разработке концепции по переработке до 34мл.тн руды в год в подразделениях комбината а именно и Обоганительной фабрике (ОФ) увеличивается электроснабжение в результате увеличения нагрузок необходимо предусмотреть расширение при проектировании систем энергоснабжения в разделе концепции с учетом предложений по развитию .

1. О предприятии

Монгольский горно-обогатительный комбинат КОО “Предприятие Эрдэнэт” участвует в добыче и переработке руды для производства концентрата меди и молибдена. КОО “Предприятие Эрдэнэт” является крупнейшим предприятием в Азии по производству медного концентрата. Согласно данным обследования, проведенного среди 170 предприятий данной отрасли, КОО “Предприятие Эрдэнэт” занимает 8-ое место по конкурентоспособности, 1-ое место по сроку эксплуатации, 6-ое место по содержанию меди, 5-ое место по запасам месторождения, 2-ое место по себестоимости переработки руды, 5-ое место по качеству извлечения металлов. Первоначально, компания сосредоточилась на российском рынке, но с 1991 года маленький план компании и начать спрашивать до китайского рынка в 90-е годы моя доля продукции.

Численность предприятия 5720 человек, в том числе 315 человек иностранные специалисты СНГ, промышленно-производственный персонал 4530 человек.

Предприятие работает в сложных условиях:

1. Цена на продукцию формируется на биржах металлов и не зависит от предприятия.
2. Постоянно ухудшается качество руды и повышаются затраты на её добычу.
3. Из – за неблагоприятной ситуации на рынке предприятие вынуждено осуществлять торговлю через посредников.

Как следствие всех этих условий предприятие может получать дополнительную прибыль лишь за счет снижения себестоимости путем оптимизации производственного процесса и жесткой экономии средств.

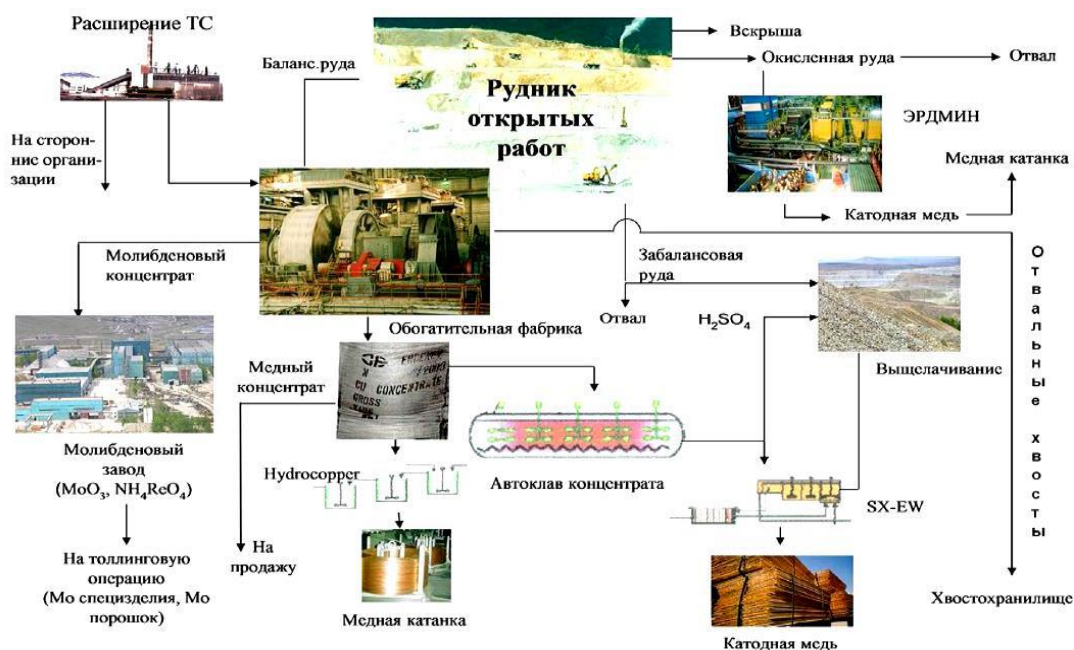


Рис1. Технологический процесс КОО “Преприятие Эрдэнэт”

1.1 Обогатительная фабрика

Обога­титель­ный цех яв­ля­ет­ся ос­нов­ным про­из­вод­ствен­ным от­де­лом со слож­ной тех­но­ло­гиче­ской схе­мой, ко­то­рая обес­печивает дроб­ле­ние, из­мель­че­ние, фло­та­цию, филь­тра­цию, суш­ку и от­груз­ку то­вар­ных мед­ных и мо­либ­де­но­вых кон­цен­тра­тов.

По­лу­че­ние руды осу­ществ­ля­ет­ся дву­мя ли­ни­ями об­ра­бот­ки. Во­пер­вых, в про­из­вод­стве 20,5 млн тонн руды в год, что обес­печивает его трех­ступе­нчатой дроб­ле­ния в конус­ных дробил­ках, про­сеивание, затем две ста­дии из­мель­че­ния руды в шаро­вой мель­нице МЦЦ-5,5х6,5 и МЦЦ-3, 2х4,5.

Вторая ли­ния по пе­ре­ра­бот­ке руды пред­став­ляет со­бой са­мо­за­туха­ю­щий ку­зов мощ­но­стью 5 млн тонн в год. В бу­ду­щем, с вво­дом в экс­плу­ата­цию в раз­де­ле VI, об­ра­бот­ка дос­тигнет 34 млн тонн руды в год. В этом от­се­ке ще­ковая дробил­ка из­мель­чает на одну ступе­ни и из­мель­чен­ной

руды в первой стадии измельчается в мельнице самоизмельчения ММС-90х30 с объемом 160 куб.метров, во второй стадии шаровыми мельницами измельчения МШЦ-5,5х6,5 с объемом 140 куб.метров и по линии передаются во флотационное отделение. Технология флотации руды происходит в процессе коллективного обогащения и обогащения молибдена, выделенного из молибдена. Целлюлоза, полученная в процессе обогащения, насосы и насадки, закачивается в хвостохранилище и осадочную воду в процессе. Таким образом, Концентрационный завод производит медный и молибденовый концентраты.

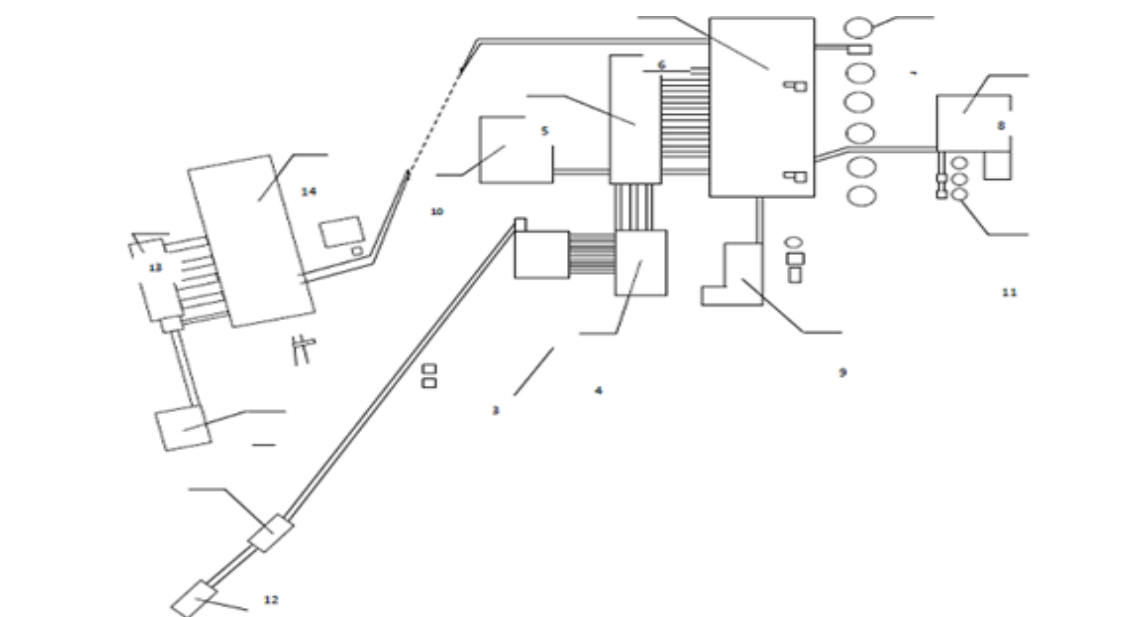


Рис1.1 Генплан сооружений обогатительной фабрики
8. Корпус фильтрации и сушки 9

1.2 Расширение электроснабжения ОФ

В ИФО высвободится дополнительно мельницы МШЦ№1А, 1-8, МШ9-18, зумповые насосы №31А, 32А, 31-46, конвейеры 19А, 19-26, в ДТО высвободятся дробилки КСД№4-8, КМД№12-16, 16А, конвейеры №1-18, питатели №41-86, грохоты и вспомогательное оборудование. Суммарная

установленная мощность всего высвободившего оборудования по концепции ДТО 9500кВт, ИФО 58000кВт. Список дополнительного технологического оборудования и вспомогательного оборудования приведен в Таб 1.

Таб 1. Список основного и дополнительного технологического оборудования

Линия рудопод.	Технологич. корпуса	Технологические оборудования	Мощность, кВт	Кол.	
КСИ-II (20мл.тн)	СКДР-II 115x42м, 160тыс.тн (20мл.тн)	Конвейер загрузки СКДР	350	1	
		Питатели разгрузки СКДР	75	3	
		Питатели шаровой МПСИ	50	1	
		Ротоклон	50	1	
		Течки питателя и конв.	30	6	
		Освещение и всп. оборуд.	200	-	
	КСИ-II (20мл.тн)	КСИ-II	Конвейер загрузки из СКДР	250	1
			Конвейер из дробилка	120	1
			Катающая течка мельниц	60	1
			Мельница МПСИ10.97x7.32	20000	1
			Двухярусный грохот	45	2
			Мельница МШЦ7.93x11.58	15000	2
			Зумповые насосы	1600	4
			Гидроциклон	25	2
			Питатель шаровой для МШЦ	25	1
			Маслостанция для МШЦ	60	1
			Мостовой кран	100	2
			Маслостанция для МПСИ	80	1
			Конвейеры дробилки	55	4
			Галечная дробилка	900	2

		Мостовой кран дробилки	80	1
		Металл искатель	120	1
		Маслостанция дробилки	60	2
		Освещение и всп. оборуд.	400	-
КСИ-I (14мл.тн)	Корпус предроблени я	Конвейеры загрузки и разгрузки дрибилки	160	2
		Галечная дробилка	500	2
		Грохот	45	4
		Кран 50/10	80	1
		Конвейеры в ККД-II	95	4
		Освещение и всп. оборуд.	100	-
	КСИ-I	ММС9.5x2.9	8000	2
		МШЦ5.8x6.9	6000	2
		Зумповые насосы	600	8
		Гидроциклон	15	4
		Вспомогательные оборудования	5	4
Флотаци я	ИФО	Флотмашины	350	8
Суммарная установленная мощность новых тех. оборуд., кВт			98810	
Суммарная нагрузка новых технологических оборуд., кВт			90000	

На Рис 1.1 Приведена функциональная схема электроснабжения 110/6кВ ОФ и основные параметры силовых трансформаторов и воздушных линий. Электроснабжение корпусов ОФ, кроме Хвостового хозяйства

обеспечивается электроэнергией распределительными подстанциями РП-1, РП-2 и РП-9.

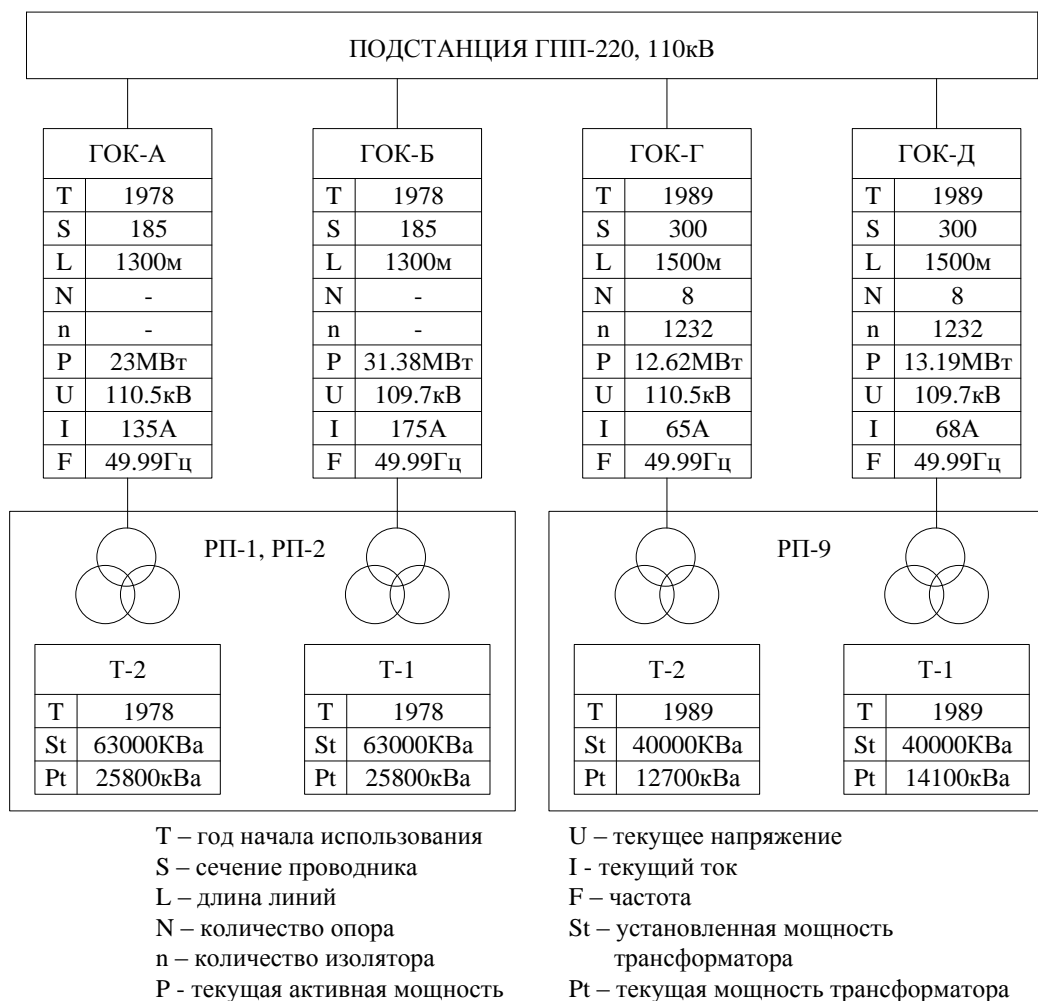


Рис 1.1 Функциональная схема электроснабжения 110/6кВ ОФ

План расширения электроснабжения ОФ приведен на Рис 2. После модернизации I, II секции КСИ-I и корпуса дробления на подстанции РП-9 значительно увеличатся нагрузки до 15455МВа, а подстанциях РП-1, РП-2 перед здания ИФО высвободятся нагрузки основного технологического оборудования II, III стадий дробления и измельчения. Для электроснабжения корпуса КСИ-II необходимо предусмотреть расширение распределительной подстанции 110/6кВ и увеличением мощности двух новых силовых трансформаторов до 2х63000мВа. Электроснабжение данных

трансформаторов будет осуществлено отпайкой от существующей линий ГОК-Г, ГОК-Д. С учетом увеличения дополнительных новых электрических нагрузок будет определен после проведения обследования данных линий и получения технических условий на электроснабжение. Расчет и выбор площади поперечного сечения воздушной линии произвести на стадии выполнения проектной документации. Выполнение данных мероприятий обеспечат безаварийное электроснабжение предприятия.

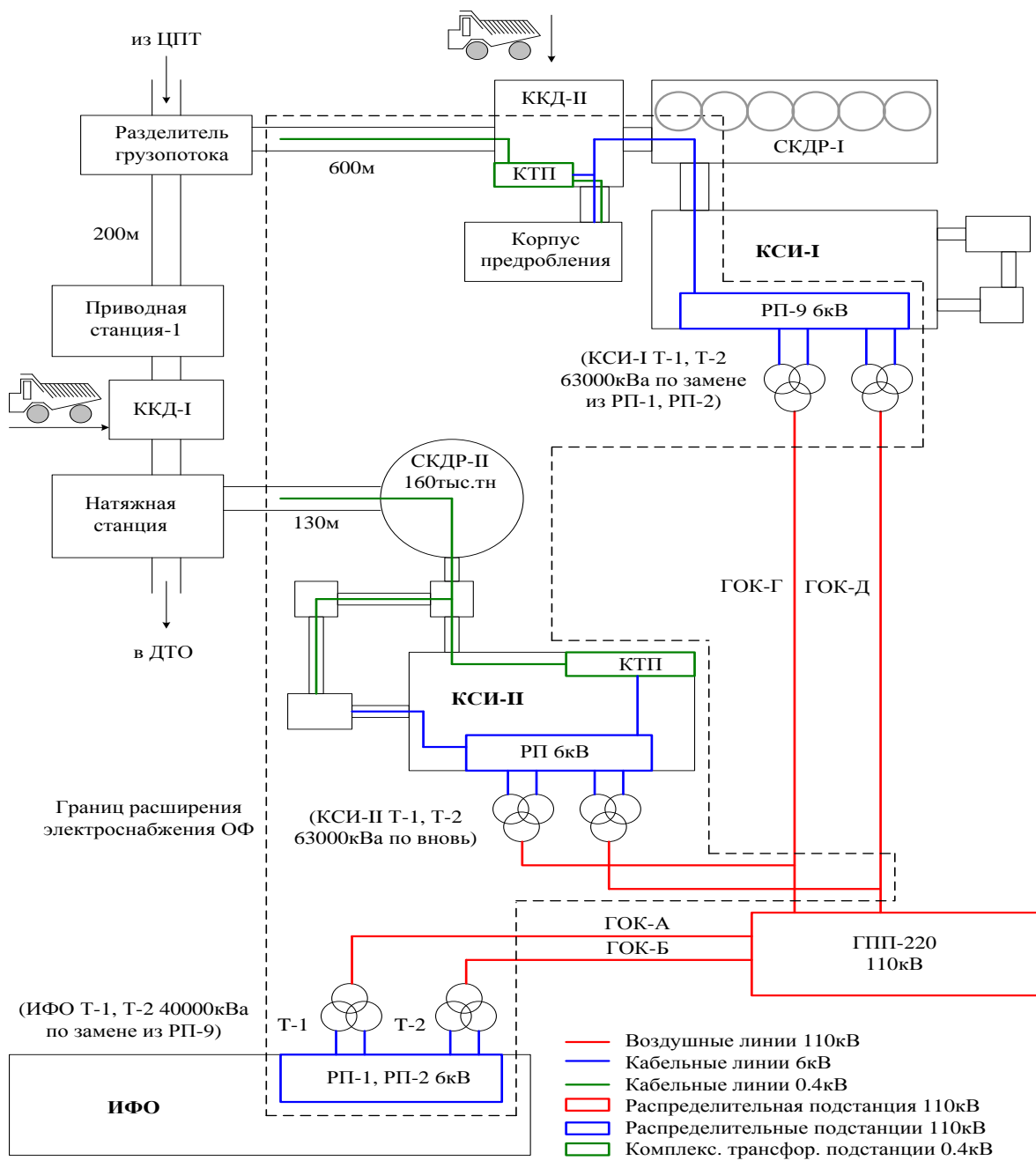


Рис 1.2. Существующий план электроснабжения ОФ

1.3 Фильтровально-сушильное отделение

Фильтрация и сушки часть завода по переработке основная часть основной функции поезда является предоставление погрузочной безводные меди и молибдена концентратов. Фильтрация и сушка в Ц-25 загуститель

был получен №2, Д- 100*2,5 2 вакуумных фильтры первого медного концентрата.

Фильтрация и высушивание часть медного концентрата обезвоживания в оригинальных 2007 рамках 8 ноября 2005. Введенной в эксплуатацию фильтра 2-го давления Дорр-Оливер EIMCO M1500FBM-77 и 3 в напорном фильтре работает в процессе. С 1978 года работает молибденового концентрата Обезвоживание Du 16kh 2,5 марки zeerentsegt фильтрующий узел установлен, знак EP 50 Печи выпустит DIEMME Италии и FLSMIDTH напорные фильтры фирмы. Медь играет молибденовый концентрат отгрузку 30 тонн полезного груз 3 крана, 10 тонн грузоподъемности крана 2 канавокопателей помощь, изготовленный 1800-2000 тонн медного концентрата до 9,8% влаги и 10-12 тонн содержания влаги молибденового концентрата на 8% в день.

На данный момент электроснабжение фильтровально - сушильного отделения обогатительной фабрики осуществляется от трансформаторной подстанции ГПП 110/6/6кВ (ТМЗ-1600/10-71).

В основные электрооборудование фильтровально - сушильного отделения входит большинство переменного тока двигателей 0,4кВ.

В настоящей работе поставлена задача оптимизации системы электроснабжения фильтровально - сушильного отделения с целью снижения потерь электроэнергии.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 2.1 - Сведение об электрических нагрузках фильтровально - сушильного отделения.

№	Наименование оборудования	Модель электрических двигателей	Установленная мощность кВт	Количество (шт.)
1	Водовой насос(ВН) -120	4AM132M4	11	1
2	Гидро насос(ГН)-101	4AM200L8	22	1
3	Питающий насос(ПиН)-110		18,5	1
4,28	Конвейер (конр)-64 Конр №65	4A160S6	11	2
5	Компрессор № 7	100LA4	2.2	1
6	Компрессор № 7А	YE160M-4	12.6	1
7,27	Комп-р №5 Комп-р №6	4D8400L2TIKK	300	2
8	Песковый насос (ПН)-68А	4АН315S6	132	1
9	ПН-74	АО2-42-6	22	1
10	ПН-68	Y250M-4	55	1
11	ПН-70	4AM160S6	55	1
12	ПН-72	АИР180S4	37	2
13,14	Верт. насос №79 Верт. насос №78	АИРХМ132М4	22	2
15	Верт насос № 92	D180LC4	22	3
16	ПН-69А	Y315L2-6	132	1
17,18,19,20	ПН-90, ПН-91, ПН-73 ПН-69	4AMУ250S4	37	4
21,22	ПН-75, ПН-78	АИР180S4	22	2
23	ПН-71	4AM225M4	55	1
24	ВН-88	АИР160S2	11	1
25	ГН-87		75	1
26	ПиН-89	4AM225M6	22	1
29, 42	ВН-94,	6313J /C3	110	2

	ВН-84,	TCE HO4-0.3		
30,44, 55	ГН-93, ГН-86, ГН-86А,	INDUSTRIAL MOTORM3546	37	3
53	ВН-84А	30S0024-GT-01	110	1
31,43,54	ПН-95, ПН-85,ПН-85А	WARMEN AEJE-VB006 4POLE FRAME D315AC EFF 95,6	220	3
33,45,57	Мешалка-64, Мешалка -65, Мешалка -66	4AM200L8	22	2
32,46,58	Конр-54, Конр -53, Конр -59А	4AM225M4	55	3
34,35, 36,37	Электро печь-1, Электро печь-2, Электро печь-3, Электро печь-4	Эл.спираль X20 H80Ф6,3мм	60	4
38,39, 40,41	Шнеки-3 Шнеки-1 Шнеки-4 Шнеки-2	4AM160S6	11	2
47	Конр № 60	4A160S6	11	1
48,56	Верт:насос - 76 Верт:насос - 77	AIPXM132M4	22	2
49,50	Сгуститель Мо-1 Сгуститель Мо-2	4A100L4 /2шт/	26	1
51	Шнейк 5	АО2-42-6	4	1
52	Шнейк 6	4AM160S6	7,5	1
59,60	Конр-61,Конр-62	4AM225M6	37	2
61, 62	Вак машин №18 Вак машин №20	АО3-400S12	110	2
63,64	Вакуумный фильтр В/Ф№25, Вакуумный фильтр В/Ф №26	4AM100L4	8	2
65,66,67	Сгуститель Сг№1 Сгуститель Сг№1 Сгуститель Сг№1	4A100L4 /2шт/ BAO-42-6	8	3

68	Верт.насос№19	У200L-4	30	1
69	Верт.насос№20	У315S-6	75	1
70	ПН-2	D200LC4	30	1
71,72, 73,74	ПН-6 ПН-5 ПН-4 ПН-3	4АМУ225М4	37	4
75	ПН-1	4АН315S6	132	1
76,77	Комп-р №10 Комп-р №9	4D8400L2TIKK	300	2
78,70	ПН-10 Н-11	АО2-92-4	45	2
80,81	ПН-8 ПН-9	4АН315S6У3	132	2

1-ый этаж ФСО

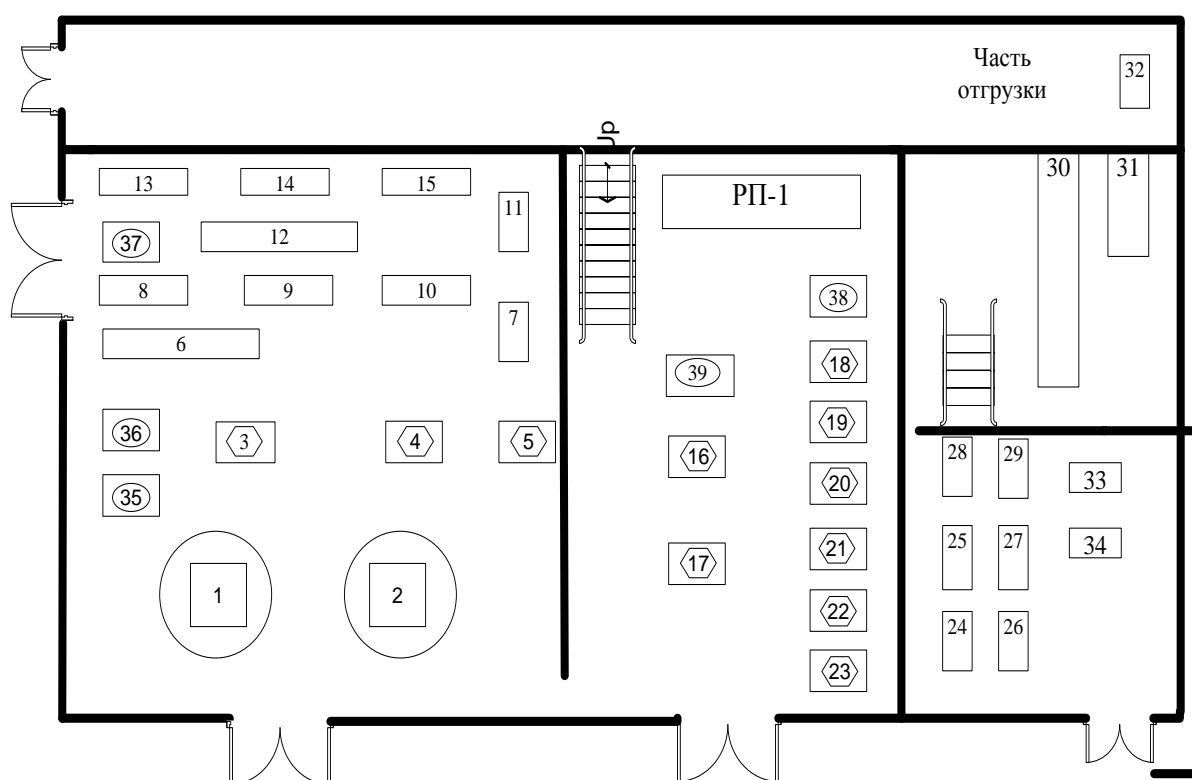


Рис 2.1. План 1-го этажа фильтровально-сушильного отделения.

2-ой этаж ФСО

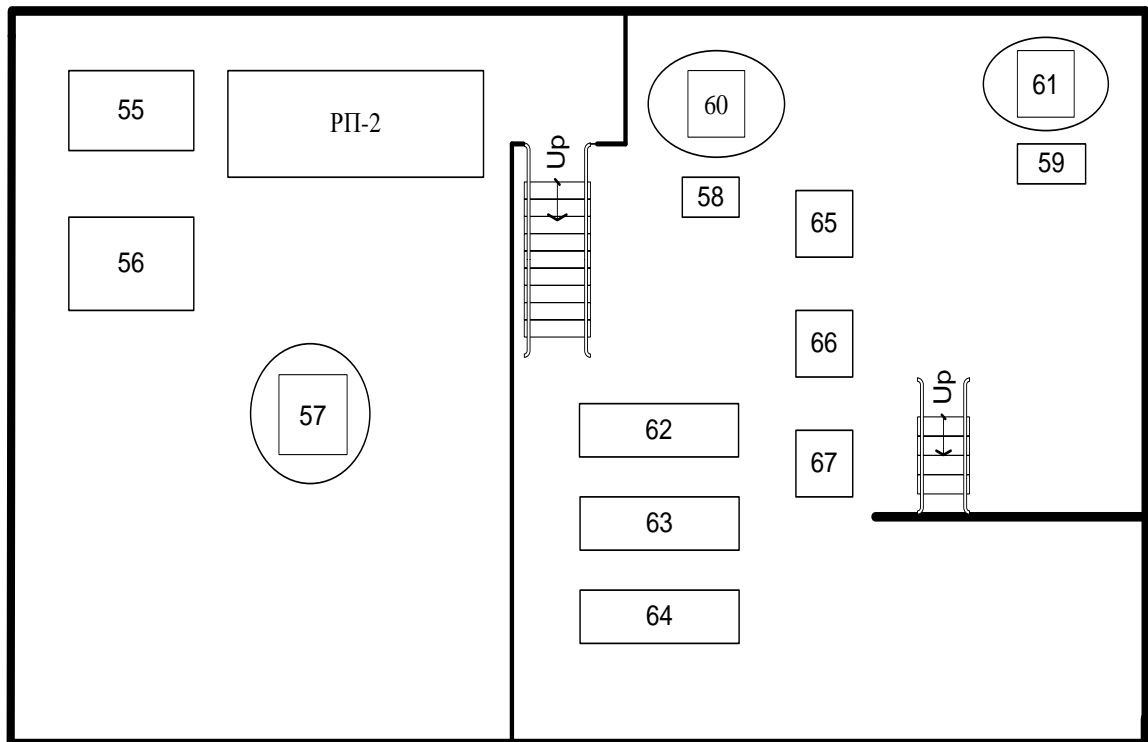


Рис 2.2. План 2-го этажа фильтровально-сушильного отделения.

Сгуститель Су-а

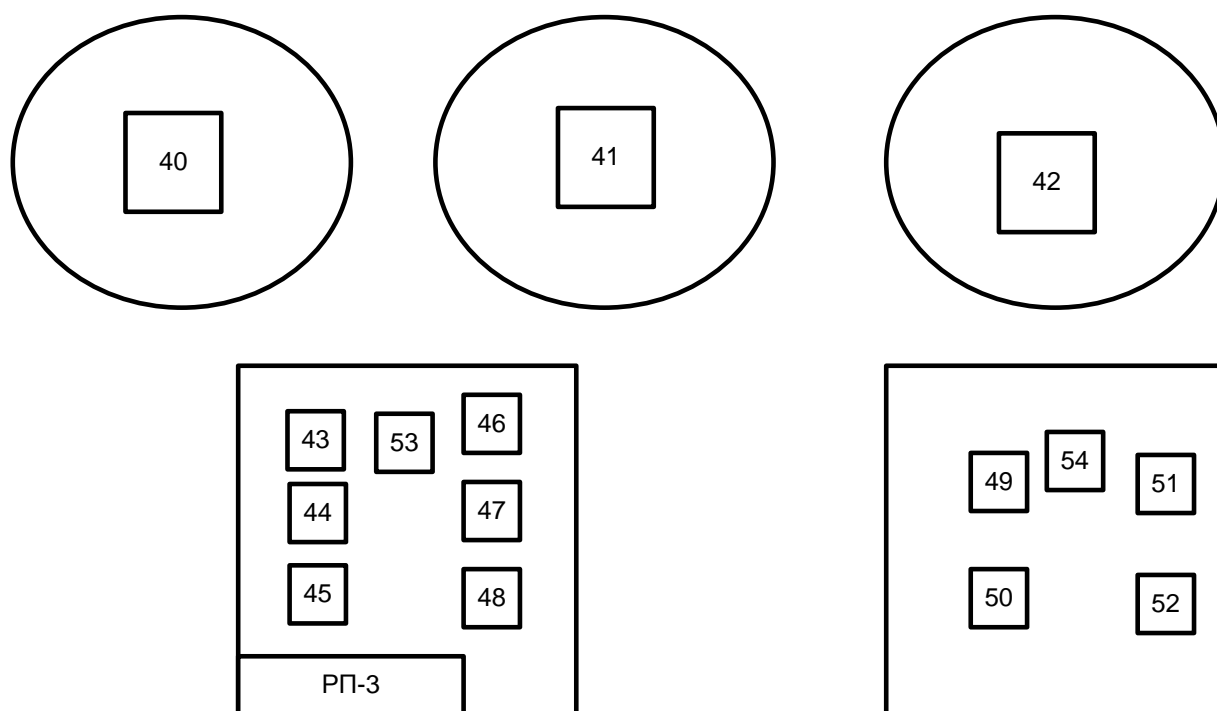


Рис 2.3. План пристройки фильтровально-сушильного отделения.

3. Расчет электрических нагрузок

3.1. Определение расчетной нагрузки Фильтровально - сушильного отделения.

Исходными данными для расчета служит план цеха с размещением электроприемников, данные их установленных мощностей, коэффициентов мощности и использования.

Расчетные активная (P_m) и реактивная (Q_m) мощности группы приемников

$$\begin{aligned} P_m &= K_m P_{см}; \\ Q_m &= Q_{см} \text{ при } n_{\text{э}} > 10; \\ Q_m &= 1.1 Q_{см} \text{ при } n_{\text{э}} \leq 10. \end{aligned} \quad (3.1)$$

Особенностью расчета нагрузок фильтровально-сушильного отделения является принадлежность всех электроприемников к группе Б электроприемники с практически постоянным графиком нагрузки $k_{и} \geq 0,6$.

Поэтому по каждой группе определяется суммарная номинальная мощность (на примере группы ПР-1,):

$$\begin{aligned} P_{\text{ном.}} &= \sum_{i=1}^n P_{\text{ном.}i} = 301 + 11 + 2,2 + 18,5 + 314,5 + 11 + 44 \\ &= 702,5 \text{ кВт.} \end{aligned}$$

Средняя активная и реактивная нагрузки за наиболее загруженную смену для каждой группы электроприемников:

$$\begin{aligned} P_{см} &= K_{и} \cdot P_{\text{ном.}} = 0.8 \cdot 301 = 240.0 \text{ кВт.} \\ Q_{см} &= P_{см} \cdot \text{tg}\varphi = 240 \cdot 0.75 = 180.0 \text{ кВар.} \end{aligned}$$

где: $K_{и}$ – коэффициент использования активной мощности

$\text{tg}\varphi$ – принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

Средне взвешенное значение коэффициента реактивной мощности

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q_{\text{см}}}{P_{\text{см}}} = \frac{421.5}{562} = 0.75$$

Для электроприемников группы «Б» с практически постоянным графиком нагрузки расчетная активная и реактивная мощность принимается равной средней за наиболее загруженную смену

$$P_{\text{м}}^{\text{Б}} = P_{\text{см}}^{\text{Б}} = 562 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{м}}^{\text{Б}} = Q_{\text{см}}^{\text{Б}} = 421.5 \text{ кВт}$$

Определяем активную, реактивную и полную максимальные мощности электроприемников ФСО:

$$S_{\text{м}} = \sqrt{P_{\text{м}}^2 + Q_{\text{м}}^2} = \sqrt{562^2 + 421.5^2} = 702.5 \text{ кВА}$$

Расчетный ток ФСО:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{702.5}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 1067.3 \text{ А}$$

где $U_{\text{ном}}$ - номинальное напряжения электроприемников, В.

Определение пикового тока.

Номинальный ток самого мощного электроприемника (сварочный агрегат)

$$I_{\text{ном.}}^{\text{max.}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{702.5}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.8 \cdot 0.85} = 477.16 \text{ А}$$

где $P_{\text{ном}}$ - номинальная установленная мощность электроприемника, кВт;

η – КПД электроприемника.

Пусковой ток самого мощного электроприемника

$$I_{\text{пуск.}}^{\text{max.}} = K_{\text{пуск}} \cdot I_{\text{ном.}}^{\text{max.}} = 5 \cdot 477.16 = 2385.8 \text{ А}$$

где $K_{\text{пуск}}$ - кратность пускового тока

Пиковый ток цеха

$$\begin{aligned} I_{\text{пик.}} &= I_{\text{пуск.}}^{\text{max.}} + (I_{\text{м}} - K_{\text{и max}} \cdot I_{\text{ном.}}^{\text{max.}}) = 2385.8 + (1067.3 - 0.8 \cdot 477.16) \\ &= 3071.3 \text{ А} \end{aligned}$$

где $K_{и max}$ - коэффициент использования самого мощного электроприемник

4. Электроснабжение Фильтровально-сушильного отделения

Распределение электроприёмников фильтровально-сушильного отделения по пунктам питания осуществляется путём подключения группы электроприёмников к соответствующему распределительному шкафу ШР. Распределительные шкафы изготавливаются согласно заявке заказчика на любое количество электроприемников. Для более удобного обслуживания, с точки зрения эксплуатации, с одного распределительного шкафа будут запитаны электроприемники, расположенные рядом.

При разводке электроприемников по узлам питания есть смысл обратить внимание на пункты силового управления ПР, которые очень удобны с точки зрения эксплуатации, силовое оборудование и коммутирующая аппаратура устанавливаются рядом на одной панели. Так как почти все электрооборудование Фильтровально-сушильного отделения представляет собой асинхронные электродвигатели, то в качестве защитных аппаратов мы будем рассматривать только автоматические выключатели.

Использование в качестве защитных аппаратов предохранителей крайне нежелательно. В качестве доказательства можно привести такой пример, что при перегорании одного предохранителя асинхронный электродвигатель не останавливается, а продолжает работать на двух фазах, что ведет к тепловому перегреву обмоток, оставшихся под напряжением.

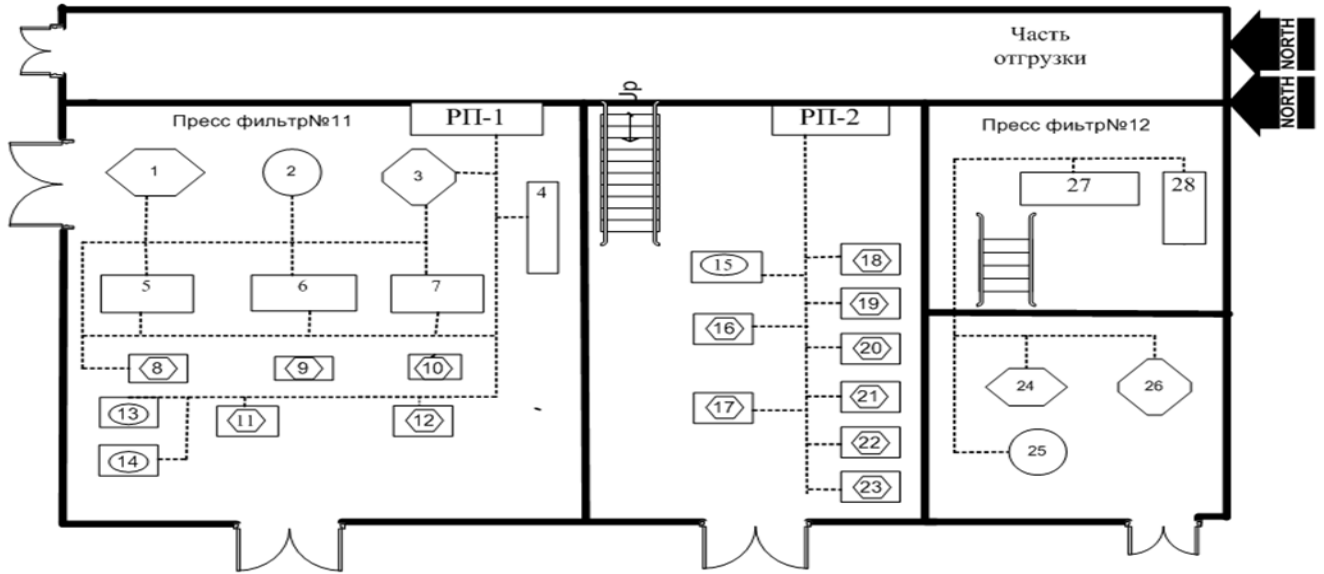
Для производства выбора автоматических выключателей для распределительных устройств Фильтровально-сушильного отделения произведем их разбивку по пунктам питания, используя метод территориального расположения.

4.1 Распределение электроприемников по узлам питания

Таблиц 4.1 Полученные данные сведем

Распределительный пункт	Наименование электроприемника	Мощность кВт	Количество
РП-1	Песковый насос	22-132	5
	Пресс фильтр №11	357.5	7
	Вертикальный насос	11	2
Итого по РП-1		702.5кВт	14
РП-2	Песковый насос	22-132	8
	Пресс фильтр №12	148.5	4
	Вертикальный насос	22	1
	Компрессор	300	1
Итого по РП-2		827.5кВт	14
РП-3	Шнейк	45	4
	Электро печь	11	4
	Пресс фильтр №8	422	5
Итого по РП-3		706кВт	13
РП-4	Вакуумный фильтр	8	1
	Верт.насос	22	1
	Сгуститель Мо	26	1
	Конвейер	11-37	2
	Вакуумная машина	110	2
	Пресс фильтр №9	13	1
Итого по РП-4		658кВт	11
РП-5	Вакуумная машина	110	1
	Сгуститель Мо	26	1
	Верт. Насос	22	1
	Конвейер	37	1
	Шнейк	4-7.5	2
	Вакуумный фильтр	8	1
	Пресс фильтр №10	422	5
Итого по РП-5		647кВт	12
РП-6	Сгуститель Сг	8	2
	Компрессор	300	1
	Песковый насос	310	6
	Верт. Насос	30	1
Итого по РП-6		650кВт	10
РП-7	Сгуститель Сг	8	1
	Компрессор	300	1
	Песковый насос	354	4
	Верт. Насос	75	1
Итого по РП-7		737	7

1-ой этаж ФСО



План расположения распределительных пунктов в здании Фильтровальна сушильного отделения

Рис 4.1. План расположения распределительных пунктов в здании фильтровально-сушильного отделения.

2-ой этаж ФСО

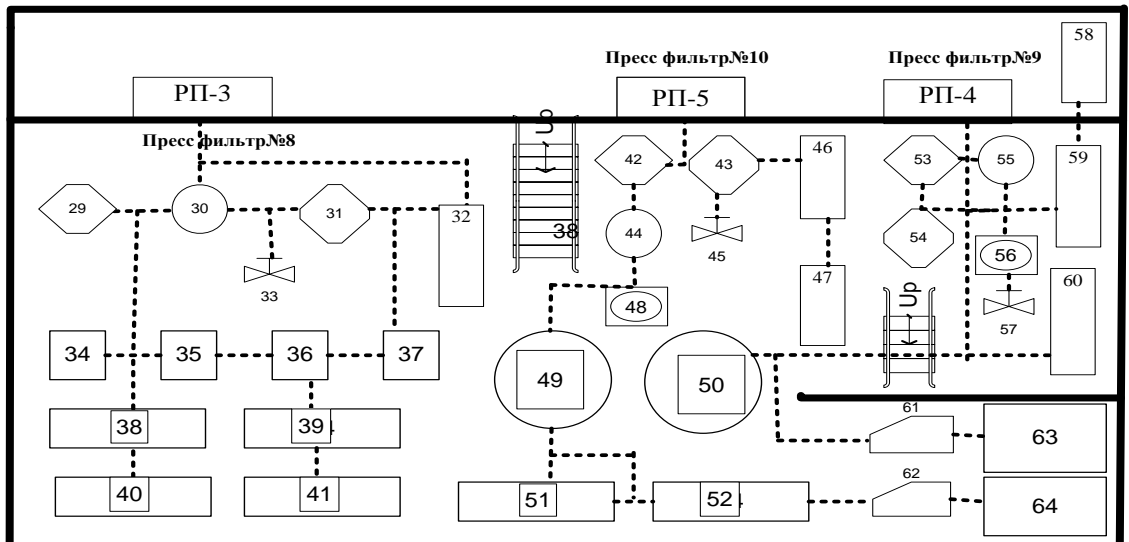


Рис 4.2. План расположения распределительных пунктов в здании фильтровально-сушильного отделения.

Стуситель Си-а

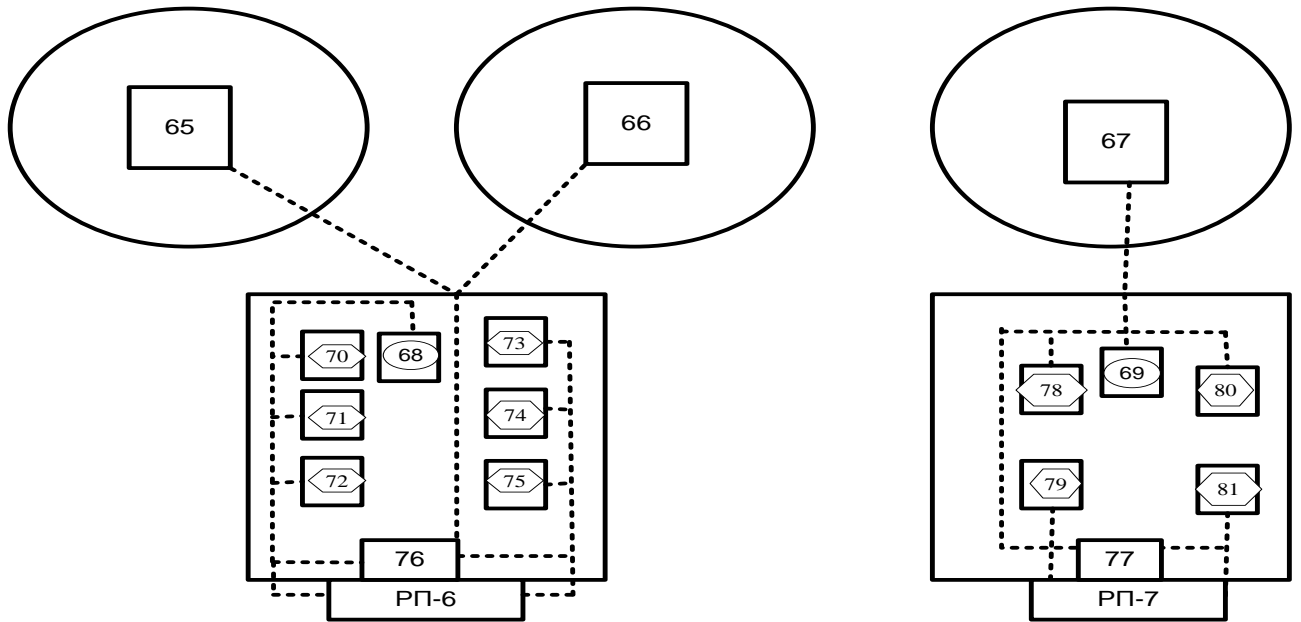


Рис 4.3. План расположения распределительных пунктов в здании
фильтровально-сушильного отделения. продолжение

4.2 Выбор защитных аппаратов и сечений кабельных линий

1. По нагреву расчетным током нагрузки: $I_{\text{ном.расц.}} \geq I_{\text{ном.ЭП.}} \geq I_{\text{дл.}}$

2. По условию перегрузки пусковым током:

$$I_{\text{к.з.расц.}} \geq 1.5 \cdot I_{\text{пуск.}} - \text{для одного ЭП}; \quad (4.1)$$

$$I_{\text{к.з.}} \geq 1.25 \cdot I_{\text{пик.}} - \text{для группы ЭП}; \quad (4.2)$$

$$I_{\text{к.з.расц.}} = K \cdot I_{\text{ном.расц.}} - \text{для группы ЭП} \left(K = \frac{I_{\text{к.з.}}}{I_{\text{ном.расц.}}} \right), \quad (4.3)$$

$$\text{где } I_{\text{дл.}} = I_{\text{ном.}} - \text{для одного ЭП}; \quad (4.4)$$

$$I_{\text{дл.}} = I_{\text{р}} - \text{для группы ЭП}; \quad (4.5)$$

$I_{\text{ном.ав.}}$ - номинальный ток автомата;

$I_{\text{ном.расц.}}$ - номинальный ток расцепителя;

$I_{\text{р}}$ - расчетный ток группы ЭП;

K - кратность отсечки;

$$I_{\text{пик.}} = I_{\text{пуск.}}^{\text{max.}} + (I_{\text{р}} - K_{\text{и max}} \cdot I_{\text{ном.}}^{\text{max.}}) - \text{пиковый ток}; \quad (4.6)$$

$I_{\text{пуск.}}^{\text{max.}}$ - пусковой ток ЭП наибольшей мощности в данной группе;

$I_{\text{ном.}}^{\text{max.}}$ - номинальный ток ЭП наибольшей мощности в данной группе;

$I_{\text{к.з.}}$ - номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ

Для питания распределительных пунктов и отдельных электроприемников принимаем кабель марки АВРГ с прокладкой на лотках в кабельном полуэтаже. Питание осуществляем по радиальным линиям.

Кабель АВРГ – это кабель с алюминиевыми жилами с внутренней и внешней изоляцией из поливинилхлоридного пластика (ПВХ), без дополнительного защитного покрова. Кабель данной марки не распространяет горения при одиночной прокладке и предназначен для прокладки в сухих и влажных производственных помещениях (не рекомендуется для прокладки в траншеях).

Условия выбора проводников

1. По нагреву расчетным током нагрузки: $I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{м}}$ (4.7)

2. Согласование с аппаратом защиты: $I_{\text{доп.}} \geq K_3 \cdot I_3 / K_{\text{прокл.}}$ (4.8)

Пример выбора автоматического выключателя для конвейера №64

➤ Расчетный ток конвейер №64

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = \frac{11}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 16,7 \text{ А}$$

где $P_{\text{НОМ}}$ - номинальная установленная мощность электроприемника, кВт;

Пусковой ток самого мощного электроприемника

$$I_{\text{пуск.}}^{\text{max.}} = K_{\text{пуск.}} \cdot I_{\text{НОМ.}}^{\text{max.}} = 5 \cdot 16,7 = 83,65 \text{ А}$$

где $K_{\text{пуск.}}$ - кратность пускового тока

➤ Пиковый ток конвейер №64

Проверяем выбранный автомат по условию перегрузки пусковым током:

$$I_{\text{к.з.}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{НОМ.}} = 1,25 \cdot 16,7 = 20,9 \text{ А}$$

$$I_{\text{к.з.расц}} \geq 1,5 \cdot I_{\text{пуск.}} = 1,5 \cdot 83,65 = 125,5 \text{ А}$$

Используя справочную литературу, выбираем автоматический выключатель типа **ВА13-29**, у которого

$$I_{\text{тепл}} = 25 \text{ А} \quad I_{\text{э.о}} = 6 \cdot 25 = 150 \text{ А}$$

Проверяем выбранный автомат по нагреву номинальным током:

$$I_{\text{тепл}} = 25 \text{ А} > 20,9 \text{ А}$$

Коэффициент кратности тока срабатывания уставки:

$$K = \frac{I_{\text{к.з.}}}{I_{\text{НОМ.расц}}} = \frac{150}{25} = 6 \text{ принимаем коэффициент } K=6,0$$

Выбранный автомат проходит к дальнейшему использованию по результатам проверки

4.3. Выбор сечений кабелей и проводников

Выбор проводников для канализации электроэнергии осуществляем по длительно допустимой токовой нагрузке из условия нагрева и проверяем их по потерям напряжения.

Подавляющее большинство применяемых в России, а так же в странах СНГ, кабелей с пропитанной бумажной изоляцией и виниловой изоляцией. В настоящее время все больше и больше находят свое место в транспортировке электроэнергии силовые кабели.

Расчетный ток цеха:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{702,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1067,3 \text{ A}$$

где $U_{ном}$ - номинальное напряжения электроприемников. В.

Определение пикового тока.

Номинальный ток самого мощного электроприемника

$$I_{ном.}^{max.} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} U_n \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{702,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,85} = 477,16 \text{ A}$$

где $P_{ном}$ - номинальная установленная мощность электроприемника, кВт;

η – КПД электроприемника.

Пусковой ток самого мощного электроприемника

$$I_{пуск.}^{max.} = K_{пуск} \cdot I_{ном.}^{max.} = 5 \cdot 477,16 = 2385,8 \text{ A}$$

где $K_{пуск}$ - кратность пускового тока

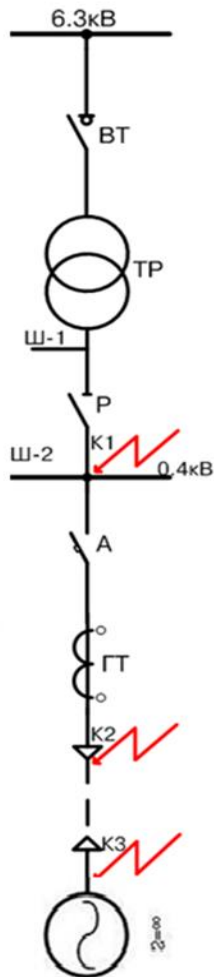
Пиковый ток цеха

$$\begin{aligned} I_{пик.цеха} &= I_{пуск.}^{max.} + (I_M - K_{и max} \cdot I_{ном.}^{max.}) \\ &= 2385,8 + (1067,3 - 0,8 \cdot 477,16) = 3071,3 \text{ A} \end{aligned}$$

где $K_{и max}$ - коэффициент использования самого мощного электроприемника

5 Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000В.

Расчет токов КЗ ведем для участка ТП – РП1 – ЭП(ПН-68А)



Расчет токов короткого замыкания для точки К₁

- Сопротивление системы

$$r_{\text{л}} = r_0 \cdot l \cdot 10^3 = 2.58 \cdot 1 \cdot 10^3 = 258 \text{ мОм}$$

$$x_{\text{л}} = \frac{U_6^2 \cdot 10^6}{S_{\text{НОМ}}} = \frac{0.4^2 \cdot 10^6}{1600000} = 0.1 \text{ мОм}$$

$$X_{\text{л}} = x_{\text{л}} \cdot \frac{U_6^2}{U_{\text{НОМ}}^2} = 76 \cdot \frac{0.4^2}{6^2} = 0.337 \text{ мОм}$$

$$x_{\text{л}} = x_0 \cdot l \cdot 10^3 = 0.037 \cdot 1 \cdot 10^3 = 76 \text{ мОм}$$

- Трансформатор

Активное сопротивление трансформатора:

$$R_{\text{тр.}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{НОМ.тр.}}^2}{S_{\text{НОМ.тр.}}^2} = \frac{7.5 \cdot 400^2}{1600^2} = 2.13 \text{ мОм}$$

Реактивное сопротивление трансформатора:

$$X_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ.тр.}}} \cdot \sqrt{\left(\frac{u_{\text{кз}}}{100}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{\text{кз}}}{S_{\text{НОМ.тр.}}}\right)^2} = \frac{400^2}{1600} \sqrt{\left(\frac{5.5}{100}\right)^2 + \left(\frac{11}{1600}\right)^2}$$

$$X_{\text{тр}} = 5.6 \text{ мОм}$$

ШИН-1

$$\begin{aligned} \dot{a}_{\text{ср}} &= \sqrt[3]{\dot{a}_{1-2} \cdot \dot{a}_{2-3} \cdot \dot{a}_{1-3}} = \sqrt[3]{240 \cdot 240 \cdot 480} = 300 \text{ мм} \\ X_{\text{ш-1}} &= x_0 \cdot l_{\text{ш-1}} = 0.189 \cdot 10 = 1.89 \text{ мОм} \\ R_{\text{ш-1}} &= r_0 \cdot l_{\text{ш-1}} = 0.074 \cdot 10 = 0.74 \text{ мОм} \end{aligned}$$

Автоматы Р-1

Сопротивления катушек расцепителей и переходные сопротивления подвижных контактов.

$$R_a = 0.08 \text{ мОм} .$$

Суммарное сопротивление

$$\begin{aligned} \sum X_{R1} &= X_C + X_L + X_T + X_{\text{ш-1}} = 0.1 + 0.337 + 5.6 + 1.89 = 7.92 \text{ мОм} \\ \sum R_{R1} &= R_{p-1} + R_L + R_T + R_{\text{ш-1}} = 0.08 + 1.146 + 2.13 + 0.74 = 4.1 \text{ мОм} \\ Z_{K1} &= \sqrt{(\sum X_{R1})^2 + (\sum R_{R1})^2} = \sqrt{7.92^2 + 4.1^2} = 8.91 \text{ мОм} \end{aligned}$$

Действующее значение тока КЗ для точка К₁:

$$I_{k1} = \frac{U_c \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum X_{R1})^2 + (\sum R_{R1})^2}} = \frac{0.4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{7.92^2 + 4.1^2}} = 25.92 \text{ кА}$$

Ударный ток короткого замыкания в точке К₁:

$$\begin{aligned} I_{yk1} &= I_{k1} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (k_y - 1)^2} = 25.92 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1.33 - 1)^2} = 28.6 \text{ кА} \\ \frac{\sum X_{R1}}{\sum R_{R1}} &= \frac{7.92}{4.1} = 1.33 \quad k_{y1} = 1.33 \end{aligned}$$

Постояния ток :

$$\sum I_{\text{НОМ}} = \frac{\sum P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{477}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.95 \cdot 1.33} = 0.57 \text{ кА}$$

Точка пинает К₁-текущие мгновенные значения:

$$i_{\ddot{o}} = \hat{e}_{\ddot{o}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1} + 6.5 \cdot \sum I_{\text{НОМ}} = 1.01 \cdot \sqrt{2} \cdot 25.92 + 6.5 \cdot 0.57 = 40.72 \text{ кА}$$

➤ **Расчет токов короткого замекания для точки К₂:**

Сопротивление для шин-2 :

$$X_{\text{ш-2}} = x_0 \cdot l_{\text{ш-2}} = 0.189 \cdot 90 = 17.1 \text{ мОм}$$

$$R_{ш-2} = r_0 \cdot l_{ш-2} = 0.074 \cdot 90 = 6.66 \text{ мОм}$$

Автомат:

$$X_a = 0.08 \text{ мОм}$$

$$R_a = 0.12 + 0.25 = 0.37 \text{ мОм}$$

Трансформатор тока:

$$X_{ТТ} = 0.02 \text{ мОм}$$

$$R_{ТТ} = 0.02 \text{ мОм}$$

Суммарное сопротивление:

$$\sum X_{R2} = \sum X_{k1} + X_{ш-2} + X_a + X_{ТТ} = 7.92 + 17.01 + 0.08 + 0.02 = 25.03 \text{ мОм}$$

$$\begin{aligned} \sum R_{R2} &= \sum R_{k1} + R_{ш-2} + R_a + R_{ТТ} = 4.1 + 6.66 + 0.37 + 0.02 \\ &= 11.15 \text{ мОм} \end{aligned}$$

$$Z_{k2} = \sqrt{(\sum X_{R2})^2 + (\sum R_{R2})^2} = \sqrt{25.03^2 + 11.15^2} = 27.40 \text{ мОм}$$

Действующее значение тока КЗ для точка К₂:

$$I_{k2} = \frac{U_c \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum X_{R2})^2 + (\sum R_{R2})^2}} = \frac{0.4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{25.03^2 + 11.15^2}} = 8.43 \text{ кА}$$

Ударный ток короткого замыкания в точке К1:

$$I_{y k2} = I_{k2} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (k_y - 1)^2} = 8.43 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (2.24 - 1)^2} = 9.3 \text{ кА}$$

$$\frac{\sum X_{R2}}{\sum R_{R2}} = \frac{25.03}{11.15} = 2.24 \quad k_{y2} = 2.24$$

Постояния ток :

$$\sum I_{НОМ} = \frac{\sum P_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{477}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.95 \cdot 2.24} = 0.34 \text{ кА}$$

Точка питает К2-текущие мгновенные значения:

$$i_{\dot{0}} = \hat{e}_{\dot{0}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2} + 6.5 \cdot \sum I_{НОМ} = 1.05 \cdot \sqrt{2} \cdot 8.43 + 6.5 \cdot 0.34 = 14.69 \text{ кА}$$

➤ **Расчет токов короткое замыкания для точки К₃.**

Сопротивление катушек максимального тока автомата ВА-57-35

$$R_{\text{кат}} = 0.4 \text{ мОм}, X_{\text{кат}} = 0.5 \text{ мОм}$$

Суммарное сопротивление:

$$\sum X_{R3} = \sum X_{R2} + X_{\text{кат}} = 25.03 + 0.5 = 25.08 \text{ мОм}$$

$$\sum R_{R3} = \sum R_{R2} + R_{\text{кат}} = 11.15 + 0.4 = 11.19 \text{ мОм}$$

$$Z_{K3} = \sqrt{(\sum X_{R3})^2 + (\sum R_{R3})^2} = \sqrt{25.08^2 + 11.19^2} = 27.46 \text{ мОм}$$

Действующее значение тока КЗ для точка К3:

$$I_{R3} = \frac{U_c \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum X_{R3})^2 + (\sum R_{R3})^2}} = \frac{0.4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{25.08^2 + 11.19^2}} = 8.42 \text{ кА}$$

Ударный ток короткого замыкания в точке К3:

$$I_{y K3} = I_{K3} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (k_y - 1)^2} = 8.42 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (2.24 - 1)^2} = 9.4 \text{ кА}$$

$$\frac{\sum X_{R3}}{\sum R_{R3}} = \frac{25.08}{11.19} = 2.24 \quad k_{y2} = 2.24$$

Постояния ток :

$$\sum I_{\text{НОМ}} = \frac{\sum P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{477}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.95 \cdot 2.24} = 0.34 \text{ кА}$$

Точка пинает К3-текущие мгновенные значения:

$$i_{\dot{o}} = \hat{e}_{\dot{o}} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K3} + 6.5 \cdot \sum I_{\text{НОМ}} = 1.03 \cdot \sqrt{2} \cdot 8.42 + 6.5 \cdot 0.34 = 14.69 \text{ кА}$$

Точки КЗ	$\sum R_{Ri}$ мОм	$\sum X_{Ri}$ мОм	$\sum Z_{Ri}$ мОм	I_R кА	I_y кА	$\hat{e}_{\dot{o}}$	$i_{\dot{o}}$ кА
К1	4.1	7.92	8.91	25.92	28.6	1.01	40.79
К2	11.15	25.03	27.40	8.43	9.3	1.05	14.69
К3	11.19	25.08	27.46	8.42	9.4	1.03	14.69

5.1 Построение карты селективности действия аппаратов защиты

Карта селективности защитного устройства построена в логарифмической системе координат и служит для проверки правильности выбора защитных устройств. Применяются карты селективности:

Номинальные и пусковые токи электроприемника;

- номинальный и максимальный ток распределительного шкафа;
- номинальный и пиковый ток подстанции;
- защитные характеристики защитных устройств (выключателей и предохранителей);
- значения токов короткого замыкания в сети 0,4 кВ

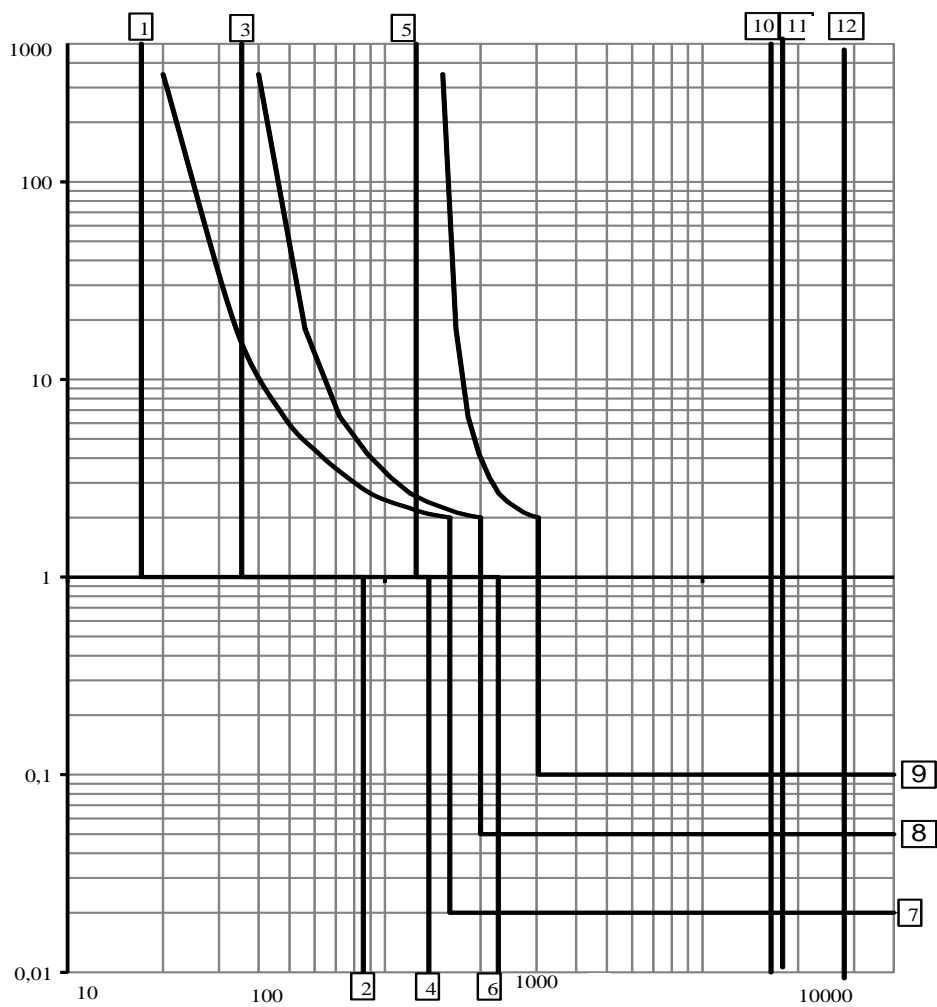
Таблица 5.1. – Данные нагрузки и аппаратов защиты для построения карты селективности

<i>Узел нагрузки</i>	<i>ТП</i>	<i>ПР1</i>	<i>ЭП №68А</i>	
Расчетный ток $I_{\text{м}}, А$		477		
Пиковый ток $I_{\text{пик}}, А$		3071		
Номинальный ток $I_{\text{ном}}, А$	–		201	
Пусковой ток $I_{\text{пуск}}, А$	–		1004	
Ток КЗ $I_{\text{к}}, А$			4277,0	
<i>Тип аппарата</i>	<i>ВА83-41</i>	<i>ВА83 – 41</i>	<i>ВА57 – 35</i>	
Условия срабатывания по току				
– при перегрузке $I_{\text{ном.расп}}, А$		1600	250	
– при КЗ $I_{\text{к}}, А$		3200,0	1500,0	
Условия срабатывания по времени				

Обозначения на карте селективности:

- 1 – номинальный ток ЭП;
- 2 – пусковой ток ЭП;
- 3 – расчетный ток ПР1;
- 4 – пиковый ток ПР1;
- 5 – расчетный ток ТП;
- 6 – пиковый ток ТП;

7 – защитная характеристика автоматического выключателя ВА83-41
 8 – защитная характеристика автоматического выключателя ВА83-41;
 9 – защитная характеристика автоматического выключателя ВА57-35;
 10, 11, 12, 13 – значения токов короткого замыкания в точках К3, К2 и К1 соответственно.



6. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций

Предварительный выбор числа и мощности цеховых трансформаторов, одновременно должен решаться вопрос о степени надежности, экономически целесообразности величины реактивной мощности, передаваемой через трансформаторы в сеть напряжением до 1кВ и потребляемой высоковольтными асинхронными двигателями.

Обогащительная фабрика относится ко второй категории по надежности и степени бесперебойности электроснабжения.

ПУЭ рекомендует широко применять "складской" резерв трансформаторного парка, однако в настоящее время это экономически не выгодно по причине лишних затрат на покупку резервного оборудования и дополнительного налогообложения неиспользованных основных фондов.

Электроснабжение завода будем производить от двух отдельно работающих трансформаторов, с допущением перерыва в электроснабжении на время, необходимое для включения резервного питания с помощью АВР.

Пример расчёта для Фильтровально-сушильного отделения:

$$S_{p.нагр} = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = 6607,4 \text{ кВА} \quad (6.1)$$

Мощность трансформатора ГПП $S_{н.тр}$, кВА, определим по формуле:

$$S_{ном.тр} = \frac{S_{p.нагр}}{\beta_{ТР} \cdot N_0} = \frac{6607}{0,7 \cdot 2} = 4719 \text{ кВА}, \text{ так как часть нагрузки снимается с}$$

обеспечения энергией от сети, мы можем заменить трансформаторы на ГПП на менее мощные.

где β_T – коэффициент загрузки трансформатора ГПП, принимаем $\beta_T = 0,7$ (для потребителей I и II категорий)

На основании выполненного расчета примем к рассмотрению два варианта мощности трансформаторов:

- вариант 1 – трансформаторы с номинальной мощностью

4000 кВА;

- вариант 2 – трансформаторы с номинальной мощностью 6300 кВА.

Вариант 1: $S_{\text{ном.тр.}} = 4000$ кВА

$$S_{\text{рГПП}} < 1,4S_{\text{ном.т1}} \quad (6.2)$$

$$6604\text{кВА} < 1,4 \cdot 4000 = 5600 \text{ кВА}$$

Проверка не выполняется

Вариант 2: $S_{\text{ном.тр.}} = 6300$ кВА

$$S_{\text{рГПП}} < 1,4S_{\text{ном.т1}}$$

$$6604\text{кВА} < 1,4 \cdot 6300 = 8820 \text{ кВА}$$

Проверка выполняется

Исходя из полученной расчетной мощности трансформатора ГПП принимаем к установке два трехфазных трансформатора с регулированием напряжения под нагрузкой и системой охлаждения типа «М» ТМН-6300/10/0,4

В послеаварийном режиме коэффициент загрузки трансформатора находим по формуле:

$$\beta_{\text{т}} = \frac{S_{\text{р.нагр}}}{S_{\text{ном.тр}}} = \frac{6607,4}{6300} = 1,048 \quad (6.2)$$

Перегрузка 4,8%

Результаты расчета и параметры трансформаторов приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 Приведение результатов расчета и параметры трансформаторов

Наименование цеха	Мощность цеха S_p^H	Категория потребителей	Мощность выбранного трансформатора
ФСО	6607,4	II	2(6300кВА)

Таблица 6.2 – Расчетные характеристики трансформаторов

Тип	Потери холостого хода ΔP_{xx} , кВт	Потери короткого замыкания $\Delta P_{кз}$, кВт	Ток холостого хода I_{xx} , %	Напряжение короткого замыкания $u_{кз}$, %	Капитальные затраты, тыс.у.е.
ТМ Н-6300/10	7,4	6,5	0,8	7,5	21.2

7. Выбор сечения проводников в сети напряжением выше 1000В

Сечение кабельных линий выбирается по экономической плотности тока. Экономически целесообразное сечение определяется из выражения:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{j_{\text{ЭК}}} \quad (6.3)$$

где I_p – расчётный ток установки, А;

$j_{\text{ЭК}}$ – нормированное значение экономической плотности тока, А/мм².

Выбора кабеля для линии (ГПП –ТП):

Определяем

$$I_p = \frac{S_{\text{н.тр}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{6300}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 182 \text{ А}$$

Определяем

$$I_{\text{ав.р.}} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 182 = 364 \text{ А}$$

Для наших расчетов, при использовании кабелей из сшитого полиэтилена с медными жилами, примем величину $j_{\text{ЭК}} = 2,5$ (А/мм²).

Рассчитаем экономически целесообразное сечение:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{182}{2,5} = 72,8 \text{ мм}^2$$

Используя справочную литературу[сайт RusCable.Ru], выбираем кабель марки ПвБВнг(А)-LS (3×95), с длительным током. $I_{\text{доп}} = 330 \text{ А}$

Установка распределительного устройства позволит нам сократить

протяженность кабельных линий от ГПП до потребителя. Учитывая поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом на кабельной полке k_{np}

Минимально возможное сечение проводов рассчитывается по условию нагрева расчетным током:

$$I_p \leq I_{доп},$$
$$330 \text{ А} > 178 \text{ А}$$

Выбранное сечение необходимо проверить:

1. По условию нагрева послеаварийным током:

$$I_{p \text{ п.ав}} \leq 1,3I_{доп},$$

Расчетный ток в послеаварийном режиме:

$$I_{ав.р.} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 182 = 364 \text{ А}$$
$$364 \text{ А} < 1,3 \cdot 330 = 429 \text{ А}$$

Для $F=95 \text{ мм}^2$ условия по нагреву расчетным и послеаварийным током выполняются.

2. По условию механической прочности:

По условиям механической прочности на воздушных линиях напряжением более 1000В могут применяться сталеалюминевые провода сечением не менее 25 мм^2 – требование выполняется:

$$F_{прин} = 95 \text{ мм}^2 > F_{мин} = 25 \text{ мм}^2.$$

8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСКРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Темой ВКР является «Оптимизация системы электроснабжения Фильтровально-сушильное отделение.».

Объект исследования: Горный обогатительный комбинат «Предприятия Эрдэнэт». Город Эрдэнэт в Монголии.

В данной работе рассматриваемся возможность оптимизация системы электроснабжения Фильтровально-сушильное отделение. Результатом реализации данных мероприятий, помимо технических преимуществ, является экономический эффект связанный со снижением стоимости оплаты потерь электроэнергии связанных с электродвигателем системы электроснабжения. В данном разделе произведем сравнение технологических решений рассматриваемых в основной части пояснительной записки, подсчет и обоснование капитальных затрат и расчет основных показателей экономической эффективности.

Предприятие работает в сложных условиях:

1. Цена на продукцию формируется на биржах металлов и не зависит от предприятия.
2. Постоянно ухудшается качество руды и повышаются затраты на её добычу.
3. Из – за неблагоприятной ситуации на рынке предприятие вынуждено осуществлять торговлю через посредников.

Как следствие всех этих условий предприятие может получать дополнительную прибыль лишь за счет снижения себестоимости путем оптимизации производственного процесса и жесткой экономии средств.

8.1 Структура работы в рамках технического проектирования

Для того, чтобы осуществить проектирование, рабочая группа сформирована, которая включает в себя руководителя и ведущий инженер. Он составляет список этапов и работ в рамках проекта, и выполняет распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по данным видам работ приведены в таблице 8.1

Таблица 8.1 – План разработки выполнения этапов проекта

Этапы проектирования	Перечень выполняемых работ	Исполнители
1	Разработка технического задания	Руководитель Инженер
2	Ознакомление производственной документацией. Сбор и изучение исходных данных. Постановка задачи работникам	Руководитель Инженер
3	Расчет электрических нагрузок по цеху	Инженер
4	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Инженер
5	Построение картограммы нагрузок	Инженер
6	Выбор трансформаторов цеховых ПС. Расчет потерь в трансформаторах	Инженер
7	Выбор трансформаторов ГПП. Техико – экономический расчет схемы внешнего электроснабжения	Руководитель Инженер
8	Расчет внутривозводской сети предприятия	Инженер
9	Расчет токов КЗ в сети выше 1000В.	Инженер
10	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В.	Инженер
11	Расчет схемы электроснабжения цеха	Руководитель Инженер
12	Выбор электрооборудования в сети ниже 1000 В.	Инженер
13	Расчет токов КЗ в сети ниже 1000В.	Инженер
14	Расчет эпюр отклонений напряжения	Инженер
15	Расчет релейной защиты и автоматики	Инженер
16	Численные методы расчета (с помощью ЭВМ)	Инженер
17	Составление расчетно – пояснительной записки	Руководите инженер
18	Чертежные работы	Руководите инженер

8.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Сложность работы оценивается экспертно в человеко-днях и носит вероятностный характер, поскольку зависит от многих сложных факторов. Для определения ожидаемой (средней) стоимости трудозатрат используется следующая формула:

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3 \cdot t_{\text{mini}} + 2 \cdot t_{\text{maxі}}}{5} \quad (8.1)$$

где $t_{\text{ожі}}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы, чел.–дн.

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.–дн.; $t_{\text{maxі}}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы (пессимистическая оценка: в предложении более неблагоприятной стечения обстоятельств), чел.–дн.

Исходя из ожидаемого уровня рабочей силы, который определяет продолжительность каждой работы в рабочие дни. Такой расчет необходим для разумного расчета заработной платы. Значение ожидаемой трудоемкости работы:

$$T_{\text{рі}} = \frac{t_{\text{ожі}}}{\text{Ч}_i} \quad (8.2)$$

$T_{\text{рі}}$ – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{\text{ожі}}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы, чел.–дн.;

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства составления календарного плана - графика, продолжительность этапов в рабочие дни пересчитывается в календарные дни и рассчитывается по формуле:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot K \quad (8.3)$$

T_{Ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ.дн.;

K – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности:

$$K = \frac{T_{кГ}}{T_{кГ} - T_{вд} - T_{пд}} \quad (8.4)$$

$T_{кГ}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Число выходных и праздничных дней в 2017 году составляет 118.

Длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$K = \frac{365}{365 - 118} \approx 1,48$$

Удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$y_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \quad (8.5)$$

y_i – удельное значение каждой работы в %;

T_p – суммарная продолжительность этапов, раб.дн.

Результаты расчетов приведены в таблице 8.2

Таблица 8.2 – Временные показатели проекта

№ этапов	Исполнители	Продолжительность работы					
		tmin, чел-дн.	tmax, чел-дн.	тож, чел-дн.	Тр, раб-дн.	Тк, кал-дн.	Уi, %
1	Руководитель, инженер	2	3	2	2	4	3.42
2	Руководитель, инженер	1	3	2	1	1	1.28
3	инженер	2	4	3	3	4	3.99
4	инженер	3	4	3	3	5	4.84
5	инженер	2	3	2	2	4	3.42
6	инженер	1	3	2	2	3	2.56
7	Руководитель, инженер	2	6	4	2	3	2.56
8	инженер	4	5	4	4	7	6.27
9	инженер	5	7	6	6	9	8.26
10	инженер	2	3	2	2	4	3.42
11	Руководитель, инженер	3	5	4	2	3	2.71
12	инженер	3	5	4	4	6	5.41
13	инженер	2	3	2	2	4	3.42
14	инженер	2	4	3	3	4	3.99
15	инженер	7	10	8	8	12	11.68
16	инженер	15	20	17.00	17.00	25	24.22
17	Руководитель, инженер	3	5	4	2	3	2.71
18	Руководитель, инженер	7	10	8	4	6	5.84
	Итого	66	103	169	69	110	

8.3 Разработка графика Гранта

Цель плана - график проекта - эффективное планирование проекта.

Результат выполнения плана - расписание проекта - рабочий план проекта, который позволяет:

- получить точное и полное расписание проекта;
- учесть этапы, работы проекта и их результаты;
- учесть длительность работы по проекту;
- учесть необходимых исполнителей для реализации проекта.

Наиболее удобным и очевидным методом в настоящее время является создание Ганта.

На основе таблицы 8.3 составляется расписание. График построен для выполнения работы в рамках технического проекта, разбитого на месяцы и десятилетия (10 дней) на период написания ВКР. В то же время на графике работы выделяются различные цвета, в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. Построенный график показан на рис. 8,1

№	Вид работ	Исполни-тели	T _{Ki} кал. ди.	Продолжительность дней												
				февр			март			апрель			май			Июнь 110 дней
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Разработка технического задания	Руко-водитель Инженер	4													
2	Ознакомление производственной документацией. Сбор и изучение исходных данных. Постановка задачи работникам	Руково-дитель Инженер	1													
3	Расчет электрических нагрузок по цеху	Инженер	4													
4	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Инженер	5													
5	Построение картограммы нагрузок	Инженер	4													
6	Выбор трансформаторов цеховых ПС. Расчет потерь в трансформаторах	Инженер	3													
7	Выбор трансформаторов ГПП. Техничо – экономический расчет схемы внешнего электроснабжения	Руко-водитель, инженер	3													
8	Расчет внутривзаводской сети предприятия	Инженер	9													
9	Расчет токов КЗ в сети выше 1000В.	Инженер	7													
10	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В.	Инженер	4													
11	Расчет схемы электроснабжения цеха	Руко-водитель, инженер	3													
12	Выбор электрооборудования в сети ниже 1000 В.	Инженер	6													
13	Расчет токов КЗ в сети ниже 1000В.	Инженер	4													
14	Расчет эпюр отклонений напряжения	Инженер	4													
15	Расчет релейной защиты и автоматики	Инженер	22													
16	Численные методы расчета	Инженер	25													
17	Составление расчетно – пояснительной записки	Руко-водитель, инженер	3													
18	Чертежные работы	Руко-водитель, инженер	6													

Рисунок 8.1 – Диаграмма Гранта

На основании составленной диаграммы можно сделать вывод, что продолжительность работы составляет 110 дней, учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, фактическая продолжительность работы может быть меньше (при благоприятных обстоятельствах).

8.4 Определение капитальных затрат на приобретение и монтаж электрооборудования

Капитальные затраты на электрооборудование приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3- Капитальные затраты на электрооборудование

№ п/п	Наименование и тип электрооборудования	Ед. изм.	Кол -во единиц	Цена единицы оборудования, руб	Стоимость монтажа и транспортировки, руб	Капитальные затраты на единицу оборудования, руб	Общие капитальные затраты, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Трансформатор ТМН-6300/10	шт.	2	3000000	350000	6198000	12548000

№ п/п	Наименование и тип электрооборудования	Ед. изм.	Кол -во единиц	Цена единицы оборудования, руб	Стоимость монтажа и транспортировки, руб	Общие капитальные затраты, руб
1	2	3	4	5	6	8
6	ПвБВнг(А)-LS (3 ×95)	км	10	4000	2000	67800
7	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*4)	км	0,4	19312	3870	9200
8	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*16)	км	0,5	70155	5870	38012
9	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*35)	км	0,12	131906	6613	16622
10	Кабель силовой 0,4 кВ	км	0,05	141994	17400	31690

	АВРГ(3*50)					
11	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*150)	км	0.03	371557	39950	16400
12	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*240)	км.	0.02 5	571557	47400	17329
14	Автоматические выключатели ВА13-29	шт	27	2427	450	77679
15	Автоматические выключатели ВА74-40	шт	13	43700	840	579020
16	Автоматические выключатели ВА51-39	шт	3	3450	700	12450
17	Автоматические выключатели ВА57-35	шт.	52	2900	580	180960
Итого						1579683

№ п/п	Наименование и тип электрооборудования	Ед. изм.	Кол -во единиц	Цена единицы оборудования, руб	Стоимость монтажа и транспортировки, руб	Капитальные затраты на единицу оборудования, руб	Общие капитальные затраты, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
26	Пункты распределительные ПР8503	шт.	7	281400	117595	398995	2468390

8.5 Определение амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления на основе существующих ставок амортизации. Амортизационные отчисления доступности по формуле:

$$C_a = \sum_{i=1}^n P_{ai} \cdot K \quad (8.6)$$

где P_{ai} - коэффициент (норма) амортизации, 1/год;

Результаты расчёта суммарных годовых амортизационных отчислений представлены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 - Суммарные годовые амортизационные отчисления

№ п/п	Наименование и тип электрооборудования	Общие капитальные затраты К, руб	Коэффициент амортизации P_{ai} , 1/год	Амортизационные отчисления C_a , руб/год
1	2	3	4	5
1	Трансформатор ТМН-6300/10	600000	0,067	402532

№ п/п	Наименование и тип электрооборудования	Общие капитальные затраты К, руб	Коэффициент амортизации P_{ai} , 1/год	Амортизационные отчисления C_a , руб/год
1	2	3	4	5
2	ПвБВнг(А)-LS (3×95)	67800	0,028	33900
3	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*4)	9200	0,04	368,5
4	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*16)	38012	0,04	1520,48
5	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*35)	16622	0,04	664,88
6	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*50)	31690	0,04	1267,6
7	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*150)	16400	0,04	656,5
8	Кабель силовой 0,4 кВ АВРГ(3*240)	17329	0,04	693,04
9	Автоматические выключатели ВА13-29	77679	0,067	4738,4
10	Автоматические выключатели ВА74-40	579020	0,067	35320
	Пункты распределительные ПР8503	2468390	0.067	165382.13
	Итого	3922142		637134.1

8.6 Определение суммарных приведенных затрат на установку силового оборудования

Определите общие приведенные затраты на установку энергетического оборудования и экономический режим работы трансформаторов для варианта

Таблиц 8.5 - Параметры трансформаторов 10/0,4

Тип	Потери холостого хода ΔP_{xx} , кВт	Потери короткого замыкания $\Delta P_{кз}$, кВт	Ток холостого хода I_{xx} , %	Напряжение короткого замыкания $u_{кз}$, %	Капитальные затраты, тыс.у.е.
ТМН-6300/10/0,4	7,4	46,5	0,8	7,5	21,2

Реактивные потери холостого хода:

$$Q_{xx} = \left(I_{xx}, \% \frac{0,8}{100} \right) \cdot S_{HT} = 0,8/100 \cdot 6300 = 50,4 \text{кВар} \quad (8.6)$$

Реактивные потери короткого замыкания:

$$Q_{кз} = \left(U_{кз}, \% \frac{0,75}{100} \right) \cdot S_{HT} = 0,8/100 \cdot 6300 = 50,4 \text{кВар} \quad (8.7)$$

Приведённые потери короткого замыкания активной мощности

$$\Delta P'_{кз} = \Delta P_{кз} + K_{ЭК} \cdot Q_{кз} = 46,5 + 0,08 \cdot 50,4 = 50,5 \text{ кВт} \quad (8.8)$$

где $K_{ЭК} = 0,08$ - коэффициент потерь, называемый экономическим эквивалентом реактивной мощности.

Приведённые потери активной мощности при холостом ходе:

$$\Delta P'_{xx} = \Delta P_{xx} + K_{ЭК} \cdot Q_{xx} = 7,4 + 0,08 \cdot 50,4 = 11,4 \text{ кВт} \quad (8.9)$$

Полные потери в трансформаторах:

$$\Delta P_T = 2 \cdot (\Delta P'_{xx} + \beta^2 \cdot \Delta P'_{кз}) = 2(11,4 + 0,52^2 \cdot 50,5) = 50,11 \text{ кВт} \quad (8.10)$$

Где - коэффициент загрузки трансформатора

$$\beta = \frac{S}{2 \cdot S_{\text{нрм.тр}}} = \frac{6604}{2 \cdot 6300} = 0,52 \quad (8.11)$$

Суммарные потери мощности:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{т}} = 216,5 + 50,11 = 266,6 \text{ кВт} \quad (8.12)$$

Стоимость потерь:

$$C_{\text{п}} = C_0 \cdot \Delta P \cdot T_{\text{М}} = 0,8 \cdot 266,6 \cdot 5000 = 8,744 \text{ тыс. руб} \quad (8.13)$$

Потери электроэнергии:

$$\Delta W = \Delta P \cdot T_{\text{год}} = 2335,4 \text{ МВт} \quad (8.14)$$

Определим капитальные затраты

$$K_{\text{тр}} = 2 \cdot K_{6300} = 2 \cdot 21,2 = 42,4 \text{ тыс. руб} \quad (8.15)$$

Стоимость потерь электрической энергии

$$C_{\text{п6300}} = C_0 \cdot \Delta W_{6300} = 0,02 \cdot 2335,4 \text{ МВт} = 46708 \text{ тыс. руб} \quad (8.16)$$

Суммарные годовые эксплуатационные доходы:

$$C = C_{\text{А}} + C_{\text{п}} = 12,613 + 8,744 = 21,357 \text{ тыс. руб.} \quad (8.17)$$

Определяем срок окупаемости

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{C} = \frac{42,4}{21,357} = 3,3 \text{ лет} \quad (8.18)$$

Расчетный срок окупаемости равен нормативному, что составляет $T_{\text{н}} = 3-4$ года, поэтому оба варианта экономически эквивалентны. Однако, учитывая возможный будущий рост нагрузок окончательно принимаем к установке два трансформатора ТМ 6300/10.

Суммарные приведенные затраты на установку силового оборудования

$$Z_{\text{об}} = E_{\text{н}}^{\text{об}} \cdot K_{\text{тр}} + C_{\text{пот}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{обсл}} \quad (8.19)$$

Таблица 8.6 – Результаты расчета затрат на силовое оборудование

Трансформатор	Капитальные затраты, тыс. руб $K_{тр}$	Амортизационные отчисления, тыс. руб	Стоимость потерь, тыс. руб	Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб	Приведенные затраты, тыс. руб
ТМН-6300/10	42,4	5,99	8,77	12,6	69,76

Аналогичным методом рассчитываем потери и экономический режим работы трансформаторов 6300 класса напряжения 10 кВ. Так как трансформаторы установлены на понижающей подстанции 10/0,4 кВ, принимаем $k_э = 0,1$.

Принимаем вариант с использованием напряжения питающей линии 10 кВ и трансформаторами на ГПП мощностью 6300 кВА электроснабжение ФСО.

В результате сметно-экономического расчета была рассчитана сумма капитальных затрат на покупку оборудования и кабелей, а также амортизационные отчисления. Общие капитальные затраты составили 16596,073 тыс.руб, амортизационные отчисления – 646,675 тыс.руб.

Заключение

В данном дипломном проекте было спроектировано электроснабжение ФСО "Предприятие Эрдэнэт".

По исходным данным были определены расчетные нагрузки по предприятию методом коэффициента спроса и расчетные нагрузки Фильтровально-сушильно отделение (ФСО).

Построена картограмма нагрузок. Для выбора электрооборудования ТМН 6300/10/0,4 и были определены токи короткого замыкания

В качестве схемы электроснабжения была принята смешанная схема питания ФСО, выполненная кабелями марки АВРГ, проложенными в траншеях.

ТП питаются кабелями марки АВРГ сечением 35 и 240 мм².

Таким образом, выполнив поставленные задачи по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

При планировании технических работ был разработан график занятости для исполнителей проекта, составлена ленточная диаграмма Ганта, которая позволяет оценить и лучше спланировать рабочее время исполнителей. Общая продолжительность работ составляет 110 дней;

Произведена расчет заработной платы исполнителей;

Составлена смета технического проекта, которая позволила оценить первоначальный бюджет затрат на реализацию технического проекта. общая смета затрат составила рублей. 16596,073 тыс.руб тыс.руб.

Определение расчетных нагрузок Фильтровально-сушильного отделения

№ п/п	Наименование узлов питания и групп ЭП	Количество ЭП п	Установленная мощность		m= Pн.мах/ Pн.мин	Коэффициент использования Ки	cosφ / tgφ	Средняя нагрузка за максимумо загруженную смену		Эффективное число электроприемников	Коэффициент максимума Km	Максимальная нагрузка			Iном, А	Iпуск, А
			одного ЭП (наименьшего, наибольшего) Pн, кВт	общая Pн, кВт				Pсм=Ки*Pном кВт	Qсм=Pс*tg, кВар			Pм = KmPсм, кВт	Qм=Qсм при η>10, Qм=1,1Qсм при η≤10, кВар	Sм = (P ² + Q ²) ^{0.5} кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Шкаф распределительный ПР-1																
Электроприемники групп "Б" Ки >0,6																
1	Песковый насос	5	22-132	301		0,8	0,75	240	180		1	240				
2	Конвейер	1	11	11		0,8	0,75	8,8	6.6		8,8	11				
3	Гидро насос	1	2,2	2,2		0,8	0,75	1,76	1.32		1,76	2,2				
4	Питающей насос	1	18,5	18,5		0,8	0,75	14,8	11.1		14,8	18,5				
5	Компрессор	3	2,2-300	314,8		0,8	0,75	251,8	188.8		251,8	314,8				
6	Водовой насос	1	11	11		0,8	0,75	8,8	6.6		8,8	11				
7	Вертикальный насос	2	22	44		0,8	0,75	35,2	26,4		1	35,2				
	Итого на группе "Б"	14	2,2-132	702,5		0,8	0,75	562	421.5		1	562	421.5	936.6	1424,8	
Шкаф распределительный ПР-2																
Электроприемники групп "Б" Ки >0,6																

8	Конвейер	1	11	11		0,8	0,75	8,8	6.6			8,8				
9	Гидро насос	1	75	75		0,8	0,75	60	45			60				
10	Питающей насос	1	18,5	18,5		0,8	0,75	14.8	11.1			14.8				
11	Водовой насос	1	22	22		0,8	0,75	17,6	13.2			17,6				
12	Верг. Насос	1	22	22		0,8	0,75	17,6	13.2			17,6				
13	Песковыйнасос	8	22-132	379		0,8	0,75	303,2	227.4			303,2				
14	Компрессор	1	300	300		0,8	0,75	240	180			240				
	Итого на группе "Б"	14	11-132	827,5		0,8	0,75	662	496.5		1	662	496.5	1103	1678.3	
Шкаф распределительный ПР-3																
Электроприемники групп "Б" Ки >0,6																
15	Питающей насос	1	220	220		0,8	0,75	176	132			176				
16	Гидро насос	1	37	37		0,8	0,75	29.6	22.2			29.6				
17	Водовой насос	1	110	110		0,8	0,75	88	66			88				
18	Мешалка	1	22	22		0,8	0,75	17.6	13.2			17.6				
19	Конвейер	1	55	55		0,8	0,75	44	33			44				
20	Шнейк	4	11	44		0,8	0,75	35,2	26.4			35,2				
21	Электро печь	4	60	240		0,8	0,75	192	144			192				
	Итого на группе "Б"	13	11-220	728		0,8	0,75	582.4	436.8		1	582.4	436.8	970	1476,5	
Шкаф распределительный ПР-4																
Электроприемники групп "Б" Ки >0,6																
22	Питающей насос	1	220	220		0,8	0,75	176	132			220				
23	Гидро насос	1	37	37		0,8	0,75	29,6	22.2			37				
24	Водовой насос	1	110	110		0,8	0,75	88	66			110				
25	Мешалка	1	22	22		0,8	0,75	17,6	13.2			22				
26	Конвейер	1	55	55		0,8	0,75	44	33			55				
27	Вакуумный фильтр	1	8	8		0,8	0,75	6,4	4.8			8				
28	Верг.насос	1	22	22		0,8	0,75	17,6	13.2			22				
29	Сгуститель Мо	1	26	26		0,8	0,75	20,8	15.6			26				
30	Конвейер	2	11-37	48		0,8	0,75	38,4	28.8			48				
31	Вакуумная машина	1	110	110		0,8	0,75	88	66			110				

	Итого на группе "Б"	11	4-220	658		0,8	0,75	526,4	394,8		1	526,4	394,8	877,3	1334,5	
Шкаф распределительный ПР-5																
Электроприемники групп "Б" Ки >0,6																
32	Питающей насос	1	220	220		0,8	0,75	176	132			176				
33	Гидро насос	1	37	37		0,8	0,75	29,6	22,2			29,6				
34	Водовой насос	1	110	110		0,8	0,75	88	66			88				
35	Мешалка	1	11	11		0,8	0,75	8,8	6,6			8,8				
36	Конвейер	1	55	55		0,8	0,75	44	33			44				
37	Вакуумная машина	1	110	110		0,8	0,75	88	66			88				
38	Сгуститель Мо	1	26	26		0,8	0,75	20,8	15,6			20,8				
39	Верт. Насос	1	22	22		0,8	0,75	17,6	13,2			17,6				
40	Конвейер	1	37	37		0,8	0,75	29,6	22,2			29,6				
41	Шнейк	2	4-7,5	11,5		0,8	0,75	9,2	6,9			9,2				
42	Вакуумный фильтр	1	8	8		0,8	0,75	6,4	4,8			6,4				
	Итого на группе "Б"	12	4-220	647,5		0,8	0,75	518	388,5		1	518	388,5	863,3	1313,2	
Шкаф распределительный ПР-6																
Электроприемники групп "Б" Ки >0,6																
43	Сгуститель Сг	2	8	16		0,8	0,75	12,8	9,6			12,8				
44	Компрессор	1	300	300		0,8	0,75	240	180			240				
45	Песковый насос	6	30-132	310		0,8	0,75	276	207			276				
46	Верт. Насос	1	30	30		0,8	0,75	24	18			24				
	Итого на группе "Б"	10	11-300	656		0,8	0,75	524,8	393,6		1	524,8	393,6	874,6	1330,4	
Шкаф распределительный ПР-7																
Электроприемники групп "Б" Ки >0,6																
47	Сгуститель Сг	1	8	8		0,8	0,75	6,4	4,8			6,4				
48	Компрессор	1	300	300		0,8	0,75	240	180			240				
49	Песковый насос	4	45-132	354		0,8	0,75	276	207			276				
50	Верт. Насос	1	75	75		0,8	0,75	60	45			60				
	Итого на группе "Б"	7	8-300	737		0,8	0,75	589,6	442,2		1	589,6	442,2	982,6	1494,7	

Приложение Б

Таблица 4.2

№	Приемник	$P_{ном}$	$I_{ном}$	$I_{пуск}$	$I_{2,5 \cdot I_{ном}}$	$I_{1,5 \cdot I_{пуск}}$	Автомат				$K_{пр}$	$K_3 \cdot I_3 / K_n$	Кабль	
							K	$I_{мен}$ л	$I_{о.э}$	$T_{уп}$			$I_{доп}$	Марка
		кВт	А	А	А	А	-	А	А	-	А	А	А	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ПР-1														
2	Конвейер №64	11	16,7	83,6 5	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
3	Гидро насос №101	2,2	3,34	16,7	4,1	25,05	6	5	40	BA13-29	1	5	6	ABPГ(3*1)
4	Питающий насос №110	18,5	27,75	138, 7	34,68	208,05	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
5	Компрессор № 7	12,6	19,6	95,8	24,5	143,7	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
6	Компрессор № 7А	2,2	3,34	16,7	4,1	25,05	6	5	40	BA13-29	1	5	6	ABPГ(3*1)
7	Водовой насос №120	11	16,7	83,6 5	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
3	Верт. насос №79	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
4	Верт. насос №78	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
5	Компрессор №6	300	456,3	2282	570,3	3422,5	6	625	3750	BA74-40	1	625	1600	ШЗК-0,4-1600-51
6	Песковый насос №68	55	83,66	418, 3	104,5	627,5	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
7	Песковый насос №70	55	83,66	418, 3	104,5	627,5	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
8	Песковый насос №72	37	56,2	281, 4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
9	Песковый насос №74	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
10	Песковый насос №78	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
11	Песковый насос №68А	132	201	1004	251	1506	6	250	1500	BA57-35	1	250	250	ABPГ(3*150)

ПР-2														
12	Конвейер №65	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
13	Гидро насос №87	75	114	570	142,5	855	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
14	Питающий насос №89	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
15	Водовой насос №88	18,5	27,75	138,7	34,68	208,05	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
16	Верт. насос №92	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
17	Компрессор №5	300	456,3	2282	570,3	3422,5	6	625	3750	BA74-40	1	625	1600	ПЗК-0,4-1600-51
18	Песковый насос 69А	132	201	1004	251	1506	6	250	1500	BA57-35	1	250	250	ABPГ(3*150)
19	Песковый насос 90	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
20	Песковый насос 91	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
21	Песковый насос 73	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
22	Песковый насос 75	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
23	Песковый насос 69	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
24	Песковый насос №78	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
25	Песковый насос №71	55	83,66	418,3	104,5	627,5	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
ПР-3														
26	Питающий насос №95	220	334,6	1673	418,2	2509,5	6	400	2000	BA51-39	1	400	428	ABBPГ(3*240)
27	Гидро насос №93	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
28	Водовой насос №94	110	167	836,5	209	1255	6	250	1500	BA13-29	1	250	250	ABPГ(3*150)
29	Мешалка №65	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPГ(3*16)
30	Конвейер №54	55	83,66	418,3	104,5	627,5	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
31	Шнейк №1	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
32	Шнейк №2	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
33	Шнейк №3	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
34	Шнейк №4	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
35	Электро печь №1	60	90	450	112,5	675	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
36	Электро печь №2	60	90	450	112,5	675	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
37	Электро печь №3	60	90	450	112,5	675	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
38	Электро печь №4	60	90	450	112,5	675	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
ПР-4														

39	Питающий насос №85	220	334,6	1673	418,2	2509,5	6	400	2000	BA51-39	1	400	428	ABBPG(3*240)
40	Гидро насос №86	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPG(3*35)
41	Водовой насос №84	110	167	836,5	209	1255	6	250	1500	BA13-29	1	250	250	ABPG(3*150)
42	Мешалка №64	22	33,4	167	41,75	250,5	6,0	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPG(3*16)
43	Конвейер №53	55	83,66	418,3	104,5	627,5	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPG(3*50)
44	Вакуумный фильтр №25	8	12	60	15	90	6	15	90	BA13-29	1	15	19	ABPG(3*2,5)
45	Сгуститель Мо №1	26	39	195	48,75	292,5	6	63	378	BA57-35	1	63	75	ABPG(3*25)
46	Вакуумная машина №18	110	167	836,5	209	1255	6	250	1500	BA13-29	1	250	250	ABPG(3*150)
47	Конвейер №60	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPG(3*4)
48	Верт. насос №76	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPG(3*16)
49	Конвейер №61	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPG(3*35)
ПР-5														
50	Питающий насос №85А	220	334,6	1673	418,2	2509,5	6	400	2000	BA51-39	1	400	428	ABBPG(3*240)
51	Гидро насос №86А	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPG(3*35)
52	Водовой насос №84А	110	167	836,5	209	1255	6	250	1500	BA13-29	1	250	250	ABPG(3*150)
53	Конвейер №59А	55	83,66	418,3	104,5	627,5	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPG(3*50)
54	Мешалка №65	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPG(3*4)
55	Конвейер №62	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPG(3*35)
56	Вакуумная машина №20	110	167	836,5	209	1255	6	250	1500	BA13-29	1	250	250	ABPG(3*150)
57	Верт. насос №77	22	33,4	167	41,75	250,5	6	50	250	BA57-35	1	50	60	ABPG(3*16)
58	Вакуумный фильтр №26	8	12	60	15	90	6	15	90	BA13-29	1	15	19	ABPG(3*2,5)
59	Сгуститель Мо №2	26	39	195	48,75	292,5	6	63	378	BA57-35	1	63	75	ABPG(3*25)
60	Шнейк №5	4	6	30	7,6	11,4	3	8	25	BA13-29	1	8	19	ABPG(3*2,5)
61	Шнейк №6	7,5	11,4	57	14,25	85,5	6	15	90	BA13-29	1	15	19	ABPG(3*2,5)
ПР-6														
62	Сгуститель Сг №1	8	12	60	15	90	6	15	90	BA13-29	1	15	19	ABPG(3*2,5)
63	Сгуститель Сг №2	8	12	60	15	90	6	15	90	BA13-29	1	15	19	ABPG(3*2,5)
64	Верт. насос №19	30	45,6	228	57	342	6	63	378	BA57-35	1	63	75	ABPG(3*25)
65	Компрессор №9	300	456,3	2282	570,3	3422,5	6	625	3750	BA74-40	1	625	1600	ШЗК-0,4-1600-51
66	Песковый насос №1	132	201	1004	251	1506	6	250	1500	BA57-35	1	250	250	ABPG(3*150)
67	Песковый насос №2	30	45,6	228	57	342	6	63	378	BA57-35	1	63	75	ABPG(3*25)
68	Песковый насос №5	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPG(3*35)
69	Песковый насос №3	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPG(3*35)
70	Песковый насос №4	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPG(3*35)

71	Песковый насос №6	37	56,2	281,4	70,25	422	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
ПР-7														
72	Сгуститель Сг №3	8	12	60	15	90	6	15	90	BA13-29	1	15	19	ABPГ(3*2,5)
73	Верт. насос № 20	75	114	570	142,5	855	8	100	800	BA57-35	1	100	110	ABPГ(3*50)
74	Компрессор №10	300	456,3	2282	570,3	3422,5	6	625	3750	BA74-40	1	625	1600	ШЗК-0,4-1600-51
75	Песковый насос №8	132	201	1004	251	1506	6	250	1500	BA57-35	1	250	250	ABPГ(3*150)
76	Песковый насос №9	132	201	1004	251	1506	6	250	1500	BA57-35	1	250	250	ABPГ(3*150)
77	Песковый насос №10	45	67,5	337,5	84,3	506,25	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
78	Песковый насос №11	45	67,5	337,5	84,3	506,25	6	80	480	BA57-35	1	80	90	ABPГ(3*35)
79	Шнек №4	11	16,7	83,65	20,9	125,5	6	25	150	BA13-29	1	25	27	ABPГ(3*4)
80	Шнек №5	4	6	30	7,6	11,4	3	8	25	BA13-29	1	8	19	ABPГ(3*2,5)
81	Шнек №6	7,5	11,4	57	14,25	85,5	6	15	90	BA13-29	1	15	19	ABPГ(3*2,5)

Приложение В

Таблица 4.3

	Участок	$I_p/I_{пик}$	$1,1 \cdot I_p$	$1,5 \cdot I_{пик}$	Автомат			способ прокладки	$K_{пр}$	$Kз \cdot Iз / Kпр$	Кабль	
					K	$I_{тепл} / I_{о.э}$	Тип				Доп	Марк
		$кВт$	A	A	-	A	-		A			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	ТП-РП-1	477/3071	524,7	4606,7	5	1000/3000	ВА83-41		1	1000	1600	ШЗК-0,4-1600-51 У3
2	ТП-РП-2	2185,6/4102	2404	5127,5	2	3000/6000	ВА74-45		1	3000	4000	ШЗК-1,2-4000-81
3	ТП-РП-3	143,4/844,3	157,74	1056	10	160/1600	ВА51-33		1	160	1600	ШЗК-0,4-1600-51 У3
4	ТП-РП-4	1080,5/2485,8	1188,5	3107,2	2	1600/3200	ВА53-43		1	1600	1600	ШЗК-0,4-1600-51 У3
5	ТП-РП-5	347,5/699	382,2	873,7	3	400/1200	ВА83-41		1	400	1600	ШЗК-0,4-1600-51 У3
6	ТП-РП-6	462,2/1306,8	508,4	1633,5	3	625/1875	ВА74-40		1	630	1600	ШЗК-0,4-1600-51 У3
7	ТП-РП-7	676,4/1406,3	744	1825,3	3	800/2400	ВА74-40		1	800	1600	ШЗК-0,4-1600-51 У3

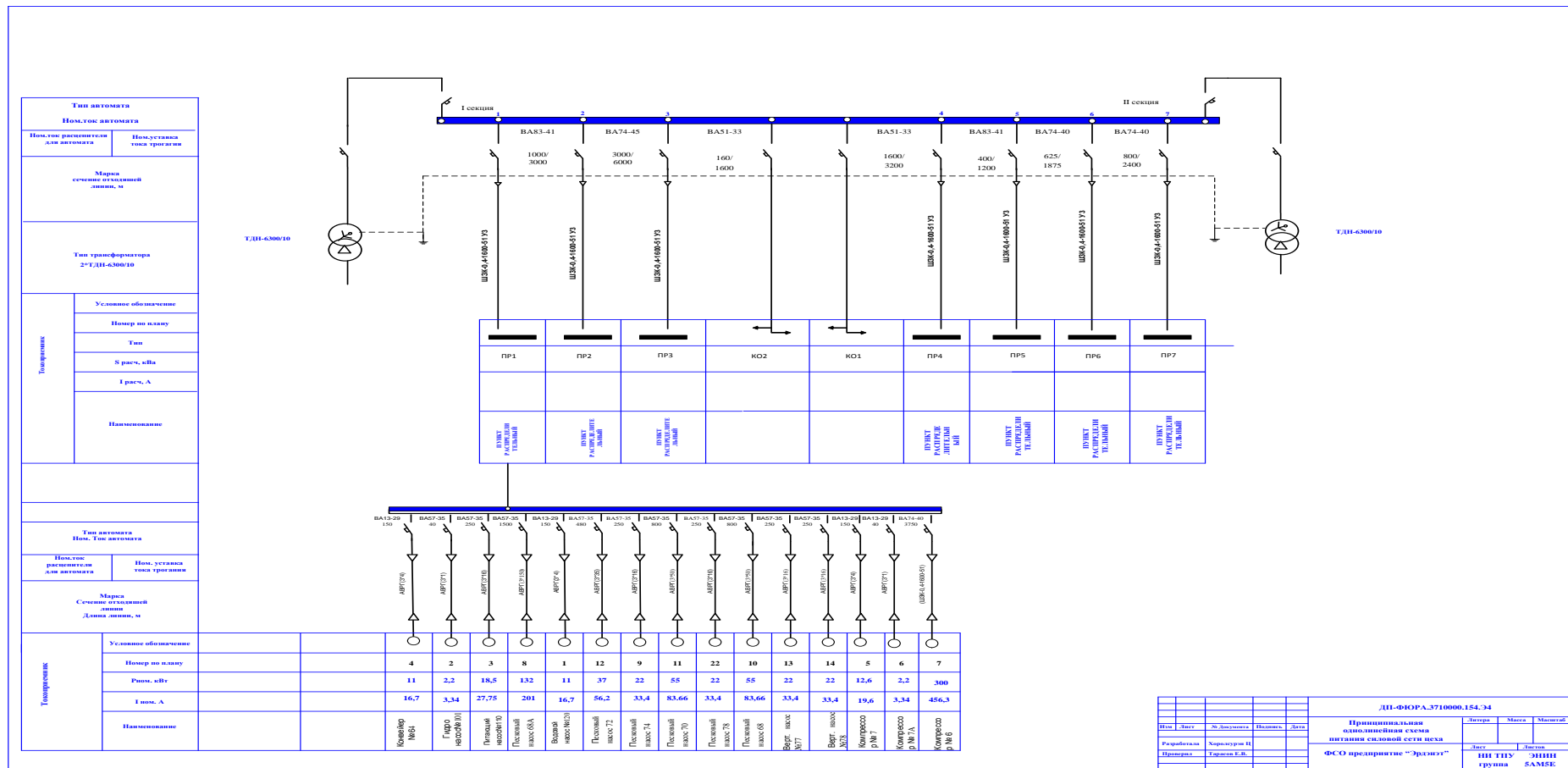


Рис 1. Однолинейная схема в ФСО