

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



Институт Электронного обучения
Специальность 140211.65/Электроснабжение
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы электроснабжения перевалопогрузочного комплекса морского порта

УДК 621.31:627.35-047.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301	Перемыкин Василий Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кабышев А.В.	д.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Молниезащита ГПП»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кабышев А.В.	д.ф.-м.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о.зав. кафедрой	Завьялов В.М.	д.т.н.		

Томск – 2016 г.



Институт Электронного обучения
 Направление подготовки (специальность) 140211.65/Электроснабжение
 Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

УТВЕРЖДАЮ:
 И.о.зав. кафедрой
 _____ В.М. Завьялов
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

дипломного проекта

 (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Группа	ФИО
3-9301	Перемыкин Василий Сергеевич

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения перевалопогрузочного комплекса морского порта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	ИнЭО от 22.04.2016 г. №3148/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	июнь 2016 года
--	----------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(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.).</i>	Получены по материалам преддипломной практики
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>	<ol style="list-style-type: none">1. Общие сведения о предприятии2. Определение расчетной нагрузки цеха3. Определение расчетной нагрузки предприятия4. Картограмма и определение центра электрических нагрузок5. Схема внешнего электроснабжения6. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов7. Компенсация реактивной мощности8. Схема внутривзаводской сети выше 1000 В9. Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В

	10. Выбор и проверка оборудования в сети выше 1000 В 11. Электроснабжение цеха 12. Выбор защитных аппаратов и сечений линий, питающих распределительные пункты и электроприемники 13. Построение эпюры отклонения напряжения 14. Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В 15. Построение карты селективности действия аппаратов защиты 16. Молниезащита 17. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 18. Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Генплан предприятия. Распределение электроэнергии 2. Картограмма нагрузок 3. Схема электрическая принципиальная 4. Схема силовой сети ремонтно-механического цеха 5. Электроснабжение ремонтно-механического цеха. Однолинейная схема 6. Эпюра отклонения напряжения. Карта селективности.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Молниезащита ГПП	Профессор, д.ф.-м.н., Кабышев А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель, Кузьмина Н.Г.
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н., Амелькович Ю.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10 марта 2016 года
---	--------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Кабышев А.В.	д.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301	Перемыкин Василий Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 164 с., 20 рис., 21 табл., 39 источников, 6 прил.

Ключевые слова: генплан, оборудование, цех, схема электроснабжения, линия, сеть, электроприемник, трансформатор, кабель, нагрузка, защита, коэффициент, ток, напряжение, мощность, сопротивление.

Объектом исследования является электрическая часть перевалопогрузочного комплекса ОАО «Восточный порт».

Цель работы – проектирование системы электроснабжения перевалопогрузочного комплекса морского порта.

В процессе исследования проводился сбор исходных данных в ходе производственной практики на объекте исследования.

В результате была спроектирована схема электроснабжения от подстанции энергосистемы, до конечного электроприемника. Были выбраны кабели и провода, коммутационное оборудование. Также был произведен экономический расчет капитальных затрат на сооружение данной схемы, определены условия безопасности и гигиены труда рабочих предприятия.

Основные характеристики: схема электроснабжения состоит из воздушных и кабельных линий электропередачи, силового оборудования. Воздушная линия располагается на опорах, кабельные линии – на эстакадах и лотках. Схема проста в эксплуатации и надежна по степени бесперебойности питания, пригодна к эксплуатации.

Значимость проектирования системы электроснабжения очень высокая, так как от правильной ее работы зависит работа всего предприятия.

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Содержание	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	3
Консулат.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ	9
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	14
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА	19
3 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ	25
3.1 Определение расчетной нагрузки предприятия в целом	25
3.2 Картограмма и определение центра электрических нагрузок	30
3.3 Составление схемы внешнего электроснабжения	34
3.4 Выбор мощности силовых трансформаторов на ГПП	36
3.5 Выбор сечения линии, питающей ГПП	39
3.6 Техничко-экономическое сопоставление вариантов системы электроснабжения	43
3.7 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций	48
3.8 Компенсация реактивной мощности	52
3.9 Схема внутриводской сети 10 кВ	55
3.10 Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В	59
4 ВЫБОР И ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ В СЕТИ ВЫШЕ 1000 В	64
4.1 Выбор выключателей и разъединителей	64
4.2 Выбор измерительных трансформаторов тока	67
4.3 Выбор измерительных трансформаторов напряжения	69
4.4 Учет электрической энергии	71
5 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА	76
5.1 Распределение приемников по пунктам питания	76
5.2 Выбор защитных аппаратов и сечений линий, питающих распределительные пункты и электроприемники	82
5.3 Построение эпюры отклонения напряжения	90
5.4 Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В	97
5.5 Построение карты селективности действия аппаратов защиты	99
6 МОЛНИЕЗАЩИТА ГПП	104

6.1 Выбор высоты молниеотводов	105
6.2 Определение границ зоны защиты	106
6.3 Определение надежности защиты подстанции от ПУМ	107
6.4 Расчет заземления молниеотводов	109
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	115
7.1 Смета затрат на проектирование	116
7.2 Смета затрат на электрооборудование	122
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	128
8.1 Производственная безопасность	129
8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов	129
8.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата	129
8.1.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте	132
8.1.1.3 Повышенный уровень вибрации	133
8.1.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений	134
8.1.1.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны	135
8.1.2 Анализ выявленных опасных факторов	139
8.1.2.1 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	139
8.1.2.2 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	144
8.2 Экологическая безопасность	147
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	149
8.3.1 ЧС. Основные причины и ликвидация последствий	149
8.3.2 Пожар	151
8.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	157
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	160

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Введение	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабьшев А.В.					1	5
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

ВВЕДЕНИЕ

Целью дипломного проекта является проектирование системы электроснабжения перевалопогрузочного комплекса ОАО «Восточный порт», используя при проектировании реальные данные предприятия (генплан предприятия, план цеха, сведения об электрических нагрузках), детально проработать систему электроснабжения приемников в здании ремонтно-механического цеха, сделать выводы.

Акционерное общество «Восточный Порт» - крупнейшая стивидорная компания России, специализирующаяся на перевалке угольной продукции. В 2015 году грузооборот АО «Восточный Порт» составил 21,84 млн. тонн – порядка 19% от грузооборота всех угольных портов Российской Федерации.

Порт расположен на юге Приморского края в заливе Находка, бухте Врангеля. Сохранение уникальной местной флоры и фауны – одна из приоритетных задач стивидорной компании. Незамерзающая гавань и глубины, достигающие на фарватере 22 метров позволяют заходить в порт крупнотоннажным судам типа capsizedедвейтом 150 тысяч тонн и более.

Железнодорожные и автомобильные подходы обеспечивают АО «Восточный Порт» выход на важнейшие магистральные дороги страны. Через припортовую железнодорожную станцию "Находка-Восточная" порт связан с Транссибирской железнодорожной магистралью, которая вместе с дальневосточными портами образует уникальный транспортный мост между Европой и Азией.

Основной груз АО «Восточный Порт» – каменный уголь, добываемый в Кузбассе. В настоящее время стивидорная компания работает с экспортным направлением.

Среди грузополучателей – страны Азиатско-Тихоокеанского региона. На протяжении нескольких лет лидирующие позиции сохраняют страны-импортеры: Южная Корея, Япония и Китай.

В структуру АО "Восточный Порт" входит ряд вспомогательных подразделений, собственный Портовый флот и два производственно-перегрузочных комплекса. Первый – единственный в Приморском крае специализированный Угольный комплекс с системой конвейерного оборудования и станцией разгрузки вагонов. Уровень автоматизации достигает 98,9%. Мощность перевалки – 14,2 млн. т. в год. Второй - Универсальный производственный перегрузочный комплекс специализируется на грейферной перевалке угля, его мощность составляет 3 млн. т. в год.

Оба перегрузочных комплекса в 2015 году вышли на абсолютно новые качественные показатели. Эти результаты достигнуты благодаря реализации программы модернизации и обновления оборудования, которая разработана специалистами АО «Восточный Порт» совместно с ООО «Управляющая портовая компания». Данная программа рассчитана на период с 2011-го по 2016-й год. В ее рамках уже обновлен ряд специализированного оборудования: вагоноопрокидыватель, судопогрузочная машина, крановая техника, погрузчики, телескопический ленточный конвейер и многое другое. Ведется работа по совершенствованию складской логистики: строятся дополнительные железнодорожные пути и складские площадки.

Расположение Порта в промышленной зоне, удаленно от жилых массивов, позволяет компании расти и развиваться.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УГОЛЬНЫЙ ПЕРЕВАЛО- ПОГРУЗОЧНЫЙ КОМПЛЕКС

Специализированный Угольный комплекс с системой конвейерного оборудования и станцией разгрузки вагонов обрабатывает более 80% от всего грузооборота компании, это более 14 млн. т. в год. 28 декабря отмечают день рождения комплекса, так как именно в этот день в 1978 году была сдана в эксплуатацию его первая очередь.

К пирсу Угольного комплекса могут вставать под погрузку одновременно несколько судов. Здесь швартуются балкеры дедвейтом 150 тысяч тонн. 4 склада комплекса общей вместимостью 600 тыс. тонн позволяют

сформировать от 25 до 35 отдельных штабелей и одновременно хранить до 30 различных марок углей.

Угольный комплекс АО «Восточный Порт» оснащен оборудованием и техникой от ведущих японских, европейских, а также американских производителей. Четыре судопогрузочные машины, станция разгрузки вагонов с двумя тандемными вагонопрокидывателями, комплекс конвейерного оборудования, два стакера и четыре реклаймера, а также всевозможная колесная и гусеничная спецтехника, вагоноразмораживающие устройства, магнитные сепараторы, дробильно-сортировочный комплекс – это лишь небольшой перечень технического оснащения комплекса. Логистику груза на комплексе и работу всего оборудования обеспечивают 568 специалистов.

ЛЕТОПИСЬ ПОРТА

Предпосылки строительства Восточного Порта

В конце пятидесятых годов были достигнуты государственные соглашения о товарообороте и платежах между Японией и Советским Союзом, в том же году был подписан Протокол о развитии торговли и торговом мореплавании. Делу развития японо-советской торговли способствовало создание в 1966 г. советско-японского Экономического Совета. На проходивших в Токио переговорах на высоком уровне, в этом же году японской стороной было подчеркнуто, что первоочередным вопросом в расширении советско-японской внешней торговли является освоение Сибири, а также усовершенствование и расширение портовых сооружений на Советском Дальнем Востоке. Конкретная идея строительства нового порта возникла в ходе работы третьего заседания Совета, где с Советской стороны было выдвинуто предложение строительства нового морского порта в бухте Врангеля.

Начало стройки 1970 год.

Согласно распоряжения Правительства, в августе 1970 г. на берегу бухты Врангеля состоялась "первая планерка" на которой присутствовали представители треста Дальморгидрострой (ДМГС), начальник треста в то время был Александр Александрович Андреев и Находкинский морской торговый

порт (НМТП), в то время начальник порта Алексей Кузьмич Лукошин. На летучке шла речь о начале строительства нового порта или как тогда считалось - четвертого грузового района торгового порта Находки.

1974 г. - первый год работы Восточного Порта

Отшумел праздник, и вновь начались трудовые будни. У строителей свой фронт работ, который необходимо выполнить. Теперь надо продолжать причальную стенку, причем, причал №10 был уже в высокой степени готовности, а причал №10-а и №9 только «обозначались». Продолжались дела по всем остальным направлениям, в том числе по жилью, столовым, общежитиям, объектам соцкультбыт.

Угольный Комплекс

Строительство Угольного комплекса в Восточном Порту являлось одним из самых крупных и самых важных пусковых объектов. Ему уделялось огромное внимание как со стороны городских, так со стороны краевых и союзных властей. Для более гибкого и оперативного руководства строительством, решено было его разделить на определенные участки, за работу на которых отвечали ведущие специалисты-строители. Активное строительство Угольного началось в 1975г, техника для возведения этого комплекса своевременно прибывала из Японии. За два месяца было поставлено около 90% техники.

Перестройка

Наступило новое время, и соответствуя новым веяниям, что проходили по всей стране в сентябре 1987г впервые состоялись выборы начальника Восточного Порта на альтернативной основе, в результате был избран Геннадий Прокофьевич Жебелев. В дальнейшем с 1992г он становится генеральным директором ОАО "Восточный Порт", а с1998г. председателем совета директоров ОАО "Восточный Порт". А в должность генерального директора вступает Л.А. Бочков.

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Исходные данные	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	5
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1.1 - Электрическая нагрузка угольного перевалопогрузочного комплекса №1

№	Наименование цеха	Установленная мощность Р, кВт	Категория электроснабжения	Характеристика среды
1	Проходная	40	III	нормальная
2	Административное здание	350	III	нормальная
3	Вагон размораживающая станция	1090	II	жаркая
4	Станция разгрузки вагонов с двумя тандемными вагонопрокидывателями	350	II	пыльная
5	Диспетчерская с ЦПУ	150	II	нормальная
6	Комплекс конвейерного оборудования	280	II	пыльная
7	Пожарное депо	95	III	нормальная
8	Электроремонтный цех	570	III	нормальная
9	Ремонтно-механический цех	-	III	нормальная
10	Сервисное обслуживание оборудования в порту: Caterpillar и Liebherr	530	III	нормальная
11	Судоремонтные мастерские	620	III	нормальная
12	Здание охраны	65	III	нормальная
13	Гаражи погрузчиков	145	III	нормальная
14	Складское хозяйство	85	III	нормальная
15	Компрессорная станция	-	II	сырая
	0,38 кВ	120		
	10,0 кВ СД 2×630 кВт	1260		
16	Ремонтно-строительный цех	630	III	нормальная
17	База портфлота	370	III	нормальная
18	Электрохозяйство	120	III	нормальная

Генплан угольного перевалопогрузочного комплекса №1 представлен на рисунке 1.1.

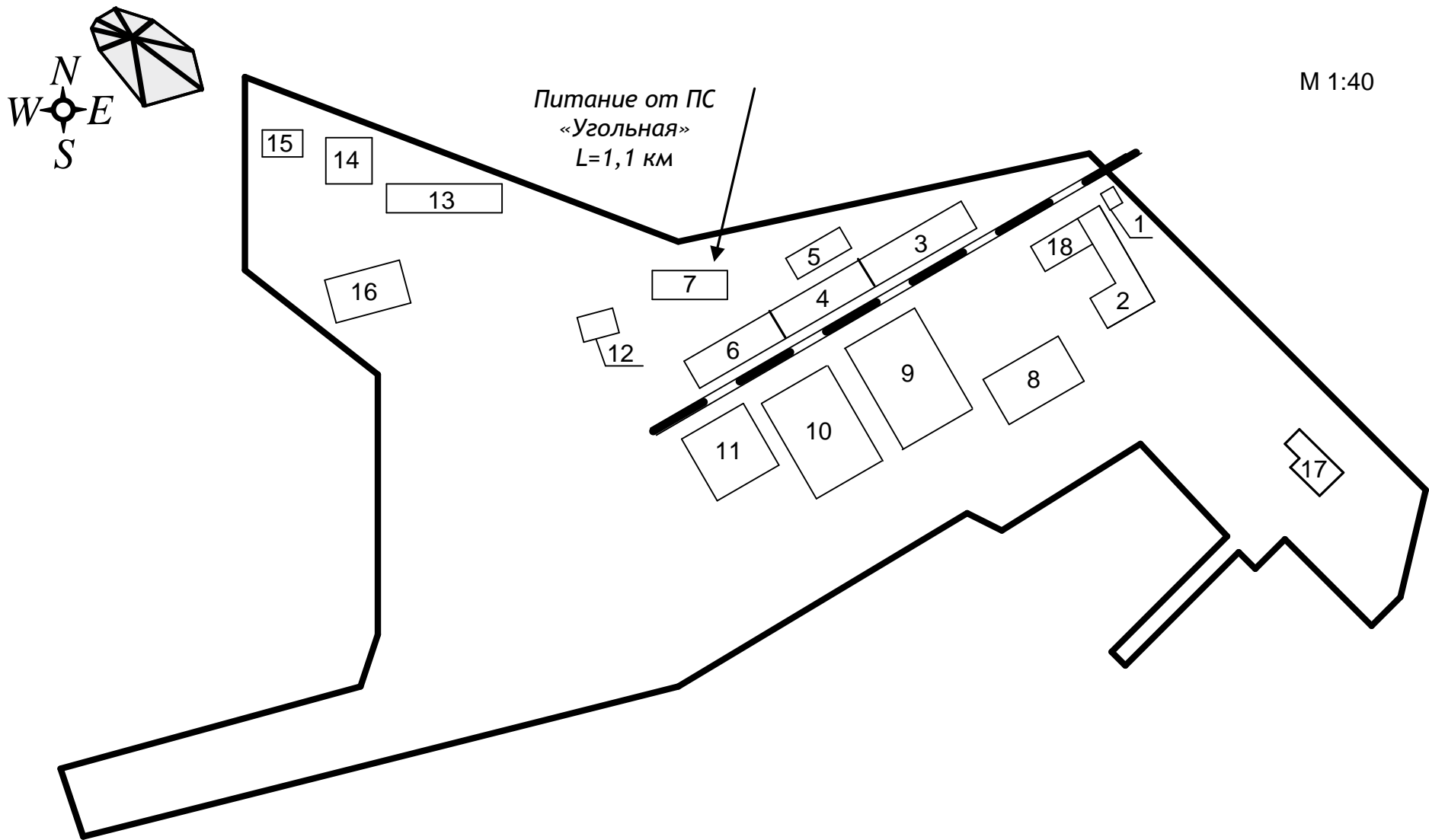


Рисунок 1.1 – Генплан угольного перевалопогрузочного комплекса №1

Таблица 1.2 – Сведения об электрических нагрузках ремонтно-механического цеха

Номер на плане	Наименование электроприемника	п, шт	$P_{\text{НОМ}}$, кВт	$\Sigma P_{\text{НОМ}}$, кВт	$K_{\text{И}}/\cos \varphi$
1, 14, 16, 17	Кругло шлифовальный станок	4	11,4	45,6	0,13/0,4
2	Плоскошлифовальный станок	1	16	16	0,13/0,4
3,25, 26, 27	Резьбонарезной станок	4	35	140	0,13/0,5
4, 5, 6, 9	Точильный станок	4	2,8	11,2	0,1/0,7
7, 8	Гильотинные ножницы	2	18,5	37	0,1/0,7
10, 11	Транс. сварочный ПВ=40%	2	23,5	47	0,4/0,5
12, 13	Машина электросварочная, точечная	2	27,5	55	0,5/0,7
15, 20, 21	Пресс фрикционный	3	22,5	67,5	0,25/0,65
18, 19	Долбежный станок	2	9	18	0,13/0,5
22, 38, 39, 40	Фрезерный станок	4	4,8	19,2	0,13/0,5
23, 24	Радиально-сверлильный станок	2	17	34	0,13/0,5
28, 29, 30	Токарный станок	3	11,5	35,5	0,13/0,4
32, 33, 34	Поперечно-строгальный станок	3	24	72	0,13/0,5
35, 36, 37	Сверлильный станок	3	6,6	19,8	0,13/0,5
41, 42, 43	Токарно-винторезный станок	3	13,9	41,7	0,13/0,5
44, 45	Токарный станок	2	11,4	22,8	0,13/0,4
46, 47	Строгальный станок	2	13,4	26,8	0,13/0,4
48, 49	Вентиляция	2	19,5	39	0,65/0,8
50	Вентиляция	1	30	30	0,65/0,8
31	Кран-балка, ПВ=40%	1	38,15	38,15	0,2/0,5

План цеха с расположением электрического оборудования представлен на рисунке 1.2.

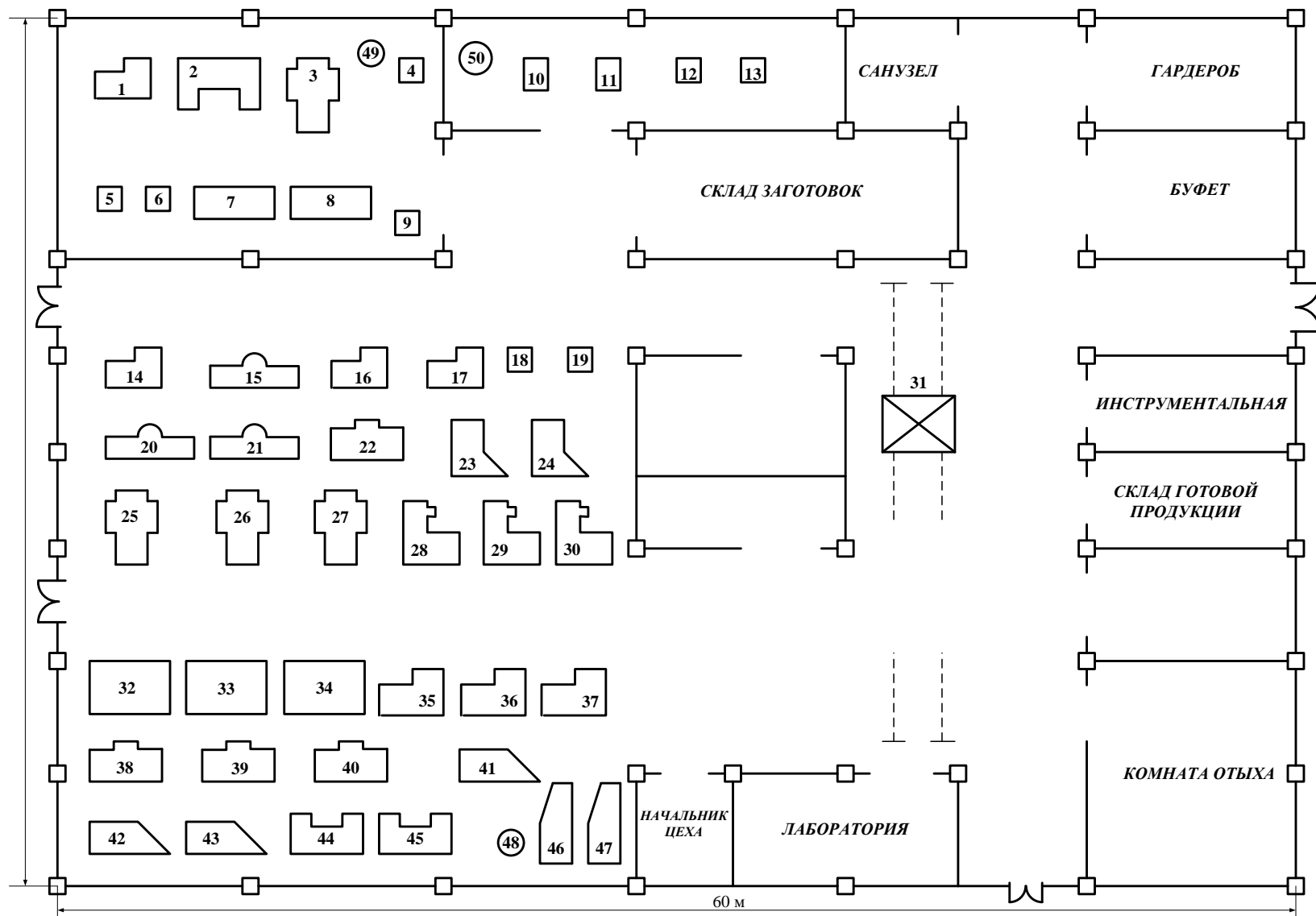


Рисунок 1.2 – План ремонтно-механического цеха с расположением электрооборудования

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Определение расчетной нагрузки ремонтно-механического цеха	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	6
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

При расчете силовых нагрузок важное значение имеет правильное определение электрической нагрузки во всех элементах сети. Завышение нагрузки может привести к перерасходу материала, удорожанию строительства, занижение — к уменьшению пропускной способности электрической сети и невозможности обеспечения нормальной работы силовых электроприемников.

Расчет силовых нагрузок цеха определяется по методу упорядоченных диаграмм. Для этого электроприемники цеха разбивают на две характерные группы:

А) электроприемники с переменным графиком нагрузки ($K_{И} < 0,6$);

Б) электроприемники с практически постоянным графиком нагрузки ($K_{И} \geq 0,6$).

Паспортные мощности электроприемников с повторно-кратковременным режимом работы (ПКР) приводятся к ПВ=100 %, то есть к номинальной установленной мощности.

Трансформатор сварочный ПВ = 40%:

$$P_{НОМ} = P \cdot \sqrt{ПВ} = 23,5 \cdot \sqrt{0,4} = 14,86 \text{ кВт.}$$

Кран-балка ПВ = 40%:

$$P_{НОМ} = P \cdot \sqrt{ПВ} = 38,15 \cdot \sqrt{0,4} = 24,13 \text{ кВт.}$$

Средняя активная и реактивная нагрузки за наиболее загруженную смену для каждой группы ЭП определяется по формуле:

$$P_{СМ} = K_{И} \cdot P_{НОМ} = 0,13 \cdot 45,6 = 5,93 \text{ кВт,}$$

$$Q_{СМ} = P_{СМ} \cdot tg\varphi = 5,93 \cdot 2,29 = 13,58 \text{ кВАр,}$$

где $K_{И}$ - коэффициент использования активной мощности;

$P_{НОМ}$ - суммарная номинальная активная мощность рабочих ЭП;

$tg\varphi$ - принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

Коэффициент использования $K_{И}$ и $\cos\varphi$ для каждого ЭП или группы ЭП принимаются по справочным данным [1, стр. 19, таб. 1.7].

Средневзвешенный коэффициент использования определяется по формуле:

$$K_{и.ср.} = \frac{\Sigma P_{см}}{\Sigma P_{ном}} = \frac{129,8}{715,95} = 0,2,$$

где $\Sigma P_{см}$ - суммарная средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену группы электроприемников цеха, кВт;

$\Sigma P_{ном}$ - суммарная установленная мощность группы электроприемников цеха, кВт.

Для приемников группы А определим эффективное число электроприемников $n_{э}$:

$$\text{При } m = \frac{P_{ном.макс.}}{P_{ном.мин.}} = \frac{35}{2,8} = 12,5 > 3, [K_{и.ср} \geq 0,2] n_{э} \text{ может быть}$$

определено по формуле:

$$n_{э} = \frac{2 \Sigma_1^n P_{ном}}{P_{ном.макс.}} = \frac{2 \cdot 715,95}{35} = 41,$$

где $P_{ном.макс.}$, $P_{ном.мин.}$ - номинальные активные мощности наибольшего и наименьшего электроприемников в группе, кВт.

Коэффициент максимума активной мощности $K_{м}$ определяется по таблице [1, стр. 21, таб. 1.8]:

$$K_{м} = 1,25.$$

Расчетная активная $P_{м}$ и реактивная $Q_{м}$ мощности группы электроприемников с переменным графиком нагрузки определяется из выражений:

$$P_{м} = K_{м} \cdot P_{см} = 1,25 \cdot 129,8 = 162,25 \text{ кВт},$$

$$Q_{м} = Q_{см} = 200,25 \text{ кВАр, при } n_{э} > 10.$$

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

$$P_M = P_{CM} = 44,85 \text{ кВт},$$

$$Q_M = 1 \cdot Q_{CM} = 1 \cdot 33,64 = 33,64 \text{ кВАр}.$$

Номинальная нагрузка осветительных приемников цеха определяется по удельной плотности осветительной нагрузки и площади цеха:

$$P_{н.о.} = P_{уд.о.} \cdot F_{ц} = 0,016 \cdot 2160 = 34,56 \text{ кВт}.$$

где $P_{уд.о.} = 0,016 \text{ кВт/м}^2$ - удельная плотность осветительной нагрузки [1, стр. 22, табл. 1.11];

$$F_{ц} = 2160 \text{ м}^2\text{- площадь цеха (определяется по генплану)}.$$

Расчетная нагрузка осветительных приемников цеха определяется по установленной мощности и коэффициенту спроса:

$$P_{р.о.} = P_{н.о.} \cdot K_{с.о.} = 34,56 \cdot 0,95 = 32,83 \text{ кВт},$$

где $K_{с.о.} = 0,95$ - коэффициент спроса для производственных зданий, состоящих из отдельных крупных пролетов [1, стр. 22, табл. 1.10].

Полная расчетная нагрузка цеха (с учетом освещения) определяется:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{р.о.})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(207,1 + 32,83)^2 + 233,89^2} = 335,07 \text{ кВА}.$$

Определение расчетного тока цеха:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{335,07}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 509,09 \text{ А},$$

где U_H - номинальное напряжение электроприемников, В.

Определение пикового тока цеха:

Номинальный ток самого мощного электроприемника цеха:

$$I_{НОМ}^{max} = \frac{P_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,5 \cdot 0,85} = 125,12 \text{ А}.$$

Пусковой ток самого мощного электроприемника цеха:

$$I_{ПУСК}^{max} = K_{ПУСК} \cdot I_{НОМ}^{max} = 5 \cdot 125,12 = 625,61 \text{ А},$$

где $K_{ПУСК}$ - кратность пускового тока.

Пиковый ток цеха:

$$I_{II} = I_{ПУСК}^{max} + (I_p - K_{и.мах} \cdot I_{НОМ}^{max}) = 625,61 + (509,09 - 0,13 \cdot 125,12) = 1118,43 \text{ А},$$

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

Расчет электрических нагрузок цеха сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 — Определение расчетных нагрузок ремонтно-механического цеха

№ п/п	Наименование узлов питания и групп ЭП	Количество ЭП n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		t=Рн.мах/Рн.мин.	Коэффициент использования Ки	cosφ/tgφ	Средняя нагрузка за максимально загруженную смену		Эффективное число электроприемников n _э	Коэффициент максимума Км	Максимальная нагрузка			Расчетные токи I _л /I _л
			Р _{ном} , кВт	∑Р _{ном} , кВт				Р _{см} =Ки·Р _{ном} , кВт	Q _{см} =Р _{см} ·tgφ _{см} , кВАр			Р _М =Км·Р _{см} , кВт	Q _М =(1÷1.1)·Q _{см} , кВАр	S _М = √(P _М ² + Q _М ²), кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Электроприемники группы А: К_и < 0,6															
1	Круглошлифовальный станок	4	11,4	45,6		0,13	0,4/2,29	5,93	13,58						
2	Плоскошлифовальный станок	1	16	16		0,13	0,4/2,29	2,08	4,76						
3	Резьбонарезной станок	4	35	140		0,13	0,5/1,73	18,2	31,5						
4	Точильный станок	4	2,8	11,2		0,1	0,7/1,02	1,12	1,14						
5	Гильотинные ножницы	2	18,5	37		0,1	0,7/1,02	3,7	3,77						
6	Транс. сварочный ПВ=40%	2	14,86	29,72		0,4	0,5/1,73	11,89	20,57						
7	Машина электросварочная, точечная	2	27,5	55		0,5	0,7/1,02	27,5	28,05						
8	Пресс фрикционный	3	22,5	67,5		0,25	0,65/1,17	16,88	19,74						
9	Долбежный станок	2	9	18		0,13	0,5/1,73	2,34	4,05						
10	Фрезерный станок	4	4,8	19,2		0,13	0,5/1,73	2,5	4,32						
11	Радиально-сверлильный станок	2	17	34		0,13	0,5/1,73	4,42	7,65						
12	Токарный станок	3	11,5	35,5		0,13	0,4/2,29	4,62	7,98						
13	Поперечно-строгальный станок	3	24	72		0,13	0,5/1,73	9,36	16,19						
14	Сверлильный станок	3	6,6	19,8		0,13	0,5/1,73	2,57	4,45						
15	Токарно-винторезный станок	3	13,9	41,7		0,13	0,5/1,73	5,42	9,38						
16	Токарный станок	2	11,4	22,8		0,13	0,4/2,29	2,96	6,79						

Окончание таблицы 2.1 - Определение расчетных нагрузок ремонтно-механического цеха

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>
17	Строгальный станок	2	13,4	26,8		0,13	0,4/2,29	3,48	7,98						
18	Кран-балка, ПВ=40%	1	24,13	24,13		0,2	0,5/1,73	4,83	8,35						
	Итого по группе А:	47	2,8 - 35	715,95	> 3	0,2	-	129,8	200,25	41	1,25	162,25	200,25	257,73	
	Электроприемники группы Б: $K_{\text{И}} \geq 0,6$														
19	Вентиляция	2	19,5	39	-	0,65	0,8/0,75	25,35	19,01						
20	Вентиляция	1	30	30	-	0,65	0,8/0,75	19,5	14,63						
	Итого по группе Б:	3	19,5-30	69	-	-	-	44,85	33,64		1	44,85	33,64	56,06	
	Итого силовая нагрузка по цеху (гр. А и Б)	50	2,8 - 35	784,95	-	-	-	174,65	233,89	-	-	207,1	233,89	313,79	
	Электрическое освещение	-	-	34,56	-	0,95	-	-	-	-	-	32,83	-		
	Итого по цеху:	-	-	819,51	-	-	-	174,65	233,89	-	-	239,93	233,89	335,07	509,09/ 1118,43

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Электроснабжение на территории предприятия	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	39
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

3 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1 Определение расчетной нагрузки предприятия в целом

Расчетная полная мощность предприятия определяется по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов (до и выше 1000 В) с учетом расчетной нагрузки освещения цехов и территории предприятия, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций и ГПП и потерь в высоковольтных линиях.

Расчетная нагрузка (активная и реактивная) силовых приемников цехов (кроме рассмотренного) определяется из выражений:

$$P_p = K_c \cdot P_n,$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi,$$

где P_p , Q_p - суммарные активная и реактивная мощности всех приемников цеха;

K_c - коэффициент спроса [1, стр. 13, табл. 1.6];

$\operatorname{tg}\varphi$ - принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

Расчет осветительной нагрузки цехов идентичен расчету осветительной нагрузки рассчитанного цеха.

Приемники напряжением выше 1000 В учитываются отдельно. Расчетная активная и реактивная мощности групп приемников выше 1000 В определяются по выше приведенным формулам.

Результаты расчетов располагаются в таблице 3.1.

Пример расчета (административное здание):

$$P_n = 350 \text{ кВт}, \quad K_c = 0,4, \quad \cos\varphi = 0,7, \quad \operatorname{tg}\varphi = 1,02.$$

Расчетные активная и реактивная мощности корпуса:

$$P_p = K_c \cdot P_n = 0,4 \cdot 350 = 140 \text{ кВт},$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi = 140 \cdot 1,02 = 142,83 \text{ кВАр}.$$

Номинальная нагрузка осветительных приемников корпуса определяется по удельной плотности осветительной нагрузки и площади цеха:

$$P_{н.о.} = P_{уд.о.} \cdot F_{ц} = 0,016 \cdot 1072 = 17,15 \text{ кВт},$$

где $P_{уд.о.} = 0,016$ кВт/м²- удельная плотность осветительной нагрузки [1, стр. 22, табл. 1.11];

$F_{ц} = 1072$ м²- площадь цеха (определяется по генплану).

Расчетная нагрузка осветительных приемников цеха определяется по установленной мощности и коэффициенту спроса:

$$P_{р.о.} = P_{н.о.} \cdot K_{с.о.} = 17,15 \cdot 0,9 = 15,44 \text{ кВт},$$

где $K_{с.о.} = 0,9$ - коэффициент спроса для административного здания [1, стр. 22, табл. 1.10].

Полная максимальная мощность корпуса:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{р.о.})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(140 + 15,44)^2 + 142,83^2} = 211,1 \text{ кВА}.$$

Так как трансформаторы цеховых подстанций и кабели распределительной сети еще не выбраны, то приближенно потери мощности в них можно определить из выражений:

$$\Delta P_{тр} = 0,02 \cdot S_p^H = 0,02 \cdot 3434,87 = 68,69 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{тр} = 0,1 \cdot S_p^H = 0,1 \cdot 3434,87 = 343,49 \text{ кВАр},$$

$$\Delta P_{л} = 0,03 \cdot S_p^H = 0,03 \cdot 3434,87 = 103,05 \text{ кВт},$$

где S_p^H - расчетная мощность предприятия на шинах напряжением до 1000 В за максимально загруженную смену.

Суммарные расчетные активная и реактивная мощности, отнесенные к шинам 6-10 кВ ГПП, определяются из выражений:

$$P_{р\Sigma} = (\Sigma P_p^H + \Sigma P_p^B) \cdot K_{р.м} + P_{р.о.} + \Delta P_{тр} + \Delta P_{л},$$

$$P_{р\Sigma} = (2277,49 + 630) \cdot 0,95 + 266,98 + 68,69 + 103,05 = 3195,14 \text{ кВт},$$

$$Q_{р\Sigma} = (\Sigma Q_p^H + \Sigma Q_p^B) \cdot K_{р.м} + \Delta Q_{тр} = (2313,98 + 472,5) \cdot 0,95 + 343,49 = 2990,65 \text{ кВАр},$$

где $K_{р.м} = 0,9 \div 0,95$ - коэффициент разновременности максимумов нагрузки отдельных групп ЭП.

Полная расчетная мощность:

$$S_{р\Sigma} = \sqrt{(P_{р\Sigma})^2 + (Q_{р\Sigma})^2} = \sqrt{(3195,14)^2 + (2990,65)^2} = 4376,4 \text{ кВА}.$$

Потери мощности в трансформаторах ГПП определяется:

$$\Delta P_{тр.ГПП} = 0,02 \cdot S_{р\Sigma} = 0,02 \cdot 4376,4 = 87,53 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр.ГПП}} = 0,1 \cdot S_{\text{р}\Sigma} = 0,1 \cdot 4376,4 = 437,64 \text{ кВАр.}$$

Полная расчетная мощность предприятия со стороны высшего напряжения трансформаторов ГПП определяется:

$$S_{\text{рГПП}} = \sqrt{(P_{\text{р}\Sigma} + \Delta P_{\text{тр.ГПП}})^2 + (Q_{\text{р}\Sigma} + \Delta Q_{\text{тр.ГПП}} - Q_{\text{ку}})^2},$$

где $Q_{\text{ку}}$ - мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{\text{ку}} = Q_{\text{р}\Sigma} - Q_{\text{с}} = 2990,65 - 766,83 = 2223,82 \text{ кВАр,}$$

где $Q_{\text{с}}$ - наибольшее значение реактивной мощности, передаваемой из сети энергосистемы в сеть предприятия в режиме наибольших активных нагрузок энергосистемы:

$$Q_{\text{с}} = \alpha \cdot P_{\text{р}\Sigma} = 0,24 \cdot 3195,14 = 766,83 \text{ кВАр.}$$

Для предприятий расположенных в, принимаем $\alpha = 0,24$, если величина напряжения питающей линии — 35 кВ. Для того чтобы знать величину напряжения питающих линий воспользуемся следующими рекомендациями: если расчетная мощность предприятия $S_{\text{р}}^{\text{ГПП}}$ не превышает 10 МВА, то экономически целесообразно принять $U_{\text{н}} = 35\text{кВ}$, если $S_{\text{р}}^{\text{ГПП}} = 10 \div 150\text{МВА}$ — $U_{\text{н}} = 110\text{кВ}$, $S_{\text{р}}^{\text{ГПП}} > 150\text{МВА}$ — $U_{\text{н}} = 220\text{кВ}$.

$$S_{\text{рГПП}} = \sqrt{(3195,14 + 87,53)^2 + (2990,65 + 437,64 - 2223,82)^2} = 3505,43 \text{ кВА.}$$

Таблица 3.1 - Определение расчетных нагрузок по цехам предприятия по установленной мощности и коэффициенту спроса

№ по ген. плану	Наименование цеха	Силовая нагрузка					Осветительная нагрузка					Силовая и осветительная нагрузки		
		$P_{\text{н}}$, кВт	K_c	$\cos\varphi/\text{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВАр	F , м ²	$P_{\text{уд о}}$, кВт/м ²	$P_{\text{но}}$, кВт	$K_{\text{со}}$	$P_{\text{ро}}$, кВт	$P_p+P_{\text{ро}}$, кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Потребители электроэнергии до 1000 В														
1	Проходная	40	0,4	0,7/1,02	16	16,32	96	0,016	1,54	0,8	1,23	17,23	16,32	23,73
2	Административное здание	350	0,4	0,7/1,02	140	142,83	1072	0,016	17,15	0,9	15,44	155,44	142,83	211,1
3	Вагон размораживающая станция	1090	0,3	0,6/1,33	327	434,91	600	0,018	10,8	0,95	10,26	337,26	434,91	550,36
4	Станция разгрузки вагонов с двумя тандемными вагонопрокидывателями	350	0,3	0,6/1,33	105	139,65	680	0,018	12,24	0,95	11,63	116,63	139,65	181,95
5	Диспетчерская с ЦПУ	150	0,5	0,8/0,75	75	56,25	432	0,016	6,91	0,9	6,22	81,22	56,25	98,8
6	Комплекс конвейерного оборудования	280	0,3	0,7/1,02	84	85,68	480	0,018	8,64	0,95	8,21	92,21	85,68	125,9
7	Пожарное депо	95	0,4	0,8/0,75	38	28,5	432	0,016	6,91	0,9	6,22	44,22	28,5	52,61
8	Электроремонтный цех	570	0,4	0,75/0,88	228	200,64	1008	0,016	16,13	0,95	15,32	243,32	200,64	315,18
9	Ремонтно-механический цех	784,95	0,3	0,7/1,02	235,49	240,19	2160	0,016	34,56	0,95	32,83	268,32	240,19	360,12
10	Сервисное обслуживание оборудования по порту: Caterpillar и Liebherr	530	0,35	0,7/1,02	185,5	189,21	2240	0,016	35,84	0,95	34,05	219,55	189,21	289,83

Окончание таблицы 3.1 - Определение расчетных нагрузок по цехам предприятия по установленной мощности и коэффициенту спроса

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
11	Судоремонтные мастерские	620	0,4	0,6/1,33	248	329,84	1824	0,018	32,83	0,95	31,2	279,2	329,84	432,14
12	Здание охраны	65	0,5	0,8/0,75	32,5	24,38	240	0,016	3,84	0,9	3,46	35,96	24,38	43,45
13	Гаражи погрузчиков	145	0,2	0,7/1,02	29	29,58	1216	0,018	21,89	1	21,89	50,89	29,58	58,86
14	Складское хозяйство	85	0,4	0,8/0,75	34	25,5	840	0,016	13,44	0,6	8,06	42,06	25,5	49,2
15	Компрессорная станция	120	0,5	0,8/0,75	60	45	384	0,017	6,53	1	6,53	66,53	45	80,32
16	Ремонтно-строительный цех	630	0,3	0,8/0,75	189	141,75	1092	0,016	17,47	0,85	14,85	203,85	141,75	248,3
17	База портфлота	370	0,5	0,8/0,75	185	138,75	676	0,016	10,82	0,9	9,73	194,73	138,75	239,11
18	Электрохозяйство	120	0,5	0,8/0,75	60	45	288	0,016	4,61	0,9	4,15	64,15	45	78,36
Территория предприятия		-	-	-	-	-	160636	0,00016	25,7	1	25,7	25,7	-	25,7
Итого по 0,38 кВ:		6394,95	-	-	2271,49	2313,98	F_и=15760	-	-	-	266,98	2539,7	2313,98	3434,87
Потребители электроэнергии выше 1000 В														
15	Компрессорная станция	1260	0,5	0,8/0,75	630	472,5	-	-	-	-	-	630	472,5	787,5
Итого по 10 кВ:		1260	-	-	630	472,5	-	-	-	-	-	630	472,5	787,5

3.2 Картограмма и определение центра электрических нагрузок

Картограмма нагрузок представляет собой размещенные на генплане цеха площади, ограниченные кругами, которые в определенном масштабе соответствуют расчетным нагрузкам цехов. Силовые нагрузки до и выше 1000 В изображаются отдельными кругами.

Радиусы окружностей для каждого цеха определяется из выражения:

$$r_i = \sqrt{\frac{S_{pi}}{\pi \cdot m}}$$

где S_{pi} - расчетная полная мощность цеха с учетом освещения, кВА;

m – масштаб для определения площади круга, кВА/мм² (постоянный для всех цехов).

Принимаем $m=4$ кВА/мм².

Для ремонтно- строительного цеха:

$$r_i = \sqrt{\frac{S_{pi}}{\pi \cdot m}} = \sqrt{\frac{248,3}{3,14 \cdot 4}} = 4,45 \text{ мм.}$$

Осветительная нагрузка наносится в виде сектора круга, изображающего нагрузку до 1000 В. Угол сектора определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot P_{p.o.}}{S_{pi}} = \frac{360^\circ \cdot 14,85}{248,3} = 21,53^\circ.$$

На генплане произвольно наносятся оси координат и определяются значения x_i и y_i для каждого цеха.

Результаты расчетов располагаются в таблице 3.2.

Координаты центра электрических нагрузок предприятия x_0 и y_0 определяется по формуле:

$$x_0 = \frac{\Sigma(S_{pi} \cdot x_i)}{\Sigma S_{pi}} = \frac{335257,23}{4226,82} = 79,32 \text{ мм,}$$
$$y_0 = \frac{\Sigma(S_{pi} \cdot y_i)}{\Sigma S_{pi}} = \frac{390662,67}{4226,82} = 92,42 \text{ мм.}$$

Место сооружения ГПП выбирается с учетом следующих факторов:

1. Наименьшая длина питающих линий;

2. Максимальное (по возможности) приближение ГПП к центру электрических нагрузок.

Генплан перевалопогрузочного комплекса ОАО «Восточный порт» с картограммой нагрузок показан на рисунке 3.1, из которого видно, что в расчетном центре электрических нагрузок ГПП разместить невозможно, из-за отсутствия достаточного места. Таким образом, размещаем ГПП на территории перевалопогрузочного комплекса с небольшим смещением.

Таблица 3.2 – Расчётные данные для построения картограммы нагрузок

<i>№ цеха по генплану</i>	S_{pi} кВА	$P_{p.o.i}$ кВт	r , мм	α , град	x_i , мм	y_i , мм	$S_{pi} \cdot x_i$, кВА·мм	$S_{pi} \cdot y_i$, кВА·мм
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
<i>Потребители электроэнергии до 1000 В</i>								
1	23,73	1,23	1,37	18,66	135,5	107	3215,42	2539,11
2	211,1	15,44	4,1	26,33	136	93,5	28709,6	19737,85
3	550,36	10,26	6,62	6,71	106	100,5	58338,16	55311,18
4	181,95	11,63	3,81	23,01	91	93,5	16557,45	17012,33
5	98,8	6,22	2,8	22,66	91	99	8990,8	9781,2
6	125,9	8,21	3,17	23,48	78	87	9820,2	10953,3
7	52,61	6,22	2,05	42,56	71	94,5	3735,31	4971,65
8	315,18	15,32	5,01	17,5	121	84	38136,78	26475,12
9	360,12	32,83	5,35	32,82	106	82,5	38172,72	29709,9
10	289,83	34,05	4,8	42,3	95,5	76	27678,77	22027,08
11	432,14	31,2	5,87	25,99	82,5	75	35651,55	32410,5
12	43,45	3,46	1,86	28,67	61,5	90	2672,18	3910,5
13	58,86	21,89	2,16	133,88	36,5	103	2148,39	6062,58
14	49,2	8,06	1,98	58,98	21	109	1033,2	5362,8
15	80,32	6,53	2,53	29,27	11,5	112	923,68	8995,84
16	248,3	14,85	4,45	21,53	15	95	3724,5	23588,5
17	239,11	9,73	4,36	14,65	153	65	36583,83	15542,15
18	78,36	4,15	2,49	19,07	129	103	10108,44	8071,08
<i>Потребители электроэнергии выше 1000 В</i>								
15	787,5	-	7,92	-	11,5	112	9056,25	88200
<i>Итого</i>	<i>4226,82</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>335257,23</i>	<i>390662,67</i>

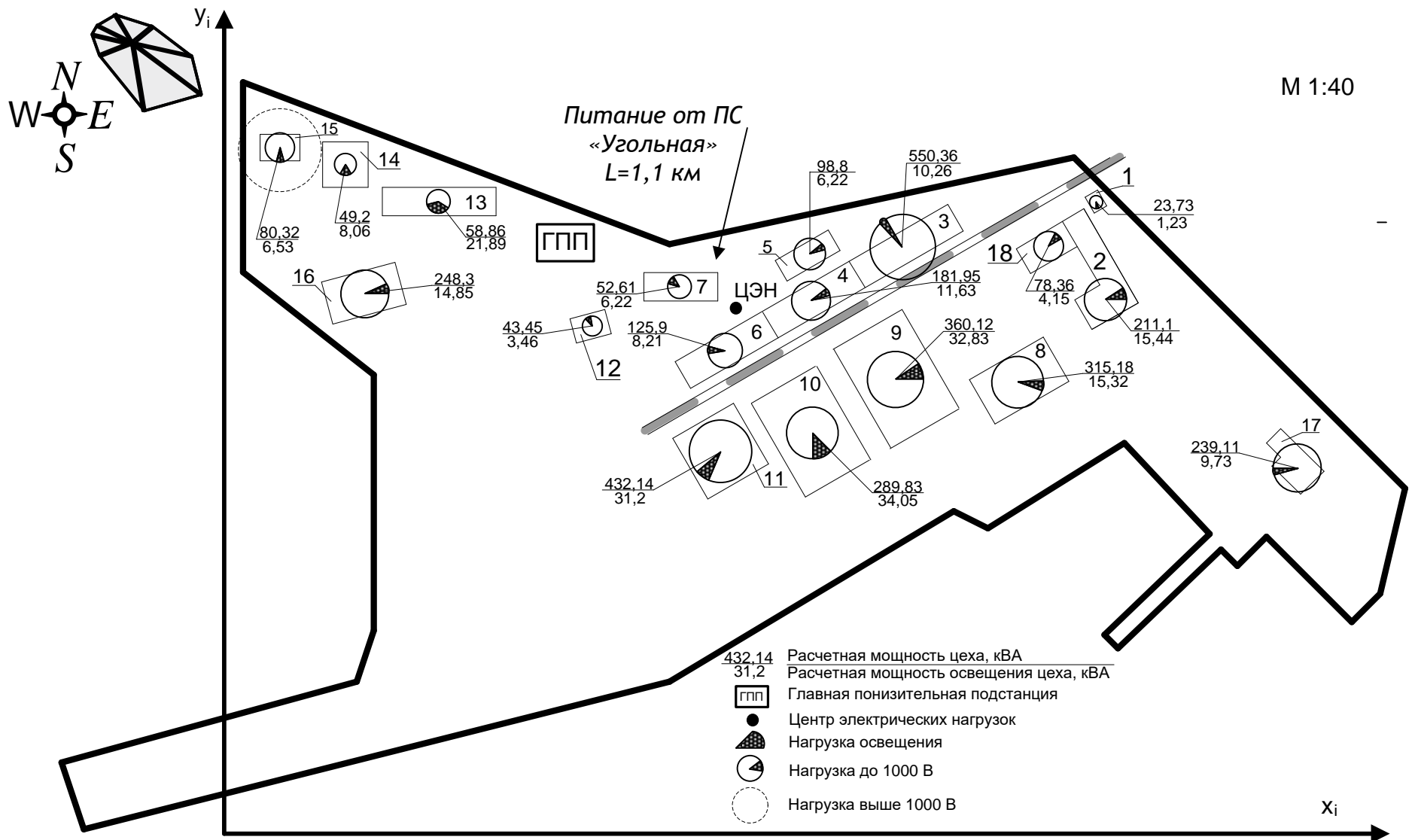


Рисунок 3.1 – Генплан предприятия с картограммой нагрузок

3.3 Составление схемы внешнего электроснабжения

Основные требования к схеме внешнего электроснабжения:

1. Необходимая надежность электроснабжения;
2. Простота и удобство в эксплуатации;
3. При аварийной ситуации, выхода из строя одной ЛЭП или одного трансформатора, оставшиеся в работе должны принять на себя полностью или частично нагрузку с учетом допустимой перегрузки в послеаварийном режиме;
4. Учитывать перспективу развития предприятия;
5. Обеспечивать возможность проведения ремонтных работ и послеаварийных работ.

ГПП размещается на территории предприятия в соответствии с расчетным центром электрических нагрузок с некоторым смещением.

Выбор напряжения питающих и распределительных сетей зависит от мощности, потребляемой предприятием, его удаленности от источника питания, напряжение источника питания, количества и единой мощности ЭП.

Обычно величина напряжения выбирается на основе технико-экономического сравнения вариантов. Для удобства проектирования можно использовать следующие основные рекомендации по выбору напряжения.

Напряжение 35 кВ имеет экономические преимущества при передаваемой мощности не более 10 МВА.

Принимаем схему внешнего электроснабжения в виде двух блоков с выключателями и неавтоматической перемычкой. При нарушении в трансформаторе, сработает защита и подаст сигнал на отключение выключателя в цепях трансформатора на низкой и высокой стороне. Секционный выключатель низкой стороны подключит секцию, оставшуюся без напряжения. Разъединители в ремонтной перемычке нормально отключены. В случае вывода в ремонт трансформатора или выключателя в цепи трансформатора есть возможность оставить в работе обе питающие линии путем включения разъединителей перемычки. Причем сначала включается

перемычка, а затем отключаются цепи трансформатора. Схема представлена на рисунке 3.2.

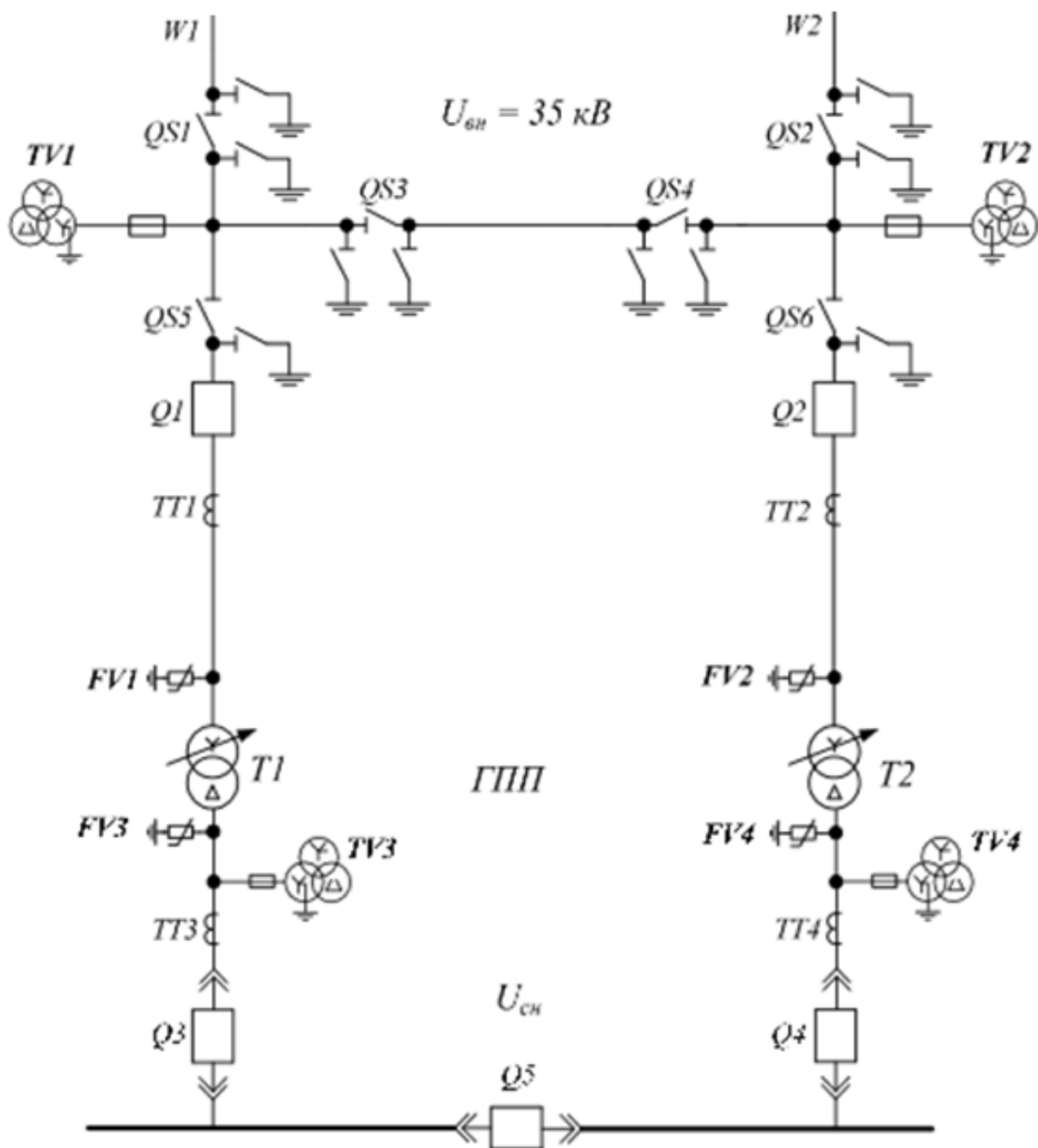


Рисунок 3.2 - Схема внешнего электроснабжения

3.4 Выбор мощности силовых трансформаторов на ГПП

Правильный технически и экономически обоснованный выбор числа и мощности трансформаторов для ГПП имеет существенное значение для рационального построения схем электроснабжения.

Мощность трансформатора выберем с учетом известного суточного графика нагрузки предприятия, рисунок 3.3.

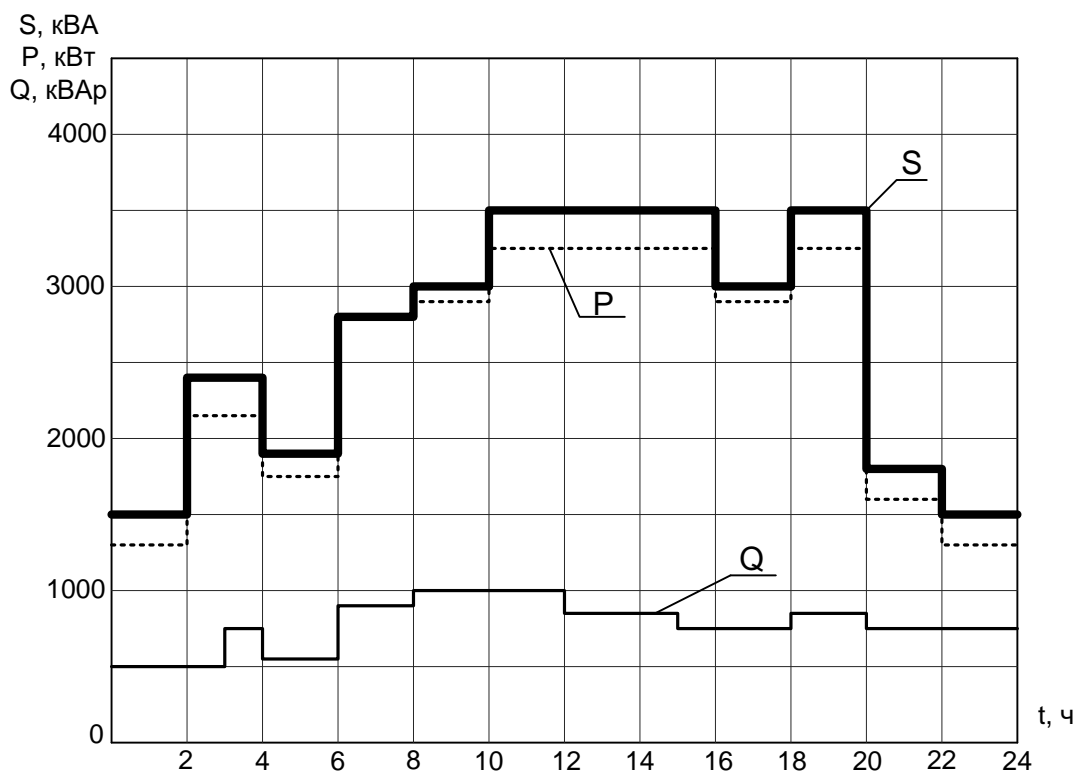


Рисунок 3.3 - Суточный график нагрузок предприятия

Из суточного графика нагрузки определим:

$$S_{max} = 3505,43 \text{ кВА.}$$

Потребляемая за сутки активная и реактивная энергия:

$$W = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i = 59400 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$V = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot t_i = 18670 \text{ кВАр} \cdot \text{ч}.$$

Средняя за сутки нагрузка предприятия:

$$S_{\text{cp}} = \frac{\sqrt{W^2 + V^2}}{24} = \frac{\sqrt{59400^2 + 18670^2}}{24} = 2594,37 \text{ кВА.}$$

Суточный график активной нагрузки перестраиваем в годовой график нагрузки по продолжительности, рисунок 3.4, по которому определяется число часов использования максимума нагрузки T_{max} .

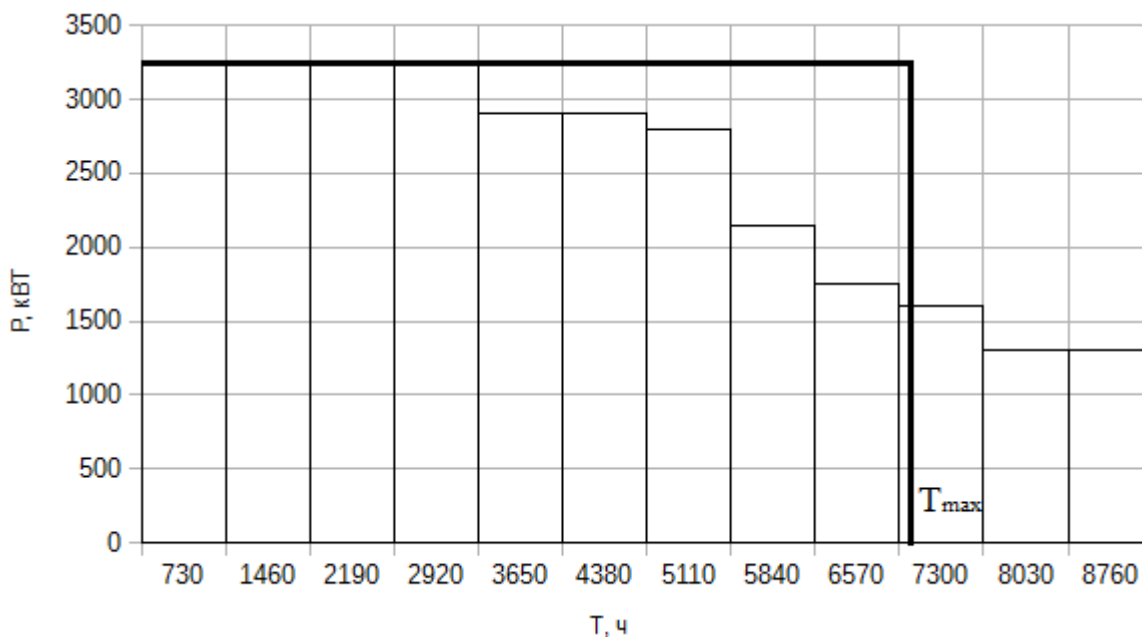


Рисунок 3.4 - Годовой график нагрузок по продолжительности

Количество потребленной за год электрической энергии:

$$W_{\text{год}} = 21681000 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Число часов использования максимальной нагрузки:

$$T_{\text{max}} = \frac{W_{\text{год}}}{P_{\text{max}}} = \frac{21681000}{3250} = 6671,08 \text{ ч.}$$

Время максимальных потерь:

$$\tau_{\text{max}} = (0,124 + T_{\text{max}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 6671,08 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 5482,46 \text{ ч.}$$

Совокупность допустимых нагрузок, систематических и аварийных перегрузок определяет нагрузочную способность трансформаторов, в основу расчета которой положен тепловой износ изоляции трансформатора. Выбор трансформатора без учета нагрузочной способности может привести к необоснованному завышению их установленной мощности, что экономически нецелесообразно.

Определяем коэффициент заполнения графика нагрузки:

$$k_{\text{зап.гр}} = \frac{S_{\text{ср}}}{S_{\text{max}}} = \frac{2594,37}{3505,43} = 0,73.$$

Продолжительность максимума нагрузки из суточного графика нагрузок предприятия: $t_{\text{max}}=8$ ч.

По коэффициенту заполнения графика и продолжительности максимума нагрузки с помощью номограммы [5, стр. 70, рис. 3.9] определяем коэффициент кратности допустимой нагрузки трансформатора:

$$k_{\text{нагр}} = 1,18.$$

Расчетная мощность трансформаторов:

$$S_{\text{тр.расч}} = \frac{S_{\text{max}}}{k_{\text{нагр}}} = \frac{3505,43}{1,18} = 2970,7 \text{ кВА.}$$

Полученное значение $S_{\text{ном.тр}} = 2970,7$ кВА округляем до ближайшего большего стандартного значения 4000 кВА.

Из стандартного ряда номинальных мощностей силовых двухобмоточных трансформаторов выбираем трансформатор ТМН-4000/35 [12, стр. 208, табл. 5.12].

Коэффициент загрузки трансформаторов ГПП:

$$\beta_{\text{тр}} = \frac{S_{\text{max}}}{n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{ном.тр}}} = \frac{3505,43}{2 \cdot 4000} = 0,44.$$

Проверяем установленную мощность трансформаторов в послеаварийном режиме при отключении одного из трансформаторов:

$$\cdot S_{\text{max}} = 3505,43 \text{ кВА} < 1,4 \cdot S_{\text{ном.тр1}} = 1,4 \cdot 4000 = 5600 \text{ кВА.}$$

Следовательно, выбранная мощность трансформаторов обеспечивает электроснабжение предприятия как в нормальном, так и в послеаварийном режимах.

Таблица 3.3 - Справочные данные трансформатора ГПП

<i>Tun</i>	<i>S_{ном}</i> , <i>кВА</i>	<i>U_{ВН}</i> , <i>кВ</i>	<i>U_{НН}</i> , <i>кВ</i>	<i>P_{ХХ}</i> , <i>кВт</i>	<i>Q_{ХХ}</i> , <i>кВАр</i>	<i>P_{КЗ}</i> , <i>кВт</i>	<i>Q_{КЗ}</i> , <i>кВАр</i>	<i>U_к</i> , %	<i>I_х</i> , %
ТМН-4000/35	4000	35	6,3; 11	6,7	40	33,5	300	7,5	1

3.5 Выбор сечения линии, питающей ГПП

Питающие линии выполняются проводом АС. Выбор сечения провода производится по нагреву расчетным током и экономической плотности тока для двух видов трансформаторов:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{j_{\text{ЭК}}},$$

где I_p - расчетный ток, А;

$j_{\text{ЭК}} = 1 \text{ А/мм}^2$ - нормированное значение экономической плотности тока с учетом числа часов использования максимальной нагрузки [1, стр. 72, табл. 3.16].

Расчетный ток в нормальном режиме:

$$I_p = \frac{S_{p.\text{ГПП}}}{2\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{3505,43}{2\sqrt{3} \cdot 35} = 28,91 \text{ А.}$$

В аварийном режиме:

$$I_{p.a} = \frac{S_{p.\text{ГПП}}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{3505,43}{\sqrt{3} \cdot 35} = 57,82 \text{ А,}$$

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{28,91}{1} = 28,91 \text{ мм}^2.$$

Из стандартного ряда сечений принимаем провод:

АС-35/6,2, $I_{\text{доп}}=175 \text{ А}$ [1, стр. 62, табл. 3.1].

Выбранное сечение проверяем по:

1. Условию нагрева расчетным и аварийным током:

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}} \geq I_{p.\text{макс}}$$

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}} = 1,3 \cdot 175 = 227,5 \text{ А} \geq I_{p.\text{макс}} = 57,82 \text{ А.}$$

Сечение провода $F = 35\text{мм}^2$ по условию нагрева расчетным и аварийным током проходит.

2. По условию механической прочности:

Для $U_{\text{ном}}=35$ кВ сечение $F \geq 25\text{мм}^2$.

Сечение провода $F = 35\text{мм}^2$ по условию механической прочности проходит.

3. По условию «коронирования» линии 35 кВ не проверяются.

4. По условию допустимой потери напряжения:

$$L_{\text{доп}} = L_{\Delta U1} \cdot \Delta U_{\text{доп}} \cdot \frac{I_{\text{доп}}}{I_{\text{р}}} \geq L_{\text{факт}},$$

где $L_{\text{доп}}$ - допустимая длина питающей линии, км;

$L_{\Delta U1} = 1,34$ - длина линии при полной загрузке, на которой потеря напряжения равна 1% [3, стр. 89, табл. П. 2.7];

$\Delta U_{\text{доп}} = 5\%$ - допустимое значение потери напряжения;

$L_{\text{факт}} = 1,1$ км - фактическая длина питающей линии, км.

$$L_{\text{доп}} = 1,34 \cdot 5 \cdot \frac{175}{28,91} = 40,56 \text{ км} \geq L_{\text{факт}} = 1,1 \text{ км}.$$

Сечение провода $F = 35 \text{ мм}^2$ по условию допустимой потери напряжения проходит.

Так как фактическая длина питающей линии $L_{\text{факт}} = 1,1$ км, составим следующую схему электроснабжения.

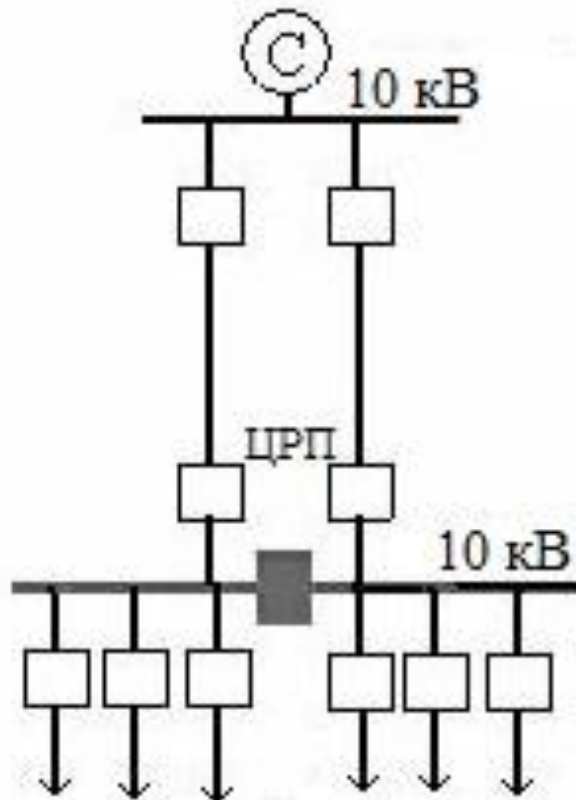


Рисунок 3.5 - Схема внешнего электроснабжения при $U_{ном}=10$ кВ

Питающие линии выполняются силовым кабелем АСБ. Выбор сечения проводов производится по нагреву расчетным током и экономической плотности тока:

$$F_{эк} = \frac{I_p}{j_{эк}},$$

где $j_{эк} = 1,2$ А/мм² - нормированное значение экономической плотности тока с учетом числа часов использования максимальной нагрузки [1, стр. 72, табл. 3.16].

Расчетный ток в нормальном режиме:

$$I_p = \frac{S_{р.ЦРП}}{2\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{3505,43}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 101,19 \text{ А.}$$

В аварийном режиме:

$$I_{p.a} = \frac{S_{р.ЦРП}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{3505,43}{\sqrt{3} \cdot 10} = 202,39 \text{ А,}$$

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{101,19}{1,2} = 84,33 \text{ мм}^2.$$

Из стандартного ряда сечений принимаем провод:

АСБ-95, $I_{\text{доп}}=205 \text{ А}$ [1, стр. 67, табл. 3.8].

Выбранное сечение проверяем по:

1. Условию нагрева расчетным и аварийным током:

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.макс}}$$

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}} = 1,3 \cdot 205 = 266,5 \text{ А} \geq I_{\text{р.макс}} = 202,39 \text{ А}$$

Сечение провода $F=95 \text{ мм}^2$ по условию нагрева расчетным и аварийным током проходит.

2. По условию механической прочности:

Для $U_{\text{ном}}=10 \text{ кВ}$ сечение $F \geq 25 \text{ мм}^2$.

Сечение провода $F=95 \text{ мм}^2$ по условию механической прочности проходит.

3. По условию «коронирования» линии 10 кВ не проверяются.

4. По условию допустимой потери напряжения:

$$L_{\text{доп}} = L_{\Delta U 1} \cdot \Delta U_{\text{доп}} \cdot \frac{I_{\text{доп}}}{I_p} = 0,86 \cdot 5 \cdot \frac{205}{101,19} = 8,71 \text{ км} \geq L_{\text{факт}} = 1,1 \text{ км},$$

где $L_{\Delta U 1} = 0,86 \text{ км}$ - длина линии при полной загрузке, на которой потеря напряжения равна 1% [1, стр. 117, табл. 5.1].

Сечение провода $F=95 \text{ мм}^2$ по условию допустимой потери напряжения проходит.

3.6 Технико-экономическое сопоставление вариантов системы электроснабжения

Примем к рассмотрению два варианта:

Вариант 1- электроэнергия передается и распределяется по территории предприятия на напряжении 10 кВ (рисунок 3.5);

Вариант 2- электроэнергия передается от подстанции энергосистемы до ГПП предприятия на напряжении 35 кВ с трансформаторами ТМН-4000/35, а распределяется по территории предприятия на напряжении 10 кВ (рисунок 3.2).

Определение суммарных приведенных затрат на сооружение питающей линии

Вариант 1:

Определяем суммарные приведенные затраты на сооружение кабельной линии:

$$Z_{\text{кл}} = E_{\text{н}}^{\text{кл}} \cdot K_{\text{кл}} + E_{\text{н}}^{\text{об}} \cdot K_{\text{об}} + C_{\text{пот}_{\text{кл}}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{обсл}},$$

где $E_{\text{н}}^{\text{кл}} = 0,125$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений для кабельной линии;

$E_{\text{н}}^{\text{об}} = 0,193$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений для силового оборудования.

Капитальные затраты на сооружение кабельной линии:

$$K_{\text{кл}} = n \cdot A \cdot L = 2 \cdot 1174800 \cdot 1,1 = 2584560 \text{ руб.},$$

где $A=26400 \cdot 44,5=1174800$ руб. - стоимость сооружения одного километра кабельной линии выбранного сечения[12, стр. 287, табл. 7.11].

Капитальные затраты на силовое оборудование:

$$K_{\text{об}} = n \cdot B = 2 \cdot 395000 = 790000 \text{ руб.},$$

где $B=395000$ руб. - стоимость камеры отходящей линии с выключателем ВМПЭ-10 распределительного устройства типа КРУН-10 подстанции энергосистемы.

Стоимость потерь электроэнергии в кабельной линии:

$$C_{\text{пот}_{\text{лЭП}}} = n \cdot L \cdot \Delta P_{\text{уд}} \cdot k_{\text{загр}}^2 \cdot \tau_{\text{max}} \cdot \Delta C_{\text{э}},$$

где $\Delta P_{\text{уд}} = 50$ кВт/км - удельные потери в одном кабеле[1, стр. 117, табл. 5.1];

$$k_{\text{загр}} = \frac{I_p}{I_{\text{доп}}} = \frac{101,19}{205} = 0,49 - \text{коэффициент загрузки кабельной линии};$$

$\Delta C_{\text{э}} = 0,334 \text{руб.руб./кВт} \cdot \text{ч}$ - стоимость 1 кВт·ч электроэнергии;

$$C_{\text{пот,лэп}} = n \cdot L \cdot \Delta P_{\text{уд}} \cdot k_{\text{загр}}^2 \cdot \tau_{\text{max}} \cdot \Delta C_{\text{э}} = 21,1 \cdot 50 \cdot 0,49^2 \cdot 5482,46 \cdot 0,334 = \\ = 48362,28 \text{руб./год.}$$

Стоимость амортизационных отчислений:

$$C_{\text{ам.кл}} = E_{\text{ам}} \cdot K_{\text{кл}} = 0,05 \cdot 2584560 = 129228 \text{руб./год,}$$

$$C_{\text{ам.об}} = E_{\text{ам}} \cdot K_{\text{об}} = 0,067 \cdot 790000 = 52930 \text{руб./год,}$$

где $E_{\text{ам}} = 5\%$ - коэффициент амортизационных отчислений для кабельной линии [12, стр. 258, табл. 6.1];

$E_{\text{ам}} = 6,7\%$ - коэффициент амортизационных отчислений для силового оборудования и распределительного устройства [12, стр. 258, табл. 6.1].

Стоимость на обслуживание кабельной линии:

$$C_{\text{обсл.кл}} = E_{\text{обсл}} \cdot K_{\text{кл}} = 0,023 \cdot 2584560 = 59444,88 \text{руб./год,}$$

$$C_{\text{обсл.об}} = E_{\text{обсл}} \cdot K_{\text{об}} = 0,059 \cdot 790000 = 46610 \text{руб./год,}$$

где $E_{\text{обсл}} = 2,3\%$ - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт и обслуживание кабельной линии [12, стр. 259, табл. 6.2];

$E_{\text{обсл}} = 5,9\%$ - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт и обслуживание силового оборудования и распределительного устройства [12, стр. 258, табл. 6.2].

Суммарные приведенные затраты:

$$Z_{\text{кл}} = 812115,16 \text{руб./год.}$$

Вариант 2:

Капитальные затраты на сооружение воздушной линии:

$$K_{\text{лэп}} = \gamma \cdot A \cdot L = 1,4 \cdot 2225000 \cdot 1,1 = 3426500 \text{руб.,}$$

где $A = 50000 \cdot 44,5 = 2225000$ руб. - стоимость сооружения одного километра воздушной линии выбранного сечения [12, стр. 282, табл. 7.5];

$\gamma = 1,4$ - повышающий зональный коэффициент на базисную стоимость электроэнергетических объектов, для Дальнего Востока [12, стр. 279, табл. 7.2].

Капитальные затраты на сооружение схемы:

$$K_{об} = \gamma \cdot B = 1,3 \cdot 1780000 = 2314000 \text{ руб.},$$

где $B=40000 \cdot 44,5=1780000$ руб. - стоимость ОРУ 35 кВ[12, стр. 291, табл. 7.15].

Стоимость потерь электроэнергии в линии:

$$C_{пот} = n \cdot L \cdot \Delta P_{уд} \cdot k_{загр}^2 \cdot \tau_{max} \cdot \Delta C_э = 2 \cdot 1,1 \cdot 88 \cdot 0,17^2 \cdot 5482,46 \cdot 0,334 = \\ = 10245,31 \text{ руб./год.}$$

Стоимость амортизационных отчислений:

$$C_{ам} = E_{ам.лэп} \cdot K_{лэп} + E_{ам.об} \cdot K_{об} = 0,067 \cdot 3426500 + 0,067 \cdot 2314000 = 384613,5 \text{ руб./год,}$$

где $E_{ам.лэп} = 6,7\%$ - коэффициент амортизационных отчислений для линии[12, стр. 258, табл. 6.1];

$E_{ам.об} = 6,7\%$ - коэффициент амортизационных отчислений для силового оборудования и распределительного устройства [12, стр. 258, табл. 6.1].

Стоимость на обслуживание воздушной линии:

$$C_{обсл} = E_{обсл.лэп} \cdot K_{лэп} + E_{обсл.об} \cdot K_{об} = 0,008 \cdot 3426500 + 0,059 \cdot 2314000 = \\ = 163938 \text{ руб. год.}$$

Суммарные приведенные затраты:

$$Z_{лэп} = 1526226,81 \text{ руб./год.}$$

Определение суммарных приведенных затрат на установку силового оборудования

Суммарные приведенные затраты на установку силового оборудования определяются:

$$Z_{об} = E_{н}^{об} \cdot K_{тр} + C_{пот} + C_{ам} + C_{обсл},$$

где $K_{тр}$ - капитальные затраты на установку одного трансформатора[12, стр. 293, табл. 7.17];

$E_{н}^{об} = 0,193$ - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений для силового оборудования.

Капитальные затраты на установку трансформаторов:

$$K_{тр} = \gamma \cdot A \cdot n = 1,3 \cdot 3248500 \cdot 2 = 8446100 \text{ руб.},$$

где $A=73000 \cdot 44,5=3248500$ руб. - стоимость одного трансформатора[12, стр. 293, табл. 7.17].

Приведенные потери мощности в трансформаторах:

$$\Delta P_{xx}^I = \Delta P_{xx} + k_{\text{эк}} \cdot \Delta Q_{xx} = 6,7 + 0,07 \cdot 40 = 9,5 \text{ кВт},$$

$$\Delta P_{кз}^I = \Delta P_{кз} + k_{\text{эк}} \cdot \Delta Q_{кз} = 33,5 + 0,07 \cdot 300 = 54,5 \text{ кВт},$$

где $k_{\text{ЭК}}=0,07$ кВт/кВАр – экономический эквивалент реактивной мощности, коэффициент, который учитывает потери активной мощности в киловаттах, связанные с производством и распределением 1 кВАр реактивной мощности [5, стр. 85, рис. 3.14].

Стоимость годовых потерь электрической энергии в трансформаторах:

$$C_{\text{пот}} = n_{\text{тр}} \cdot (\Delta P_{xx}^I \cdot T_{\text{вкл}} + k_{\text{загр}}^2 \cdot \Delta P_{кз}^I \cdot \tau_{\text{max}}) \cdot \Delta C_{\text{э}},$$

где $T_{\text{вкл}}=8760$ ч — число часов работы трансформатора в течение года.

$$C_{\text{пот}} = 2 \cdot (9,5 \cdot 8760 + 0,44^2 \cdot 54,5 \cdot 5482,46) \cdot 0,334 = 92232,44 \text{ руб./год.}$$

Стоимость амортизационных отчислений:

$$C_{\text{ам}} = E_{\text{ам}} \cdot K_{\text{тр}} = 0,067 \cdot 8446100 = 565888,7 \text{ руб./год},$$

где $E_{\text{ам}} = 6,7\%$ - коэффициент амортизационных отчислений на обслуживание силового трансформатора [12, стр. 258, табл. 6.1].

Стоимость на обслуживание трансформаторов:

$$C_{\text{об}} = E_{\text{обсл}} \cdot K_{\text{тр}} = 0,059 \cdot 8446100 = 498319,9 \text{ руб./год},$$

где $E_{\text{ам}} = 5,9\%$ - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт и обслуживание силового оборудования и распределительного устройства [12, стр. 258, табл. 6.2].

Суммарные приведенные затраты:

$$Z_{\text{тр}} = 0,193 \cdot 8446100 + 92232,44 + 565888,7 + 498319,9 = 2786538,34 \text{ руб./год.}$$

Для удобства сравнения сведем результаты технико-экономических расчетов в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 - Сравнение суммарных приведенных затрат

<i>Номер варианта, U_{ном}, тип распределительного устройства</i>	<i>Марка и сечение питающих линий, мм²</i>	<i>Суммарные приведенные затраты на сооружение питающей линии 3, руб./год</i>	<i>Суммарные приведенные затраты на установку силового оборудования 3, руб./год</i>	<i>Суммарные приведенные затраты 3, руб./год</i>
Вариант 1 10 кВ, КРУН	2хАСБ-95	560105,16	252010	812115,16
Вариант 2 35 кВ, ОРУ	2хАС-35/6,2	1526226,81	2786538,34	4312765,15

Из сравнения расчетов, можно сделать вывод, что по суммарным приведенным затратам наиболее целесообразен первый вариант схемы внешнего электроснабжения. Но исходя из того, что при расчетах взята лишь часть морского порта и будущего развития предприятия с учетом роста нагрузки, целесообразен второй вариант схемы внешнего электроснабжения.

3.7 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций

При установке на крупных промышленных предприятий группы цеховых трансформаторов их номинальная мощность определяется плотностью нагрузки и выбирается, как правило, одинаковой для всей группы. Удельная плотность нагрузки определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{S_p^H}{F_{ц}} = \frac{3434,87}{15760} = 0,217 \text{ кВА/м}^2.$$

Принимаем номинальную мощность трансформаторов цеховых ТП равной $S_{н.тр} = 1000$ кВА [4, стр. 92, табл. 5.1]. Справочные данные которых представлены в таблице 3.5 [3, стр. 109, табл. П5.1].

Таблица 3.5 - Справочные данные цеховых трансформаторов

<i>Тип</i>	<i>S_{ном}, МВА</i>	<i>U_{вн}, кВ</i>	<i>U_{нн}, кВ</i>	<i>P_{хх}, кВт</i>	<i>P_{кз}, кВт</i>	<i>U_к, %</i>	<i>I_{хх}, %</i>
ТМЗ-1000/10	1000	10	0,4	1,9	10,8	5,5	1,2

Минимально возможное число трансформаторов цеховых ТП:

$$N_0 = \frac{\Sigma(P_p^H + P_{p.o.})}{\beta_{тр} \cdot S_{ном.тр.}} = \frac{2539,7}{0,7 \cdot 1000} = 3,63 \approx 4,$$

где $\beta_{тр}$ - коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном режиме, принимается 0,7.

Полученную величину округляем до ближайшего большего целого числа, принимаем $N=4$ трансформаторов. После выбора числа и мощности цеховых трансформаторов распределяют активные нагрузки цехов между ними равномерно.

Активная нагрузка на один трансформатор:

$$P_1 = \frac{\Sigma(P_p + P_{p.o.})}{N} = \frac{2539,7}{4} = 634,93 \text{ кВт.}$$

Определим число трансформаторов для установки в цехах предприятия:

$$N_i = \frac{P_p + P_{p.o.}}{P_1} = \frac{17,23}{634,93} = 0,027$$

Нагрузки цехов объединяются таким образом, чтобы трансформаторные подстанции были загружены оптимально, а количество трансформаторов было в пределах расчетного числа трансформаторов.

Результаты расчетов располагаются в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Число трансформаторов в цехах предприятия

<i>№ цеха на генплане</i>	<i>Наименование цехов</i>	<i>$P_p+P_{p.o.}$ кВт</i>	<i>Количество трансформаторов N, шт</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Проходная	17,23	0,027
2	Административное здание	155,44	0,245
3	Вагон размораживающая станция	337,26	0,531
4	Станция разгрузки вагонов с двумя тандемными вагоноопрокидывателями	116,63	0,184
5	Диспетчерская с ЦПУ	81,22	0,128
6	Комплекс конвейерного оборудования	92,21	0,145
7	Пожарное депо	44,22	0,070
8	Электроремонтный цех	243,32	0,383
9	Ремонтно-механический цех	268,32	0,423
10	Сервисное обслуживание оборудования по порту: Caterpillar и Liebherr	219,55	0,346
11	Судоремонтные мастерские	279,2	0,439

Окончание таблицы 3.6 - Число трансформаторов в цехах предприятия

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
12	Здание охраны	35,96	0,057
13	Гаражи погрузчиков	50,89	0,080
14	Складское хозяйство	42,06	0,066
15	Компрессорная станция	66,53	0,105
16	Ремонтно-строительный цех	203,85	0,321
17	База портфлота	194,73	0,307
18	Электрохозяйство	64,15	0,101

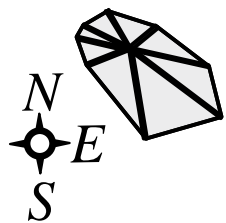
Так как получается дробные числа, то необходимо объединить нагрузки ближайших цехов.

На основании расчетов и группировании нагрузок на генплане предприятия производим расстановку цеховых трансформаторных подстанций, таблица 3.7, рисунок 3.6.

Таблица 3.7 - Распределение электрических нагрузок по пунктам питания

<i>Наименование пункта питания и количество трансформаторов</i>	<i>Потребители электроэнергии (номер по генплану)</i>	<i>Суммарная мощность, кВт</i>	<i>Место расположения на генплане</i>
ТП1 2 трансформатора	3-5,7, 11-16	1,263	Территория предприятия
ТП2 2 трансформатора	1-2, 6, 8-10, 17-18	1,255	Цех №9

Принимаем к установке двухтрансформаторную комплектную подстанцию 2КТПМ-1000-10/0,4 с трансформаторами ТМЗ-1000/10.



М 1:40

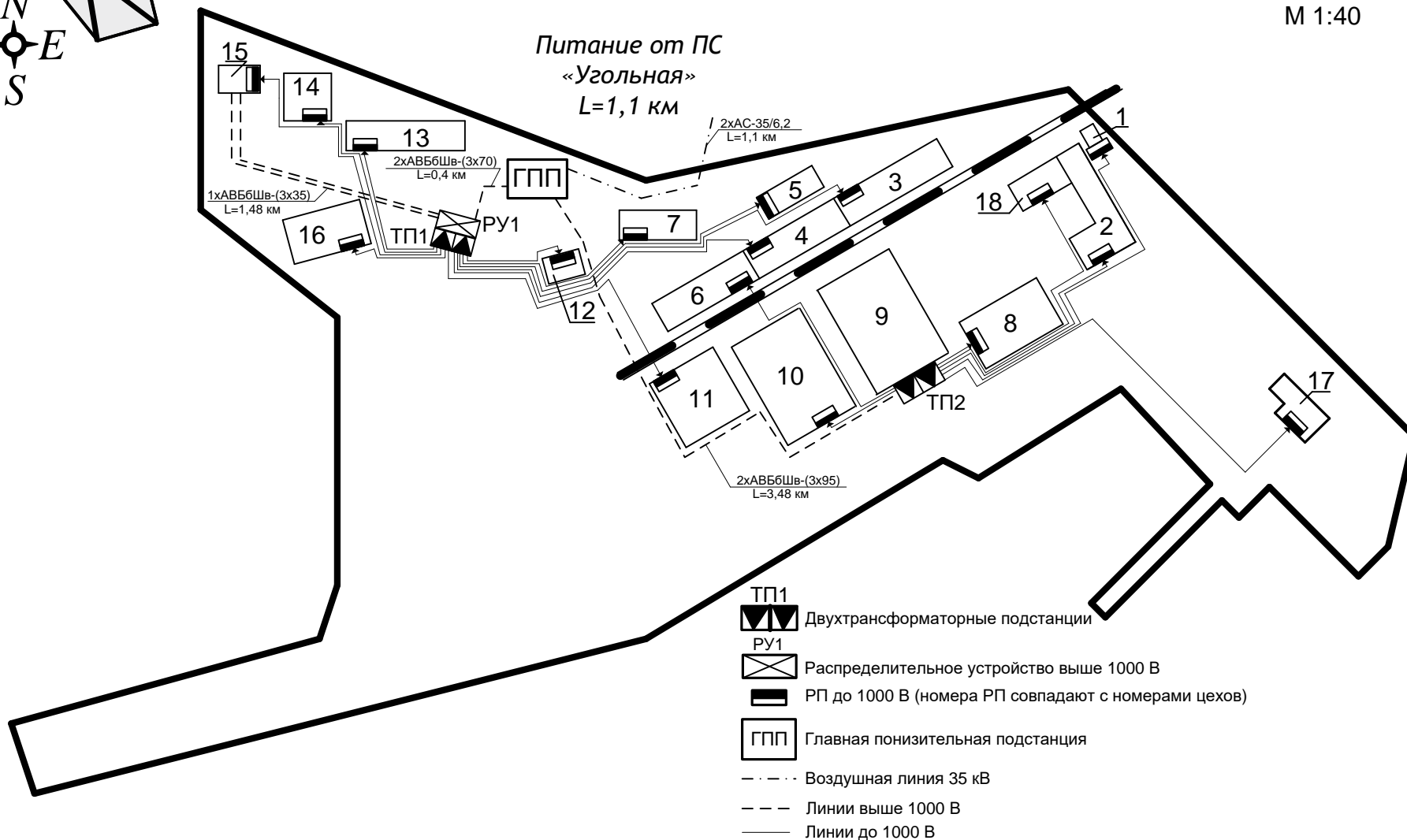


Рисунок 3.6 - Схема распределения электроэнергии по территории перевалопогрузочного комплекса

3.8 Компенсация реактивной мощности

При выборе средств компенсации реактивной мощности решающее значение имеет количество установленных трансформаторов, наличие синхронных и асинхронных двигателей и нагрузки со стороны напряжения выше 1000 В.

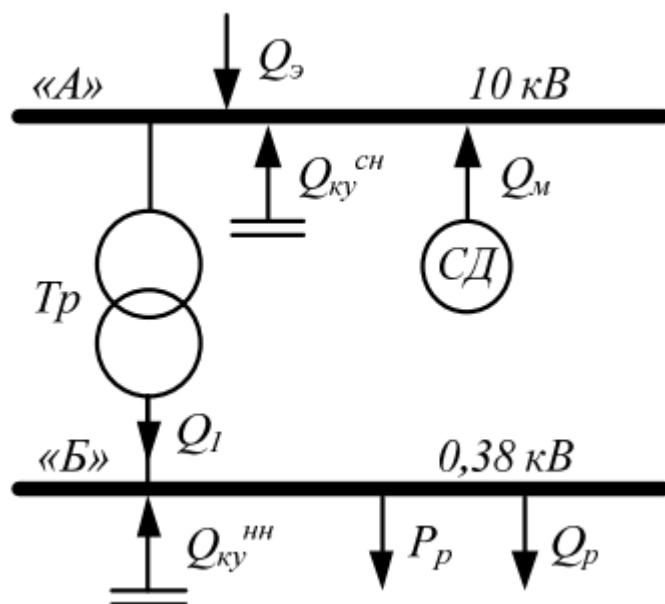


Рисунок 3.7 - Схема распределения реактивной мощности

На данном предприятии имеется синхронная высоковольтная нагрузка. Принимаем к рассмотрению двигатели типа СТД-630-2 с параметрами [5, стр. 172, табл. П7.3]:

$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$; $P_{ном.сд} = 630 \text{ кВт}$; $Q_{ном.сд} = 320 \text{ кВАр}$; $\eta = 95,53 \%$;

Коэффициент $D_1 = 2,27 \text{ кВт}$;

Коэффициент $D_2 = 3,11 \text{ кВт}$.

Коэффициент загрузки синхронных двигателей по активной мощности:

$$\beta_{сд} = \frac{P_{факт.сд}}{P_{ном.сд} \cdot n_{сд}} = \frac{1260}{630 \cdot 2} = 1.$$

Напряжение на зажимах синхронного двигателя:

$$U_{сд} = \frac{U_{ном}^{сн}}{U_{ном}} = \frac{10}{10} = 1.$$

Наибольшая допустимая перегрузка двигателя по реактивной мощности [5, стр. 117, табл. 5.1]:

$$\alpha_M = 1,23.$$

Максимальная величина реактивной мощности, которую может генерировать СД:

$$Q_M = \frac{n_{\text{сд}} \cdot \alpha_M \cdot Q_{\text{ном.сд}}}{\eta} = \frac{2 \cdot 1,23 \cdot 320}{0,9553} = 824 \text{ кВАр.}$$

Наибольшая реактивная мощность, которая может быть передана со стороны сети выше 1000 В в сеть до 1000 В:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{\text{тр}} \cdot \beta \cdot S_{\text{ном.тр}})^2 - (P_{\text{р}}^{\text{н}} + P_{\text{р.о}})^2} = \sqrt{(4 \cdot 0,7 \cdot 1000)^2 - (2539,7)^2} = 1178,95 \text{ кВАр.}$$

Баланс реактивной мощности в узле «А»:

$$Q_A = Q_3 + Q_M - Q_1 = 768,75 + 824 - 1178,95 = 413,8 \text{ кВАр.}$$

Компенсация со стороны среднего напряжения не требуется.

Баланс реактивной мощности в узле «Б»:

$$Q_B = Q_1 - Q_{\text{р.н}} = 1178,95 - 2313,98 = -1135,03 \text{ кВАр.}$$

Мощность конденсаторных установок на напряжении 0,4 кВ:

$$Q_{\text{куп}}^{\text{нн}} = Q_{\text{р.н}} - Q_1 = 2313,98 - 1178,95 = 1135,03 \text{ кВАр.}$$

Намечаем установку комплектных конденсаторных установок типа: УКБ-0,38-150-УЗ с параметрами [5, стр. 167, табл. П6.2]:

- номинальное напряжение $U_{\text{ном.ку}} = 0,38 \text{ кВ};$

- номинальная мощность $Q_{\text{ном.ку}} = 150 \text{ кВАр.}$

Полная реактивная мощность, генерируемая одной комплектной конденсаторной установкой:

$$Q_{\text{ку}} = \left(\frac{U_{\text{ном}}^{\text{нн}}}{U_{\text{ном.ку}}} \right)^2 \cdot Q_{\text{ном.ку}} = \left(\frac{0,38}{0,38} \right)^2 \cdot 150 = 150 \text{ кВАр.}$$

Необходимое количество комплектных конденсаторных установок для установки на стороне НН:

$$n_{\text{куп}} = \frac{Q_{\text{куп}}^{\text{нн}}}{Q_{\text{ку}}} = \frac{1135,03}{150} = 7,6 \text{ шт, принимаем } n_{\text{ку}} = 8 \text{ шт.}$$

Полная реактивная мощность, генерируемая комплектными конденсаторными установками:

$$Q_{\text{ку}}^{\text{нн}} = Q_{\text{ку}} \cdot n_{\text{ку}} = 150 \cdot 8 = 1200 \text{ кВАр.}$$

Мощность, генерируемая синхронными двигателями:

$$Q = Q_1 - Q_3 = 1178,95 - 768,75 = 410,2 \text{ кВАр.}$$

Суммарная генерируемая мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{\text{ку}} = Q_{\text{ку}}^{\text{сн}} + Q_{\text{ку}}^{\text{нн}} + Q = 0 + 1200 + 410,2 = 1610,2 \text{ кВАр.}$$

Полная расчетная мощность предприятия со стороны высшего напряжения трансформаторов ГПП с учетом точного значения реактивной мощности компенсирующих устройств:

$$S_{\text{рГПП}} = \sqrt{P_{\text{р}}^2 + (Q_{\text{р}} - Q_{\text{ку}})^2} = \sqrt{3282,67^2 + (3428,29 - 1610,2)^2} = 3752,52 \text{ кВА.}$$

Реактивная мощность снижает качество электроэнергии, приводит к завышению мощности трансформаторов и сечения кабелей, проводов, просадки напряжения в электросети, потерям активной и реактивной мощности трансформаторов. Кроме этого, реактивная мощность наряду с активной учитывается поставщиком электроэнергии, а, следовательно, подлежит оплате по действующему тарифу и составляет значительную часть счета.

Поэтому компенсация реактивной мощности при проектировании системы электроснабжения играет не мало важную роль.

Компенсация со стороны среднего напряжения не требуется, так как синхронный двигатель, в процессе своей работы способен генерировать реактивную мощность и обеспечивать необходимый уровень показателей качества электросети. На низкой стороне устанавливаем комплектные конденсаторные установки типа УКБ-0,38-150-У3. Предназначенные для автоматической компенсации реактивной мощности.

3.9 Схема внутриводской сети 10 кВ

Распределительная сеть по территории перевалопогрузочного комплекса выполняется трехжильными кабелями марки АВББШв (кабель с алюминиевыми жилами, с оболочкой из вулканизированного полиэтилена, бронированный, с наружным покровом из поливинилхлоридного шланга) с прокладкой по эстакадам. Питание высоковольтных двигателей осуществляем кабельными линиями той же марки, с прокладкой по эстакадам.

Упрощенная схема питания цеховых трансформаторных подстанций приведена на рисунке 3.8.

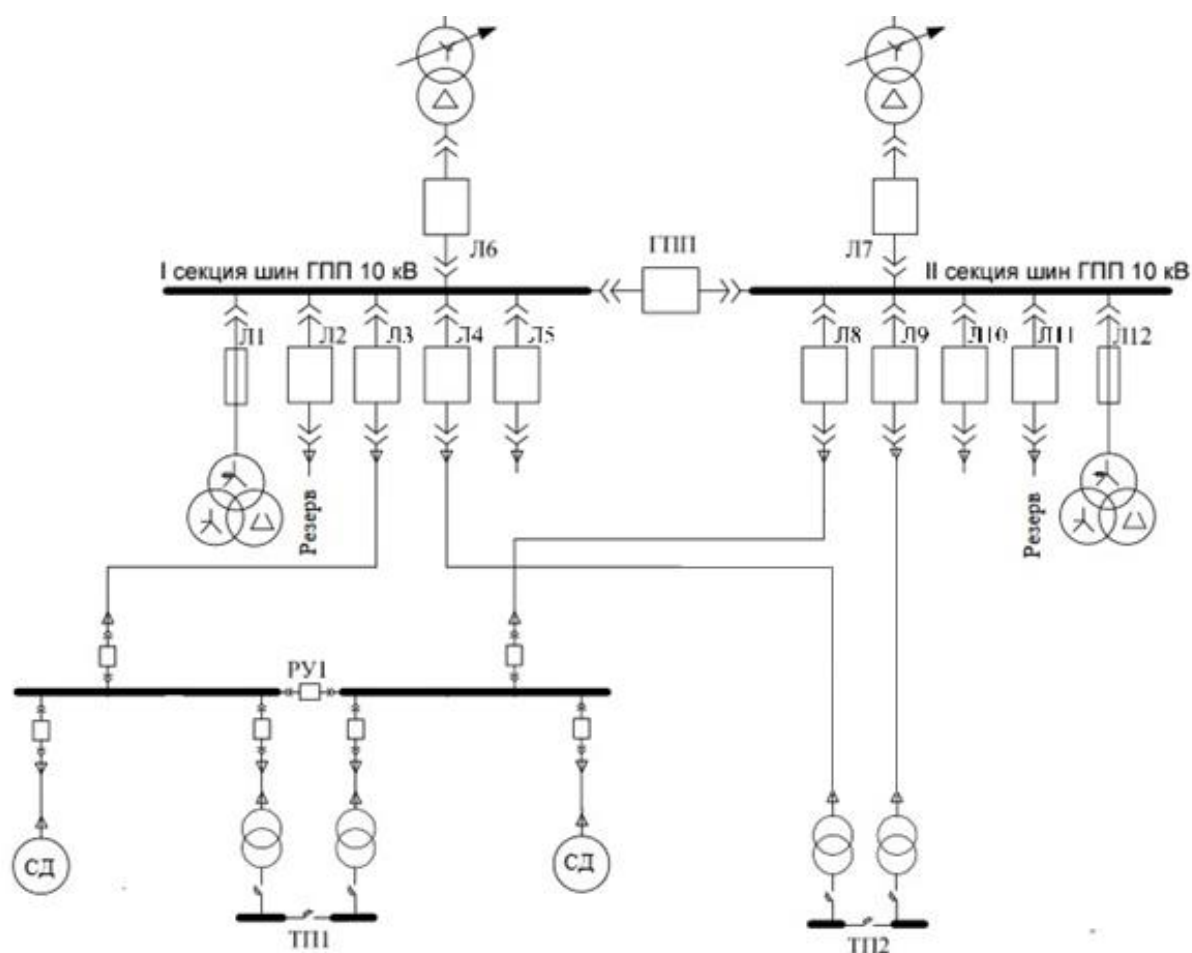


Рисунок 3.8 - Упрощенная схема питания цеховых подстанций и высоковольтных электроприемников

Сечение кабельных линий будем выбирать по экономической плотности тока. Расчетный ток определяем на одну линию:

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n}$$

Полученное сечение округляется до ближайшего стандартного сечения. Расчетный ток должен соответствовать условиям нормальной работы. Расчетным током линии для питающих цеховых трансформаторов, преобразователей, высоковольтных электродвигателей и трансформаторов электропечей является их номинальный ток, независимо от фактической загрузки.

ГПП - РУ1

Расчетный ток на одну цепь:

$$I_p = \frac{n_{тр} \cdot S_{ном.тр} + S_p^B}{n_{ц} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{2 \cdot 1000 + 787,5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 80,47 \text{ А,}$$

где $S_{ном.тр}$ - номинальная мощность цехового трансформатора, кВА;

S_p^B - расчетная мощность высоковольтной нагрузки РУ, кВА;

$n_{тр}$ - количество трансформаторов, шт;

$n_{ц}$ - количество цепей питающей линии, шт.

Расчетный ток в послеаварийном режиме:

$$I_{р.п} = \frac{n_{тр} \cdot S_{ном.тр} + S_p^B}{n_{ц} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{2 \cdot 1000 + 787,5}{1 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 160,94 \text{ А.}$$

Экономическое сечение при работе предприятия с $T_{max}=6671,08$ час/год и питания кабелями с алюминиевыми жилами определяется для экономической плотности тока $j_{эк} = 1,2 \text{ А/мм}^2$ [1, стр. 72, табл. 3.16]:

$$F_{эк} = \frac{I_p}{j_{эк}} = \frac{80,47}{1,2} = 67,06 \text{ мм}^2.$$

Намечаем кабель ближайшего стандартного сечения марки АВБбШв:

$$F = 70 \text{ мм}^2 \text{ с } I_{доп} = 140 \text{ А} [1, \text{стр. 66, табл. 3.7}].$$

Выбранное сечение проверяется по допустимой нагрузке из условий нагрева в нормальном режиме и с учетом допустимой перегрузки в послеаварийном режиме:

$$I_{доп} = 140 \text{ А} \geq I_p = 80,47 \text{ А,}$$

$$1,3 \cdot I_{доп} \geq I_{р.п},$$

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}} = 1,3 \cdot 140 \text{ А} = 182 \text{ А} \geq I_{\text{р.п}} = 160,94 \text{ А}.$$

Выбранное сечение проходит по результатам проверок. Оставляем ранее намеченный кабель: 2хАВБбШВ - (3х70).

РУ1 - ТП1

Расчетный ток на одну цепь:

$$I_{\text{р}} = \frac{n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{ном.тр}}}{n_{\text{ц}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{2 \cdot 1000}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 57,74 \text{ А}.$$

Расчетный ток в послеаварийном режиме:

$$I_{\text{р.п}} = \frac{n_{\text{тр}} \cdot S_{\text{ном.тр}}}{n_{\text{ц}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{2 \cdot 1000}{1 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 115,47 \text{ А}.$$

Экономическое сечение при работе предприятия с $T_{\text{max}}=6671,08$ час/год и питания кабелями с алюминиевыми жилами определяется для экономической плотности тока $j_{\text{ЭК}} = 1,2 \text{ А/мм}^2$ [1, стр. 72, табл. 3.16]:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{р}}}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{57,74}{1,2} = 48,12 \text{ мм}^2.$$

Намечаем кабель ближайшего стандартного сечения марки АВБбШВ:

$$F = 50 \text{ мм}^2 \text{ с } I_{\text{доп}} = 110 \text{ А} [1, \text{стр. 66, табл. 3.7}].$$

Выбранное сечение проверяется по допустимой нагрузке из условий нагрева в нормальном режиме и с учетом допустимой перегрузки в послеаварийном режиме:

$$I_{\text{доп}} = 110 \text{ А} \geq I_{\text{р}} = 57,74 \text{ А},$$

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}} = 1,3 \cdot 110 = 143 \text{ А} \geq I_{\text{р.п}} = 115,47 \text{ А}.$$

Выбранное сечение проходит по результатам проверок. Оставляем ранее намеченный кабель: 2хАВБбШВ - (3х50).

РУ1 — СД 630 кВт

Расчетный ток на одну цепь:

$$I_{\text{р}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,8} = 45,47 \text{ А},$$

где $P_{\text{ном}}$ - номинальная мощность двигателя, кВт.

Экономическое сечение при работе предприятия с $T_{\text{max}}=6671,08$ час/год и питания кабелями с алюминиевыми жилами определяется для экономической плотности тока $j_{\text{ЭК}} = 1,2 \text{ А/мм}^2$ [1, стр. 72, табл. 3.16]:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{j_{\text{ЭК}}} = \frac{45,47}{1,2} = 37,89 \text{ мм}^2.$$

Намечаем кабель ближайшего стандартного сечения марки АВБбШв:

$$F = 35 \text{ мм}^2 \text{ с } I_{\text{доп}} = 90 \text{ А [1, стр. 66, табл. 3.7].}$$

Выбранное сечение проверяется по допустимой нагрузке из условий нагрева в нормальном режиме:

$$I_{\text{доп}} = 90 \text{ А} \geq I_p = 45,47 \text{ А.}$$

Выбранное сечение проходит по результатам проверок. Оставляем ранее намеченный кабель: АВБбШв — (3х35).

Результаты расчета располагаются в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Выбор сечений кабельных линий сети 10 кВ

Участок	Мощность участка S, кВА	n _ц , шт	U _{ном.} , кВ	L, км	Расчетная нагрузка		F _{ЭК} , мм ²	Способ прокладки	Марка и сечение	Допустимая нагрузка	
					I _{расч.} , А	I _{расч.ав.} , А				I _{доп.} , А	1,3 · I _{доп.} , А
ГПП-РУ1	2787,5	2	10	0,4	80,47	160,94	67,06	по эстакадам	2хАВБбШв-(3х70)	140	182
РУ1-ТП1	2000	2	10	0,2	57,74	115,47	48,12		2хАВБбШв-(3х50)	110	143
РУ1-СД	678,4	1	10	1,48	45,47	-	37,89		1хАВБбШв-(3х35)	90	-
ГПП-ТП2	2000	2	10	3,48	57,74	115,47	48,12		2хАВБбШв-(3х95)	170	221

Схема электрическая принципиальная приведена в приложении ДП-ФЮРА.3710000.024.Э4.

3.10 Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В

Все электрические аппараты и токоведущие части электрических установок должны быть выбраны таким образом, чтобы исключалось их разрушение при прохождении по ним наибольших возможных токов КЗ, в связи с чем возникает необходимость расчета этих величин.

Расчет токов КЗ ведем в относительных единицах. Для этого все расчетные данные приводят к базисному напряжению и базисной мощности.

Для расчетов токов КЗ составляют расчетную схему системы электроснабжения рисунок 3.9 и на ее основе схему замещения рисунок 3.10. Расчетная схема представляет собой упрощенную однолинейную схему, на которой указывают все элементы системы электроснабжения и их параметры, влияющие на ток КЗ. Здесь же указывают точки, в которых необходимо определить ток КЗ.

Расчет токов КЗ ведем на участке: Система-ГПП-ТП2.

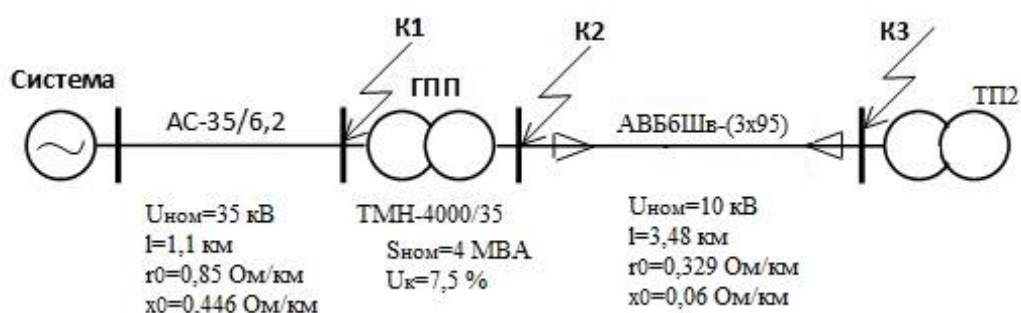


Рисунок 3.9 - Расчетная схема рассматриваемого участка

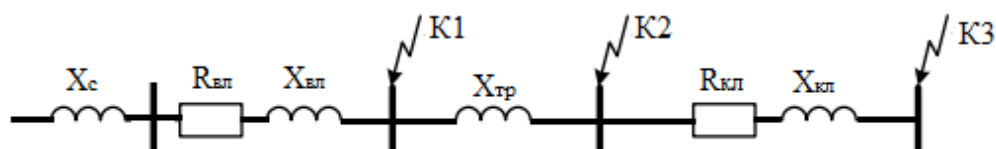


Рисунок 3.10 - Схема замещения рассматриваемого участка

Примем, что система бесконечной мощности, следовательно, сопротивление системы равно нулю.

Принимаем за базисные величины:

$$S_6 = 100 \text{ МВА}, U_{61} = 37 \text{ кВ}, U_{62} = 10,5 \text{ кВ}.$$

Находим базисные токи:

$$I_{61} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{61}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37} = 1,56 \text{ кА},$$
$$I_{62} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{62}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,499 \text{ кА}.$$

При расчете токов КЗ в сетях выше 1000 В учитывается индуктивное сопротивление элементов сети: электродвигателей, трансформаторов, реакторов, воздушных и кабельных линий, токопроводов. Активное сопротивление учитывается для воздушных ЛЭП с малым сечением проводов и со стальными проводами, если $R_\Sigma \geq X_\Sigma/3$, где R_Σ , X_Σ — суммарные активное и реактивное сопротивление сети от источника питания до места КЗ.

Для точки К1:

$$r_\Sigma = 0,85 \text{ Ом/км} > \frac{x_\Sigma}{3} = \frac{0,446}{3} = 0,149 \text{ Ом/км}.$$

Базисные сопротивления в относительных единицах определяются по следующим формулам:

- сопротивление воздушной линии:

$$x_{вл} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_{61}^2} = 0,446 \cdot 1,1 \cdot \frac{100}{37^2} = 0,036 \text{ Ом},$$
$$r_{вл} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_{61}^2} = 0,85 \cdot 1,1 \cdot \frac{100}{37^2} = 0,068 \text{ Ом},$$

где $x_0 = 0,446 \text{ Ом/км}$ - удельное индуктивное сопротивление провода марки АС-35/6,2;

$r_0 = 0,85 \text{ Ом/км}$ - активное сопротивление провода марки АС-35/6,2.

- индуктивное сопротивление трансформатора:

$$x_{тр} = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{н.тр}} = \frac{7,5}{100} \cdot \frac{100}{4} = 1,875 \text{ Ом},$$

где $U_k = 7,5 \%$ - напряжение короткого замыкания трансформатора.

- сопротивление кабельной линии:

$$x_{\text{кл}} = x_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_{62}^2} = 0,06 \cdot 3,48 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 0,189 \text{ Ом},$$

$$r_{\text{кл}} = r_0 \cdot l \cdot \frac{S_6}{U_{62}^2} = 0,329 \cdot 3,48 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 1,04 \text{ Ом},$$

где $x_0 = 0,06 \text{ Ом/км}$ - удельное индуктивное сопротивление кабеля марки АВБбШв-(3х95);

$r_0 = 0,329 \text{ Ом/км}$ - удельное активное сопротивление кабеля марки АВБбШв-(3х95).

Полное сопротивление от источника питания до точки К1:

$$Z_{\Sigma 1} = \sqrt{R_{\Sigma 1}^2 + X_{\Sigma 1}^2} = \sqrt{0,068^2 + 0,036^2} = 0,077 \text{ Ом}.$$

Действующее значение установившегося тока КЗ в точке К1:

$$I_K = \frac{I_6}{Z_{\Sigma 1}} = \frac{1,56}{0,077} = 20,26 \text{ кА}.$$

Ударный ток КЗ в точке К1:

$$i_y = I_K \cdot \sqrt{2} \cdot k_y = 20,26 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,8 = 51,57 \text{ кА},$$

где $k_y = 1,8$ - ударный коэффициент, зависящий от постоянной времени T_a [6, стр. 118, табл. 7.1].

Расчеты токов КЗ для других точек сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 - Результаты расчетов токов КЗ

<i>Точка КЗ</i>	<i>U₆, кВ</i>	<i>I₆, кА</i>	<i>Z_Σ, Ом</i>	<i>k_{уд}</i>	<i>I_к, кА</i>	<i>i_{уд}, кА</i>
К1	37	1,56	0,077	1,8	20,26	51,57
К2	10,5	5,499	1,911	1,8	2,878	7,33
К3	10,5	5,499	2,374	1,8	2,316	5,89

Полученное сечение высоковольтных линий необходимо проверить на термическую стойкость при коротком замыкании.

Время отключения КЗ [7, стр. 206 – 211]:

$$t_{\text{пр}} = 0,1 \div 0,3 \text{ с}.$$

Тепловой импульс тока КЗ:

$$W_k = I_k^2 \cdot t_{пр} = 2877,5^2 \cdot 0,3 = 2481412,8 \text{ A}^2 \cdot \text{с},$$

где I_k - ток короткого замыкания на низкой стороне трансформатора ГПП, кА.

Термически стойкое сечение:

$$F_{min} = \frac{I_k \cdot \sqrt{t_{пр}}}{C_T} = \frac{\sqrt{W_k}}{C_T} = \frac{\sqrt{2481412,8}}{85} = 18,53 \text{ мм}^2 < F_{реал} = 50 \text{ мм}^2,$$

где $C_T = 85 \text{ A} \cdot \text{с}^{1/2} / \text{мм}^2$ - коэффициент, зависящий от допустимой температуры при КЗ и материала проводника (с алюминиевыми жилами) [3, стр. 43].

Выбранное сечение по термической стойкости проходит.

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Выбор и проверка оборудования в сети выше 1000 В	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	12
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

4 ВЫБОР И ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ В СЕТИ ВЫШЕ 1000 В

В системах электроснабжения могут возникнуть режимы, характеризующиеся тепловыми и механическими нагрузками, значительно превышающие нагрузки нормального режима работы и представляющие, поэтому опасность для элементов системы электроснабжения. Правильно выбранное оборудование — залог надежной работы электрооборудования и всей системы электроснабжения. Все оборудование, устанавливаемое в системах электроснабжения должно быть устойчиво к токам КЗ и выбирается с их учетом.

4.1 Выбор выключателей и разъединителей

Рассмотрим выбор выключателей и разъединителей на высокой стороне трансформатора ГПП.

Намечаем к установке выключатель типа ВВУС-35П-25/1000[13].

Проверка выключателя:

1. По номинальному напряжению:

$$U_{\text{ном}} = 35 \text{ кВ} \geq U_{\text{уст}} = 35 \text{ кВ},$$

где $U_{\text{уст}}$ - номинальное (установившееся) напряжение системы;

$U_{\text{ном}}$ - номинальное напряжение выключателя.

2. По номинальному току:

$$I_{\text{ном.в}} = 1000 \text{ А} \geq I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{р.ГПП}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{3505,43}{\sqrt{3} \cdot 35} = 57,82 \text{ А},$$

где $I_{\text{ном.в}}$ - номинальный ток выключателя, А.

3. По отключающей способности:

$$I_{\text{ном.откл}} = 25 \text{ кА} \geq I_{\text{п,т}} = 20,26 \text{ кА},$$

где $I_{\text{ном.откл}}$ - номинальный ток отключения выключателя, кА.

4. По электродинамической стойкости при токах КЗ:

$$I_{\text{дин}} = 63 \text{ кА} \geq I_{\text{п,0}} = 20,26 \text{ кА},$$

$$i_{\text{дин}} = 125 \text{ кА} \geq i_{\text{уд}} = 51,57 \text{ кА},$$

где $I_{\text{дин}}$ - ток электродинамической стойкости выключателя, кА;

$i_{\text{дин}}$ - пик тока электродинамической стойкости выключателя, кА.

5. По термической стойкости:

$$B_k = I_{\text{п},0}^2 \cdot (t_z + t_{\text{откл.в}} + T_a) \leq I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}},$$

$$B_k = 20,26^2 \cdot (1,2 + 0,04 + 0,01) = 513,08 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \leq I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 25^2 \cdot 3 = 1875 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

где $I_{\text{тер}}$ - ток термической стойкости выключателя, кА;

$t_{\text{тер}}$ - длительность протекания тока термической стойкости, с.

Выключатель проходит по результатам проверок.

Намечаем к установке разъединитель типа РДЗ-35/1000 У1[14].

Проверка разъединителя:

1. По номинальному напряжению:

$$U_{\text{ном}} = 35 \text{ кВ} \geq U_{\text{уст}} = 35 \text{ кВ}.$$

2. По номинальному току:

$$I_{\text{ном.в}} = 1000 \text{ А} \geq I_p = \frac{S_{\text{р.ГПП}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{3505,43}{\sqrt{3} \cdot 35} = 57,82 \text{ А}.$$

3. По электродинамической стойкости:

$$i_{\text{пр.с}} = 63 \text{ кА} \geq i_{\text{уд}} = 51,57 \text{ кА}.$$

4. По термической стойкости:

$$B_k = I_{\text{п},0}^2 \cdot (t_z + t_{\text{откл.в}} + T_a) \leq I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}},$$

$$B_k = 20,26^2 \cdot (1,2 + 0,04 + 0,01) = 513,08 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \leq I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 25^2 \cdot 4 = 2500 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Разъединитель проходит по результатам проверок.

Оборудование выбираем однотипное, т.е. все выключатели и разъединители на высокой стороне будут одной марки.

Дальнейший расчет сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Выбор выключателей и разъединителей

<i>Расчетные данные</i>	<i>Выключатель ВВУС-35И-25/1000</i>	<i>Разъединитель РДЗ-35/1000 У1</i>
$U_{уст}=35$ кВ	$U_{ном}=35$ кВ	$U_{ном}=35$ кВ
$I_p=57,82$ А	$I_{ном}=1000$ А	$I_{ном}=1000$ А
$I_{н,t}=20,26$ кА	$I_{ном.откл}=25$ кА	-
$I_{н,0}=20,26$ кА	$I_{дин}=63$ кА	-
$i_{уд}=51,57$ кА	$i_{дин}=125$ кА	$i_{пр.с.}=63$ кА
$B_k=513,08$ кА ² ·с	$I_{тер}^2 \cdot t_{тер}=1875$ кА ² ·с	$I_{тер}^2 \cdot t_{тер}=2500$ кА ² ·с
<i>Расчетные данные</i>	<i>Выключатель ВВ/TEL-10-8/800[1]</i>	<i>Разъединитель</i>
$U_{уст}=10$ кВ	$U_{ном}=10$ кВ	Используется выкатная тележка
$I_p=99,47$ А	$I_{ном}=800$ А	
$I_{н,t}=2,88$ кА	$I_{ном.откл}=8$ кА	
$I_{н,0}=2,88$ кА	$I_{дин}=8$ кА	
$I_{уд}=7,33$ кА	$i_{дин}=20$ кА	
$B_k=10,24$ кА ² ·с	$I_{тер}^2 \cdot t_{тер}=192$ кА ² ·с	

4.2 Выбор измерительных трансформаторов тока

Основными приборами, которые подключаются к трансформаторам тока на понизительных подстанциях являются амперметры, ваттметры, варметры, счетчики активной и реактивной мощности [14, стр. 362, табл. 4.11], [14, стр. 635, табл. П. 4.7].

Таблица 4.2 - Нагрузка трансформатора тока

<i>Место установки</i>	<i>Прибор</i>	<i>Тип</i>	<i>Потребляемая мощность обмотки, ВА</i>		
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Сторона ВН трансформатора	Амперметр	Э-350	-	0,5	-
	Ваттметр	Д-335	0,5	-	0,5
	Варметр	Д-335	0,5	-	0,5
	Счетчик W	СЭТ-4М	2,5	-	2,5
	Счетчик V	СЭТ-4М	2,5	-	2,5
<i>Итого:</i>			6	0,5	6
Сторона НН трансформатора	Амперметр	Э-350	-	0,5	-
	Ваттметр	Д-335	0,5	-	0,5
	Варметр	Д-335	0,5	-	0,5
	Счетчик W	СЭТ-4М	2,5	-	2,5
	Счетчик V	СЭТ-4М	2,5	-	2,5
<i>Итого:</i>			6	0,5	6

Рассмотрим выбор трансформатора тока на стороне ВН трансформатора ГПП.

Намечаем к установке трансформатор тока типа ТФЗМ-35А У1 [15, стр. 304, табл. 5.9].

Проверка трансформатора тока:

1. По напряжению установки:

$$U_{\text{ном}} = 35 \text{ кВ} \geq U_{\text{уст}} = 35 \text{ кВ.}$$

2. По номинальному току:

$$I_{\text{ном.1}} = 400 \text{ А} \geq I_p = \frac{S_{\text{р.ГПП}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{3505,43}{\sqrt{3} \cdot 35} = 57,82 \text{ А.}$$

3. По электродинамической стойкости:

$$i_{\text{дин}} = 84 \text{ кА} \geq i_{\text{уд}} = 51,57 \text{ кА.}$$

4. По термической стойкости:

$$B_k = 20,26^2 \cdot (1,2 + 0,04 + 0,01) = 513,08 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \leq I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 15^2 \cdot 4 = 675 \text{ кА}^2 \cdot \text{с.}$$

5. По вторичной нагрузке:

$$Z_2 \leq Z_{2\text{ном}},$$

где $Z_{2\text{ном}} = 2 \text{ Ом}$ - номинальная нагрузка, в классе точности 0,5.

Общее сопротивление приборов, подключенных к трансформатору тока:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6}{5^2} = 0,24 \text{ Ом.}$$

Допустимое сопротивление проводников:

$$r_{\text{приб,доп}} = Z_{2\text{ном}} - r_{\text{приб}} - r_k = 2 - 0,24 - 0,1 = 1,66 \text{ Ом,}$$

где $r_k = 0,1 \text{ Ом}$ - сопротивление контактов при большем количестве приборов [6, стр. 144].

Для присоединения приборов к трансформатору тока используем кабель с алюминиевыми жилами.

Расчетное сечение кабеля:

$$F_{\text{расч}} = \frac{\rho \cdot l_{\text{расч}}}{r_{\text{приб,доп}}} = \frac{0,0283 \cdot 11,6}{1,66} = 0,19 \text{ мм}^2,$$

где $\rho = 0,0283 \text{ Ом/мм}^2$ - удельное сопротивление алюминиевого провода [14, стр. 374];

$$l_{\text{расч}} = \sqrt{3} \cdot l = \sqrt{3} \cdot 45 = 11,6 \text{ м} - \text{расчетная длина провода [6, стр. 144].}$$

Принимаем провод марки АКРВГ сечением $F = 4 \text{ мм}^2$ [14, стр. 375].

Тогда сопротивление кабеля:

$$r_{\text{пр}} = \frac{\rho \cdot l_{\text{расч}}}{F} = \frac{0,0283 \cdot 11,6}{4} = 0,082 \text{ Ом.}$$

Вторичная нагрузка трансформатора тока:

$$Z_2 = r_{\text{приб}} + r_{\text{пр}} + r_{\text{к}} = 0,24 + 0,082 + 0,1 = 0,422 \text{ Ом} \leq Z_{2\text{ном}} = 2 \text{ Ом.}$$

Трансформатор тока проходит по результатам проверки.

Дальнейшие расчеты сведем в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 - Выбор трансформатора тока в цепях трансформатора ГПП

<i>Тип ТТ</i>	<i>Расчетные данные</i>	<i>Каталожные данные</i>
ТФЗМ-35А У1 Сторона ВН трансформатора	$U_{\text{уст}}=35 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}}=35 \text{ кВ}$
	$I_{\text{р}}=57,82 \text{ А}$	$I_{\text{ном.1}}=400 \text{ А}$
	$i_{\text{уд}}=51,57 \text{ кА}$	$i_{\text{дин}}=84 \text{ кА}$
	$B_{\text{к}}=513,08 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}=675 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$
	$Z_2=0,422 \text{ Ом}$	$Z_{2\text{ном.}}=2 \text{ Ом}$
ТЛМ10 -1У3[15, стр. 296, табл. 5.9] Сторона НН трансформатора	$U_{\text{уст}}=10 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}}=10 \text{ кВ}$
	$I_{\text{р}}=99,47 \text{ А}$	$I_{\text{ном.1}}=100 \text{ А}$
	$i_{\text{уд}}=7,33 \text{ кА}$	$i_{\text{дин}}=35,2 \text{ кА}$
	$B_{\text{к}}=10,24 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}=119,07 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$
	$Z_2=0,367 \text{ Ом}$	$Z_{2\text{ном.}}=0,4 \text{ Ом}$

4.3 Выбор измерительных трансформаторов напряжения

Основными приборами, которые подключаются к трансформаторам напряжения на понизительных подстанциях являются вольтметры, ваттметры,

варметры, частотомеры и счетчики активной и реактивной энергии [14, стр. 362, табл. 4.11], [14, стр. 635, табл. П. 4.7].

Таблица 4.4 - Нагрузка трансформаторов напряжения

<i>Место установки</i>	<i>Прибор</i>	<i>Тип</i>	<i>S_{обл}, В·А</i>	<i>n_{обл}</i>	<i>cosφ</i>	<i>sinφ</i>	<i>n_{приб}</i>	<i>Потр. Мощн.</i>	
								<i>P, Вт</i>	<i>Q, ВАр</i>
Сторона ВН трансформатора	Вольтметр	Э-335	2	1	1	0	1	2	0
	Вольтметр	Н-393	10	1	1	0	1	10	0
	Частотомер	Н-397	7	1	1	0	1	7	0
	Ваттметр	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	0
	Варметр	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	0
	Счетчик W	СЭТ-4ТМ	0,3	-	-	-	1	0,3	0
	Счетчик V	СЭТ-4М	0,3	-	-	-	1	0,3	0
Итого:								25,6	0
Сторона НН трансформатора	Вольтметр	Э-335	2	1	1	0	2	4	0
	Ваттметр	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	0
	Варметр	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	0
	Счетчик W	СЭТ-4М	0,3	-	-	-	4	1,2	0
	Счетчик V	СЭТ-4ТМ	0,3	-	-	-	4	1,2	0
Итого:								12,4	0

Рассмотрим выбор трансформатора напряжения на стороне ВН трансформатора.

Намечаем установку трансформатора напряжения типа ЗНОЛ-35 [15, стр. 634, табл. П. 4.6].

Проверка трансформатора напряжения:

1. По напряжению установки:

$$U_{\text{ном}} = 35 \text{ кВ} \geq U_{\text{уст}} = 35 \text{ кВ.}$$

2. По вторичной нагрузке:

$$S_{2\text{расч}} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{25,6^2 + 0^2} = 25,6 \text{ В} \cdot \text{А} \leq S_{2\text{ном}} = 150 \text{ В} \cdot \text{А},$$

где $S_{2\text{ном}} = 150 \text{ В} \cdot \text{А}$ - номинальная мощность трансформатора напряжения, в классе точности 0,5.

Трансформатор напряжения проходит по результатам проверок.

Выбор трансформатора напряжения на стороне НН трансформатора.

Намечаем установку трансформатора напряжения типа НОЛ. 08-10 [15, стр. 634, табл. П. 4.6].

Проверка трансформатора напряжения:

1. По напряжению установки:

$$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ} \geq U_{\text{уст}} = 10 \text{ кВ.}$$

2. По вторичной нагрузке:

$$S_{2\text{расч}} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{12,4^2 + 0^2} = 12,4 \text{ В} \cdot \text{А} \leq S_{2\text{ном}} = 75 \text{ В} \cdot \text{А},$$

где $S_{2\text{ном}} = 75 \text{ В} \cdot \text{А}$ - номинальная мощность трансформатора напряжения, в классе точности 0,5.

Трансформатор напряжения проходит по результатам проверок.

Для соединения трансформаторов напряжения с приборами принимаем контрольный кабель марки АКРВГ сечением $F = 4\text{мм}^2$ [14, стр. 375].

4.4 Учет электрической энергии

Большое значение играет точность измерения потребленной электроэнергии, так как вопросы рационального и экономного расходования электроэнергии занимают важнейшую роль на промышленном предприятии. Одним из главных условий решения этих вопросов является организация доступной и качественной системы учета электроэнергии. В качестве такой

системы принимаем автоматизированную информационно-измерительную систему коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) предназначенная для измерения активной и реактивной электроэнергии, потребленной за установленные интервалы времени отдельными технологическими объектами, сбора, обработки, хранения и передачи полученной информации. Выходные данные системы могут быть использованы для коммерческих расчетов.

АИИС КУЭ решает следующие задачи:

- измерение 30-минутных приращений активной и реактивной электроэнергии;
- формирование служебной информации о состоянии средств измерений (журналы событий);
- периодический (1 раз в сутки) и/или по запросу автоматический сбор привязанных к единому календарному времени результатов измерений и служебной информации;
- хранение результатов измерений в специализированной базе данных, отвечающей требованию повышенной защищенности от потери информации (резервирование баз данных) и от несанкционированного доступа;
- передача в организации -участники оптового рынка электроэнергии результатов измерений;
- предоставление по запросу контрольного доступа к результатам измерений, данных о состоянии объектов и средств измерений со стороны сервера организаций- участников оптового рынка электроэнергии;
- обеспечение защиты оборудования, программного обеспечения и данных от несанкционированного доступа на физическом и программном уровне (установка паролей и т.п.);
- диагностика и мониторинг функционирования технических и программных средств АИИС КУЭ.

АИИС КУЭ представляет собой многоуровневую систему с централизованным управлением и распределенной функцией измерений.

АИИС КУЭ включает в себя следующие уровни:

1-й уровень- измерительно-информационный комплекс (ИИК) включает в себя измерительные трансформаторы тока (ТТ) классов точности 0,5, измерительные трансформаторы напряжения (ТН) классов точности 0,5, счетчики активной и реактивной электроэнергии класса точности 0,5.

2-й уровень- информационно-вычислительный комплекс электроустановки (ИВКЭ) включает в себя устройства сбора и передачи данных УСПД типа RTU-325, устройство синхронизации системного времени УССВ - 35HVS и каналобразующую аппаратуру.

3-й уровень- информационно-вычислительный комплекс(ИВК), включающий в себя сервер АИИС КУЭ, автоматизированные рабочие места персонала(АРМ) и программное обеспечение (ПО).

Первичные фазные токи и напряжения трансформируются измерительными трансформаторами в аналоговые сигналы низкого уровня, которые по вторичным измерительным цепям поступают на соответствующие входы электронного счетчика электрической энергии. В счетчике мгновенные значения аналоговых сигналов преобразуются в цифровой сигнал. По мгновенным значениям силы электрического тока и напряжения в микропроцессоре счетчика вычисляются мгновенные значения активной и полной мощности, которые усредняются за период 0,02 с. Цифровой сигнал с выходов счетчиков по проводным линиям связи поступает на входы УСПД, где осуществляется хранение измерительной информации, ее накопление и передача накопленных данных по радиорелейной линии связи на третий уровень системы (сервер АИИС КУЭ). На верхнем- третьем уровне системы выполняется дальнейшая обработка измерительной информации, в частности, вычисление значений электроэнергии и мощности с учетом коэффициентов трансформации ТТ и ТН, хранение измерительной информации, оформление справочных и отчетных документов, а также передача накопленных данных в информационные системы организаций-участников оптового рынка электроэнергии. Передача информации организациям-участникам оптового

рынка электроэнергии осуществляется по выделенному каналу передачи данных через Интернет-провайдера.

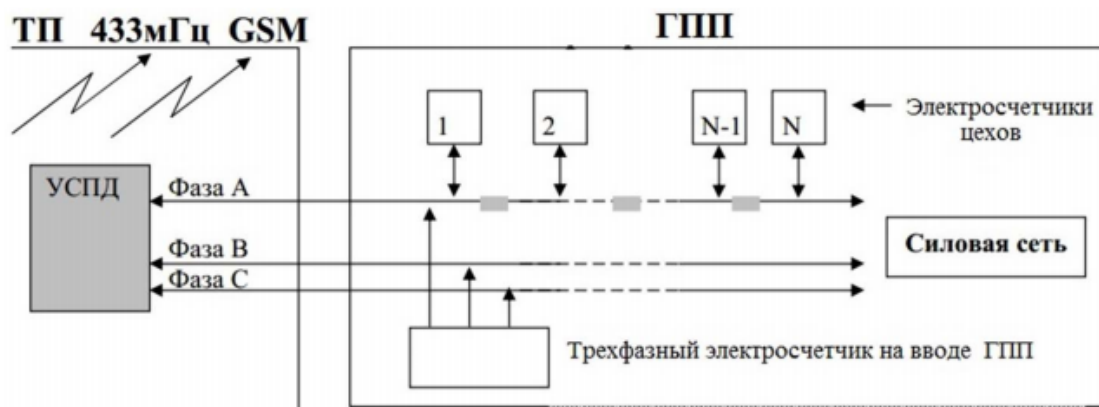


Рисунок 4.1 - Схема учета электроэнергии

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Электроснабжение ремонтно-механического цеха	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	28
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

5 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Электроснабжение цеха выполняется в следующей последовательности:

1. Приемники цеха распределяются по пунктам питания, выбирается схема и способ прокладки питающей сети цеха.
2. Определяются расчетные электрические нагрузки по пунктам питания цеха.
3. Производится выбор сечений питающих сети по длительно допустимой токовой нагрузке из условия нагрева и проверка их по потере напряжения.
4. Производится выбор силовой распределительной сети и аппаратов защиты и управления цеха.
5. Для участка цеховой сети строится карта селективности действия аппаратов защиты.
6. Производится расчет питающей и распределительной сети по условиям допустимой потере напряжения и построение эпюры отклонений напряжения.
7. Производится расчет токов КЗ для участка цеховой сети от ТП до наиболее мощного электроприемника цеха. Полученные данные наносятся на карту селективности действия аппаратов защиты.

5.1 Распределение приемников по пунктам питания

Распределение электроприемников по пунктам питания осуществляется путем подключения группы электроприемников к соответствующему распределительному пункту.

Питание отдельных электроприемников и распределительных пунктов осуществляется по радиальным линиям, проложенным открыто на лотках по стенам. Принятая схема обеспечивает требуемую степень надежности питания приемников и требуемую по технологическим условиям гибкость и

универсальность сети в отношении присоединения новых приемников и перемещения приемников по площади цеха.

Для размещения в помещении цеха принимаем распределительные пункты серии ПР11-7123, напольного исполнения, число присоединений 12, $I_{ном}=567$ А, исполнение по степени защиты IP-54.

На рисунке 5.1 изображен план цеха с расположением распределительных пунктов и питаемых от них электроприемников.

Распределение электроприемников по пунктам питания и расчет электрических нагрузок по пунктам питания сведены в таблицу 5.1. Расчет электрических нагрузок по распределительным пунктам аналогичен расчету в пункте 2.

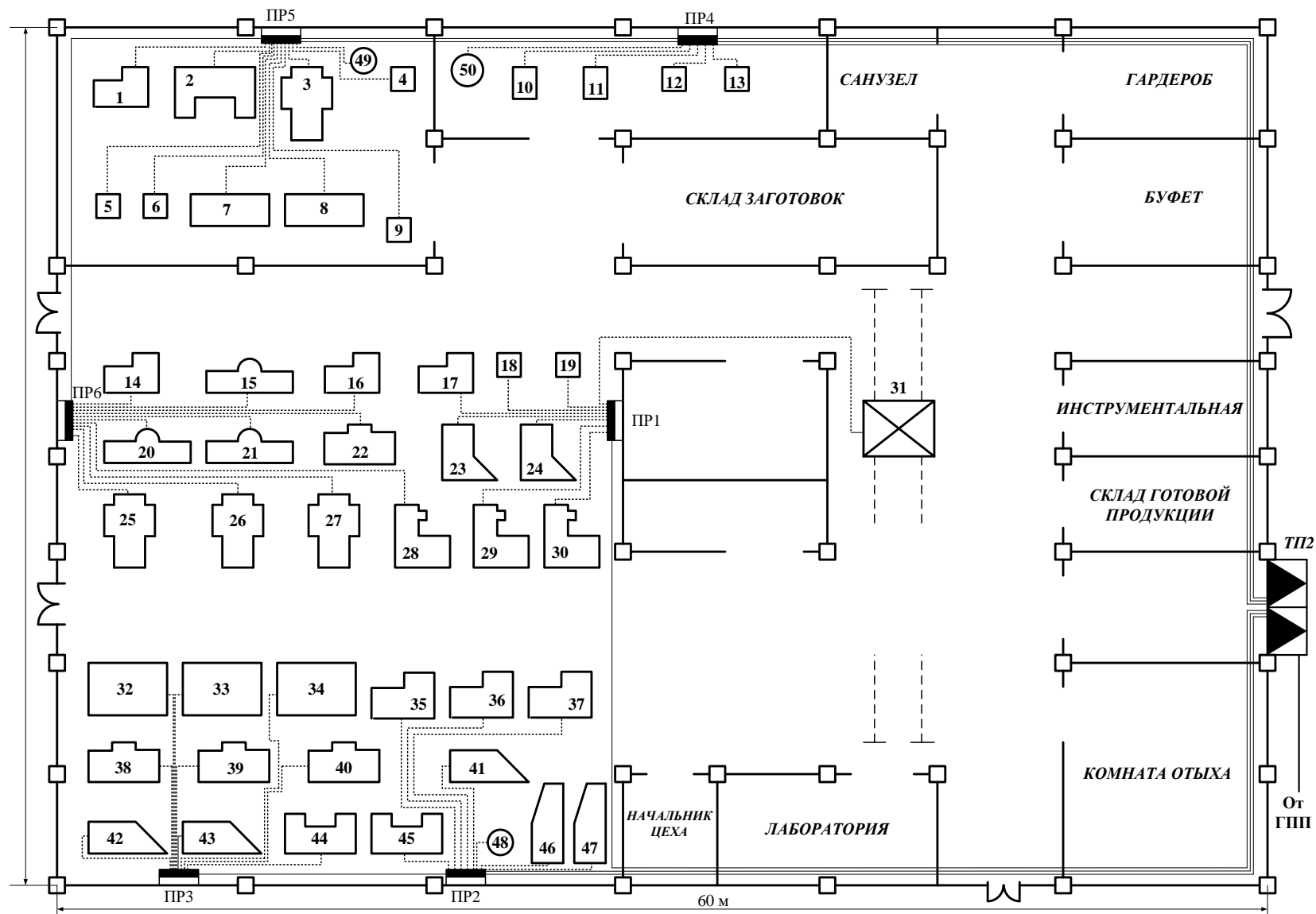


Рисунок 5.1 - Схема расположения распределительных пунктов в здании цеха

Таблица 5.1 - Определение расчетных нагрузок по пунктам питания цеха

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприёмников	Коли- чество ЭП п	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		m=P _{н.макс} ./P _{н.мин.}	Коэффициент использования K _и	cosφ /tgφ	Средняя нагрузка за максимально загруженную смену		Эффективное число Электроприёмников пэф	Коэффициент максимума K _м	Расчётная нагрузка			Расчётный ток I _p , А	I _{плк} , А
			P _н , кВт	∑P _н , кВт				P _{см} =K _и ·P _н , кВт	Q _{см} =P _{см} ·tgφ, кВАр			P _p =K _м ·P _{см} , кВт	Q _p =(1÷1,1)·Q _{см} , кВАр	S _p =√(P _p ² + Q _p ²), кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Распределительный пункт ПР-1																
Электроприемники группы «А»: K_и<0,6																
1	Кругло-шлифовальный станок	1	11,4	11,4		0,13	0,4/2,29	1,48	3,39							
2	Долбежный станок	2	9	18		0,13	0,5/1,73	2,34	4,05							
3	Радиально-сверлильный станок	2	17	34		0,13	0,5/1,73	4,42	7,65							
4	Токарный станок	2	11,5	23		0,13	0,4/2,29	2,99	6,85							
5	Кран-балка, ПВ=40%	1	24,13	24,13		0,2	0,5/1,73	4,83	8,35							
Итого по группе А:		8	9-24,13	110,53	<3	0,15		16,06	30,29	8	2,31	37,09	33,32	49,86	75,75	489,63
Итого по ПР-1:		8	9-24,13	110,53				16,06	30,29			37,09	33,32	49,86	75,75	489,63
Распределительный пункт ПР-2																
Электроприемники группы «А»: K_и<0,6																
1	Сверлильный станок	3	6,6	19,8		0,13	0,5/1,73	2,57	4,45							
2	Токарно-винторезный станок	1	13,9	13,9		0,13	0,5/1,73	1,81	3,13							
3	Токарный станок	1	11,4	11,4		0,13	0,4/2,29	1,48	3,39							
4	Строгальный станок	2	13,4	26,8		0,13	0,4/2,29	3,48	7,98							
Итого по группе А:		7	6,6-13,9	71,9	<3	0,13		9,34	18,95	7	2,48	23,16	20,85	31,16		
Электроприемники группы «Б»: K_и≥0,6																

Продолжение таблицы 5.1 - Определение расчетных нагрузок по пунктам питания цеха

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Вентиляция	1	19,5	19,5		0,65	0,8/0,75	12,68	9,51							
Итого по группе Б:		1	19,5	19,5				12,68	9,51		1	12,68	9,51	15,85		
Итого по ПР-2:		8	6,6-19,5	91,4				22,02	28,46			35,84	30,36	47,01	71,42	252,43
Распределительный пункт ПР-3																
Электроприемники группы «А»: $K_u < 0,6$																
1	Поперечно-строгальный станок	3	24	72		0,13	0,5/1,73	9,36	16,19							
2	Фрезерный станок	3	4,8	14,4		0,13	0,5/1,73	1,87	3,24							
3	Токарно-винторезный станок	2	13,9	27,8		0,13	0,5/1,73	3,61	6,25							
4	Токарный станок	1	11,4	11,4		0,13	0,4/2,29	1,48	3,39							
Итого по группе А:		9	4,8-24	125,6	>3	0,13		16,32	29,07	7	2,48	40,47	31,98	51,58	78,37	496,14
Итого по ПР-3:		9	4,8-24	125,6		0,13		16,32	29,07			40,47	31,98	51,58	78,37	496,14
Распределительный пункт ПР-4																
Электроприемники группы «А»: $K_u < 0,6$																
1	Трансформатор сварочный ПВ=40%	2	14,86	29,72		0,4	0,5/1,73	5,94	10,28							
2	Машина электросварочная, точечная	2	27,5	55		0,5	0,7/1,02	27,5	28,05							
Итого по группе А:		4	14,86-27,5	84,72	<3	0,4		33,44	38,33	4	1,87	62,53	42,16	75,42		
Электроприемники группы «Б»: $K_u \geq 0,6$																
1	Вентиляция	1	30	30		0,65	0,8/0,75	19,5	14,63							
Итого по группе Б:		1	30	30				19,5	14,63		1	19,5	14,63	24,38		
Итого по ПР-4:		5	14,86-30	114,72				52,94	52,96			82,03	56,79	99,77	151,58	430,07
Распределительный пункт ПР-5																
Электроприемники группы «А»: $K_u < 0,6$																
1	Кругло-шлифовальный станок	1	11,4	11,4		0,13	0,4/2,29	1,48	3,39							
2	Плоскошлифовальный станок	1	16	16		0,13	0,4/2,29	2,08	4,76							

Окончание таблицы 5.1 - Определение расчетных нагрузок по пунктам питания цеха

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	Резьбонарезной станок	1	35	35		0,13	0,5/1,73	4,55	7,87							
4	Точильный станок	4	2,8	11,2		0,1	0,7/1,02	1,12	1,14							
5	Гильотинные ножницы	2	18,5	37		0,1	0,7/1,02	3,7	3,77							
Итого по группе А:		9	2,8-35	110,6	>3	0,12		12,93	20,93	6	3,04	39,31	23,02	45,55		
Электроприемники группы «Б»: $K_{II} \geq 0,6$																
1	Вентиляция	1	19,5	19,5		0,65	0,8/0,75	12,68	9,51							
Итого по группе Б:		1	19,5	19,5				12,68	9,51		1	12,68	9,51	15,85		
Итого по ПР-5:		10	2,8-35	130,1				25,61	30,44			51,99	32,53	61,4	93,29	702,62
Распределительный пункт ПР-6																
Электроприемники группы «А»: $K_{II} < 0,6$																
1	Кругло-шлифовальный станок	2	11,4	22,8		0,13	0,4/2,29	2,96	6,79							
2	Пресс фрикционный	3	22,5	67,5		0,25	0,65/1,17	16,88	19,74							
3	Фрезерный станок	1	4,8	4,8		0,13	0,5/1,73	0,62	1,08							
4	Резьбонарезной станок	3	35	105		0,13	0,5/1,73	13,65	23,61							
5	Токарный станок	1	11,5	11,5		0,13	0,4/2,29	1,49	3,42							
Итого по группе А:		10	4,8-35	211,6	>3	0,17		35,6	54,64	8	1,99	70,84	60,1	92,89		
Итого по ПР-6:		10	4,8-35	211,6				35,6	54,64			70,84	60,1	92,89	141,13	750,46
Итого по цеху:		50	2,8-35	784,95				174,65	233,89			318,26	245,08	401,69		
Освещение цеха:				34,56			$K_{CO}=0,95$					32,83				
Итого по цеху с учетом освещения:		50	2,8-35	819,51				174,65	233,89			351,09	245,08	428,17	650,54	1259,88

5.2 Выбор защитных аппаратов и сечений линий, питающих распределительные пункты и электроприемники

Выбор сечений питающей линии производится по длительно допустимой токовой нагрузке из условия нагрева. Линии, питающие распределительные пункты, проверяются по допустимой потере напряжения. Сечения кабелей согласовываются с действием аппаратов защиты.

В качестве аппаратов защиты принимаем автоматические выключатели серии ВА с электромагнитным расцепителем для защиты линии от токов КЗ и тепловым для защиты от перегрузки.

Для питания распределительных пунктов и отдельных ЭП принимаем кабель марки АВВГ с прокладкой по лоткам вдоль стен. Питание осуществляется по радиальным линиям.

Условие выбора проводников по длительно допустимой токовой нагрузке из условия нагрева:

1. Для одного ЭП:

$$I_{дл} = I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi \cdot \eta} \leq I_{доп}$$

2. Для группы ЭП:

$$I_{дл} = I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} \leq I_{доп}$$

где $I_{ном}$ - номинальный ток ЭП, А;

I_p - расчетный ток группы ЭП, питаемые данным проводником, А;

$I_{доп}$ - длительно допустимый ток выбранного проводника, принимается по справочной литературе, А;

$I_{дл}$ - ток, длительно протекающий по данному проводнику, А.

Проверка на соответствие проводников и аппаратов защиты:

После выбора проводников и аппаратов защиты необходимо проверить их на соответствие друг другу.

$$I_{доп} \geq \frac{K_3 \cdot I_3}{K_{прокл}}$$

где I_3 - ток уставки срабатывания защитного аппарата ($I_3 = I_{н.расц}$ для автоматических выключателей), А;

K_3 - коэффициент защиты (показывает кратность длительно допустимого тока проводника по отношению к току срабатывания защитного аппарата), зависит от характера сети, типа изоляции проводов и кабелей, условий окружающей сети;

$K_{прокл}$ - коэффициент прокладки, с помощью которого учитываются условия прокладки кабеля (для нормальных условий принимается равным 1).

Условия выбора автоматических выключателей:

1. $U_{ном.ав} = U_{ном.сети}$.

2. $I_{ном.ав} \geq I_{ном.расц}$.

3. Для одного ЭП:

$$I_{н.расц} \geq 1,1 \cdot I_{ном}.$$

Для группы ЭП:

$$I_{н.расц} \geq 1,1 \cdot I_p,$$

где $I_{н.расц}$ - номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, А.

4. Для одного ЭП:

$$I_{уст.эм} \geq 1,5 \cdot I_{пуск}.$$

Для группы ЭП:

$$I_{уст.эм} \geq 1,25 \cdot I_{пик},$$

где $I_{уст.эм}$ - номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ, А:

$$I_{уст.эм} = K \cdot I_{н.расц},$$

где $K = \frac{I_{пуск}}{I_{н.расц}}$ - коэффициент кратности тока срабатывания уставки для отдельного ЭП;

$$K = \frac{I_{пик}}{I_{н.расц}} - \text{для группы ЭП.}$$

Примеры выбора аппаратов защиты и кабелей:

1. Выбор отходящего автоматического выключателя ТП:

Расчетная мощность нагрузки подстанции:

$$S_{р.пс} = 1643,33 \text{ кВА.}$$

Расчетный ток нагрузки подстанции:

$$I_{p.ПС} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1643,33}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2496,78 \text{ А.}$$

Номинальный ток трансформаторов подстанции:

$$I_{ном.тр} = \frac{S_{ном.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1519,34 \text{ А.}$$

Ток послеаварийного режима трансформаторов подстанции:

$$I_{п/ав.тр} = 1,4 \cdot I_{ном.тр} = 1,4 \cdot 1519,34 = 2127,08 \text{ А.}$$

Пиковый ток подстанции:

$$I_{пик.ПС} = I_{пик}^{maxПР} + I_{p.ПС} - I_p^{пс} = 750,46 + 2496,78 - 141,13 = 3106,11 \text{ А.}$$

Намечаем к установке автомат марки ВА74-48 с параметрами $I_{ном.ав}=5500 \text{ А}$, $I_{ном.расц.}=4000 \text{ А}$ [3, стр. 87, табл. П. 2.3].

$$I_{ном.ав} = 5500 \text{ А} \geq I_{ном.расц.} = 4000 \text{ А.}$$

- проверка намеченного автомата по нагреву расчетным током:

$$I_{ном.расц.} = 4000 \text{ А} \geq 1,1 \cdot I_{p.ПС} = 2746,46 \text{ А.}$$

- проверка намеченного автомата по условию перегрузки пиковым током:

Коэффициент кратности тока срабатывания уставки:

$$K = \frac{I_{пик.ПС}}{I_{н.расц}} = \frac{3106,11}{4000} = 0,78.$$

Принимаем $K=2$.

Номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ:

$$I_{уст.эм} = K \cdot I_{ном.расц.} = 8000 \text{ А} \geq 1,25 \cdot I_{пик.ПС} = 3882,64 \text{ А.}$$

Принятый автомат проходит по результатам проверок.

2. Выбор автоматического выключателя для ПР1:

Расчетный и пиковый ток нагрузки ПР1:

$$I_p = 75,75 \text{ А,}$$

$$I_{пик} = 489,63 \text{ А.}$$

Намечаем к установки автомат марки: ВА74-40 с параметрами $I_{ном.ав}=800 \text{ А}$, $I_{ном.расц.}=130 \text{ А}$ [3, стр. 87, табл. П. 2.2].

$$I_{ном.ав} = 800 \text{ А} \geq I_{ном.расц.} = 130 \text{ А.}$$

- проверка намеченного автомата по нагреву расчетным током:

$$I_{н.расц} = 130 \text{ A} \geq 1,1 \cdot I_p = 83,33 \text{ A.}$$

- проверка намеченного автомата по условию перегрузки пиковым током:

Коэффициент кратности тока срабатывания уставки:

$$K = 5.$$

Номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ:

$$I_{уст.эм} = K \cdot I_{н.расц} = 650 \text{ A} \geq 1,25 \cdot I_{пик} = 612,04 \text{ A.}$$

Принятый автомат проходит по результатам проверок.

Намечаем выбор кабеля АВВГ-(4х70), $I_{доп}=140 \text{ A}$ [1, стр. 66, табл. 3.7].

- проверка намеченного кабеля по нагреву расчетным током:

$$I_p = I_{дл} = 83,33 \text{ A} \leq I_{доп} = 140 \text{ A.}$$

- согласование с действием аппарата защиты:

$$I_{доп} = 140 \text{ A} \geq \frac{K_3 \cdot I_3}{K_{прокл}} = 130 \text{ A.}$$

Принятый кабель проходит по результатам проверок.

3. Выбор автоматического выключателя для ЭП:

Номинальный и пусковой ток круглошлифовального станка:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{11,4}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,4 \cdot 0,85} = 50,94 \text{ A,}$$

$$I_{пуск} = 5 \cdot I_{ном} = 254,7 \text{ A.}$$

Намечаем к установке автомата марки: ВА57-35 с параметрами $I_{ном.ав.}=250 \text{ A}$, $I_{ном.расц.}=80 \text{ A}$ [3, стр. 87, табл. П. 2.2].

$$I_{ном.ав} = 250 \text{ A} \geq I_{ном.расц} = 80 \text{ A.}$$

- проверка намеченного автомата по нагреву расчетным током:

$$I_{ном.расц.} = 80 \text{ A} \geq 1,1 \cdot I_{ном} = 56,03 \text{ A.}$$

- проверка намеченного автомата по условию перегрузки пусковым током:

Коэффициент кратности тока срабатывания уставки:

$$K = 5.$$

Номинальный ток срабатывания уставки в зоне КЗ:

$$I_{уст.эм} = K \cdot I_{н.расц} = 400 \text{ A} \geq 1,5 \cdot I_{пуск} = 382,05 \text{ A.}$$

Принятый автомат проходит по результатам проверок.

Намечаем выбор кабеля АВВГ-(4x35), $I_{\text{доп}}=90$ А [1, стр. 66, табл. 3.7].

- проверка намеченного кабеля по нагреву расчетным током:

$$I_{\text{дл}} = I_{\text{ном}} = 56,03 \text{ А} \leq I_{\text{доп}} = 90 \text{ А.}$$

- согласование с действием аппарата защиты:

$$I_{\text{доп}} = 90 \text{ А} \geq \frac{K_3 \cdot I_3}{K_{\text{прокл}}} = 80 \text{ А.}$$

Принятый кабель проходит по результатам проверок.

Расчет по выбору аппаратов защиты и кабельных линий для всех распределительных пунктов и ЭП сведен в таблицу 5.2.

Электроснабжение ремонтно-механического цеха, однолинейная схема, представлена в приложении 4.

Таблица 5.2 - Выбор марки и сечений проводников, аппаратов защиты

№ n/n	Назначение участка питающей линии	P _{ном}	I _p I _{ном}	I _{пуск} I _{пуск}	I, I·I _p I, I·I _{ном}	I, 2,5·I _{пуск} I, 5·I _{пуск}	Автомат				K _{пр}	K _з	$\frac{K_3 \cdot I_3}{K_{\text{прокл}}}$	Кабель	
							K	I _{тепл}	I _{эм}	Тип				I _{дон}	Марка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ТП2-ПР1	110,53	75,75	489,63	83,33	612,04	5	130	650	ВА74-40	1	1	130	140	АВВГ-1(4x70)
2	ПР1-Круглошлифовальный станок	11,4	50,94	254,7	56,03	382,05	5	80	400	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4x35)
3	ПР1-Долбежный станок	9	32,17	160,87	35,39	241,31	5	50	250	ВА57-35	1	1	50	60	АВВГ-1(4x16)
4	ПР1-Радиально-сверлильный станок	17	60,77	303,85	66,85	455,76	6	80	480	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4x35)
5	ПР1-Токарный станок	11,5	51,39	256,95	56,53	385,43	5	80	400	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4x35)
6	ПР1-Кран-балка ПВ=40 %	24,13	73,32	366,6	80,65	549,9	6	100	600	ВА57-35	1	1	100	110	АВВГ-1(4x50)
7	ТП2-ПР2	91,4	71,42	252,43	78,56	315,54	4	130	520	ВА74-40	1	1	130	140	АВВГ-1(4x70)
8	ПР2-Сверлильный станок	6,6	23,59	117,97	25,95	176,96	6	31,5	189	ВА13-29	1	1	31,5	32	АВВГ-1(4x6)
9	ПР2-Вентиляция	19,5	41,61	208,06	45,77	312,09	5	63	315	ВА57-35	1	1	63	75	АВВГ-1(4x25)

Продолжение таблицы 5.2 - Выбор марки и сечений проводников, аппаратов защиты

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	ПР2-Токарно-винторезный станок	13,9	49,69	248,46	54,66	372,69	6	63	378	ВА13-29	1	1	63	75	АВВГ-1(4х25)
11	ПР2-Токарный станок	11,4	50,94	254,7	56,03	382,05	5	80	400	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4х35)
12	ПР2-Строгальный станок	13,4	59,88	299,39	65,87	449,09	6	80	480	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4х35)
13	ТП2-ПР3	125,6	78,37	496,14	86,21	620,18	4	190	760	ВА74-40	1	1	190	200	АВВГ-1(4х120)
14	ПР3-Токарный станок	11,4	50,94	254,7	56,03	382,05	5	80	400	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4х35)
15	ПР3-Поперечно-строгальный станок	24	70,35	351,75	77,39	527,63	6	100	600	ВА57-35	1	1	100	110	АВВГ-1(4х50)
16	ПР3-Фрезерный станок	4,8	17,16	85,79	18,88	128,69	3	50	150	ВА13-29	1	1	50	60	АВВГ-1(4х16)
17	ПР3-Токарно-винторезный станок	13,9	49,69	248,46	54,66	372,69	6	63	378	ВА13-29	1	1	63	75	АВВГ-1(4х25)
18	ТП2-ПР4	114,72	151,58	430,07	166,74	537,59	3	190	570	ВА74-40	1	1	190	200	АВВГ-1(4х120)
19	ПР4-Трансформатор сварочный ПВ=40%	14,86	71,67	215,02	78,84	322,53	5	80	400	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4х35)
20	ПР4-Машина электросварочная, точечная	27,5	59,69	179,07	65,66	268,61	4	80	320	ВА57-35	1	1	80	90	АВВГ-1(4х35)
21	ПР4-Вентиляция	30	64,02	320,1	70,42	480,15	5	100	500	ВА57-35	1	1	100	110	АВВГ-1(4х50)

Окончание таблицы 5.2 - Выбор марки и сечений проводников, аппаратов защиты

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
22	ТП2-ПР5	130,1	93,29	702,62	102,62	878,28	5,5	190	1045	BA74-40	1	1	190	200	ABBG-1(4x120)
23	ПР5-Круглошлифовальный станок	11,4	50,94	254,7	56,03	382,05	5	80	400	BA57-35	1	1	80	90	ABBG-1(4x35)
24	ПР5-Плоскошлифовальный станок	16	71,49	357,49	78,64	536,85	6	100	600	BA57-35	1	1	100	110	ABBG-1(4x50)
25	ПР5-Резьбонарезной станок	35	125,12	625,61	137,63	938,42	6	160	960	BA57-35	1	1	160	170	ABBG-1(4x95)
26	ПР5-Точильный станок	2,8	7,15	35,75	7,87	53,63	7	8	56	BA51-26	1	1	8	19	ABBG-1(4x2,5)
27	ПР5-Гильотинные ножницы	18,5	47,24	236,2	51,96	354,3	6	63	378	BA13-29	1	1	63	75	ABBG-1(4x25)
28	ПР5-Вентиляция	19,5	41,61	208,06	45,77	312,09	5	63	315	BA57-35	1	1	63	75	ABBG-1(4x25)
29	ТП2-ПР6	211,6	141,13	750,46	155,24	938,08	5,5	190	1045	BA74-40	1	1	190	200	ABBG-1(4x120)
30	ПР6-Круглошлифовальный станок	11,4	50,94	254,7	56,03	382,05	5	80	400	BA57-35	1	1	80	90	ABBG-1(4x35)
31	ПР6-Пресс фрикционный	22,5	61,87	309,35	68,06	464,03	6	80	480	BA57-35	1	1	80	90	ABBG-1(4x35)
32	ПР6-Фрезерный станок	4,8	17,16	85,79	18,88	128,69	3	50	150	BA13-29	1	1	50	60	ABBG-1(4x16)
33	ПР6-Резьбонарезной станок	35	125,12	625,61	137,63	938,42	6	160	960	BA57-35	1	1	160	170	ABBG-1(4x95)
35	ПР6-Токарный станок	11,5	51,39	256,95	56,53	385,43	5	80	400	BA57-35	1	1	80	90	ABBG-1(4x35)

5.3 Построение эпюры отклонения напряжения

Согласно ПУЭ, для силовых сетей отклонение напряжения от номинального должно составлять не более $\pm 5\% U_{\text{НОМ}}$. На шинах 10 кВ подстанции, к которой присоединены распределительные сети, напряжение должно поддерживаться не ниже 10,5 кВ, в период наибольших нагрузок и не выше 10 кВ, в период наименьших нагрузок этих сетей.

Расчет цеховой сети по условиям допустимых потерь напряжения и построение эпюры отклонения напряжения выполняем для цепочки линий от ГПП-ТП2-ПР4-ЭП №27 для режимов максимальных и минимальных нагрузок, а также для послеаварийного режима.

Расчетные данные ЭП №27:

$$P_{\text{НОМ}}=35 \text{ кВт}; Q_{\text{НОМ}}=60,55 \text{ кВАр}; S_{\text{НОМ}}=69,94 \text{ кВА}.$$

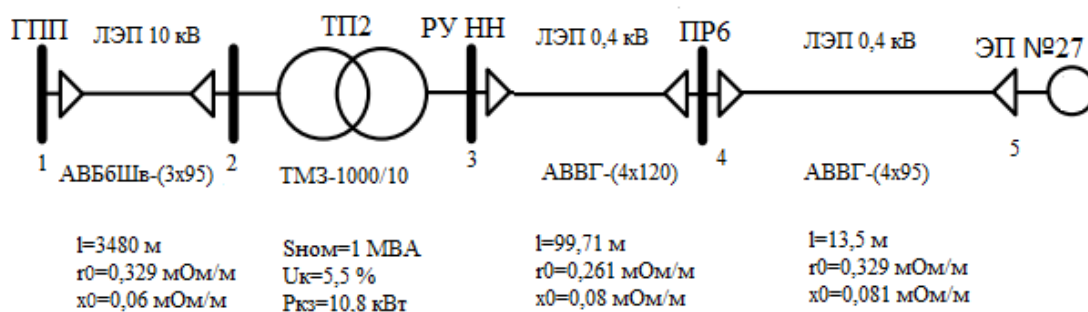


Рисунок 5.2 - Расчетная схема

Расчет максимального режима нагрузки:

Участок 1-2

Активное и реактивное сопротивление участка 1-2:

$$R_{12} = \frac{r_{12} \cdot l_{12}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,329 \cdot 3480}{1} \cdot 10^{-3} = 1,14 \text{ Ом},$$

$$X_{12} = \frac{x_{12} \cdot l_{12}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,06 \cdot 3480}{1} \cdot 10^{-3} = 0,209 \text{ Ом}.$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 1-2:

$$P_{12} = \Sigma P_{\text{р.ТП2}} = 627,48 \text{ кВт},$$

$$Q_{12} = \Sigma Q_{\text{р.ТП2}} = 529,31 \text{ кВАр}.$$

Потеря напряжения на участке 1-2:

$$\Delta U_{12,\%} = \frac{P_{12} \cdot R_{12} + Q_{12} \cdot X_{12}}{10 \cdot U_1^2} = \frac{627,48 \cdot 1,14 + 529,31 \cdot 0,209}{10 \cdot 10,5^2} = 0,75 \%$$

Потеря напряжения на участке 1-2 в именованных единицах:

$$\Delta U_{12} = \frac{U_1}{100} \cdot \Delta U_{12,\%} = \frac{10500}{100} \cdot 0,75 = 78,66 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка:

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} = 10500 - 78,66 = 10421,34 \text{ В.}$$

Участок 2-3

Активная и реактивная составляющая значения напряжения короткого замыкания трансформатора:

$$U_a = \frac{\Delta P_{кз} \cdot 100}{S_{ном.тр}} = \frac{10,8 \cdot 100}{1000} = 1,08 \%,$$

$$U_p = \sqrt{U_k^2 - U_a^2} = \sqrt{5,5^2 - 1,08^2} = 5,39 \%$$

Коэффициент загрузки трансформатора:

$$\beta = \frac{P_{12}}{n_{тр} \cdot S_{ном.тр}} = \frac{627,48}{1 \cdot 1000} = 0,63.$$

Потери активной и реактивной мощности в трансформаторе:

$$\Delta P_{тр} = 0,02 \cdot P_{12} = 0,02 \cdot 627,48 = 12,55 \text{ кВт,}$$

$$\Delta Q_{тр} = 0,1 \cdot Q_{12} = 0,1 \cdot 529,31 = 52,93 \text{ кВАр.}$$

Активная, реактивная и полная мощности, протекающие по участку 2-3:

$$P_{23} = P_{12} - \Delta P_{тр} = 627,48 - 12,55 = 614,93 \text{ кВт,}$$

$$Q_{23} = Q_{12} - \Delta Q_{тр} = 529,31 - 52,93 = 476,38 \text{ кВАр,}$$

$$S_{23} = \sqrt{P_{23}^2 + Q_{23}^2} = \sqrt{614,93^2 + 476,38^2} = 777,87 \text{ кВА.}$$

Коэффициент мощности на участке 2-3:

$$\cos \varphi = \frac{P_{23}}{S_{23}} = \frac{614,93}{777,87} = 0,79,$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_{23}}{S_{23}} = \frac{476,38}{777,87} = 0,61.$$

Потеря напряжения на участке 2-3:

$$\Delta U_{23,\%} = \beta \cdot (U_a \cdot \cos \varphi + U_p \cdot \sin \varphi) + \frac{\beta^2}{200} \cdot (U_a \cdot \sin \varphi - U_p \cdot \cos \varphi),$$

$$\Delta U_{23,\%} = 0,63 \cdot (1,08 \cdot 0,79 + 5,39 \cdot 0,61) + \frac{0,63^2}{200} \cdot (1,08 \cdot 0,61 - 5,61 \cdot 0,79) = 2,6\%.$$

Потеря напряжения на участке 2-3 в именованных единицах:

$$\Delta U_{23} = \frac{U_2}{100} \cdot \Delta U_{23,\%} = \frac{10421,34}{100} \cdot 2,6 = 271,16 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 2-3:

$$U_3 = U_2 - \Delta U_{23} = 10421,34 - 271,16 = 10150,18 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 2-3 с учетом коэффициента трансформации:

$$U_3^{\text{НН}} = U_3 = \frac{10150,18}{10500} \cdot 400 = 386,67 \text{ В.}$$

Участок 3-4:

Активное и реактивное сопротивление участка 3-4:

$$R_{34} = \frac{r_{34} \cdot l_{34}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,261 \cdot 99,71}{1} \cdot 10^{-3} = 0,026 \text{ Ом,}$$

$$X_{34} = \frac{x_{34} \cdot l_{34}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,08 \cdot 99,71}{1} \cdot 10^{-3} = 0,008 \text{ Ом.}$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 3-4:

$$P_{34} = P_{\text{ПР6}} = 85,2 \text{ кВт,}$$

$$Q_{34} = Q_{\text{ПР6}} = 147,39 \text{ кВАр.}$$

Потеря напряжения на участке 3-4:

$$\Delta U_{34,\%} = \frac{P_{34} \cdot R_{34} + Q_{34} \cdot X_{34}}{10 \cdot U_3^2} = \frac{85,2 \cdot 0,026 + 147,39 \cdot 0,008}{10 \cdot 0,387^2} = 2,26 \text{ \%}.$$

Потеря напряжения на участке 3-4 в именованных единицах:

$$\Delta U_{34} = \frac{U_3}{100} \cdot \Delta U_{34,\%} = \frac{386,67}{100} \cdot 2,26 = 8,76 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 3-4:

$$U_4 = U_3 - \Delta U_{34} = 386,67 - 8,76 = 377,91 \text{ В.}$$

Участок 4-5

Активное и реактивное сопротивление участка 4-5:

$$R_{45} = \frac{r_{45} \cdot l_{45}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,329 \cdot 13,5}{1} \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ Ом,}$$

$$X_{45} = \frac{x_{45} \cdot l_{45}}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,081 \cdot 13,5}{1} \cdot 10^{-3} = 0,001 \text{ Ом.}$$

Активная и реактивная мощности, протекающие по участку 4-5:

$$P_{45} = P_{\text{НОМ.ЭП}} = 35 \text{ кВт,}$$

$$Q_{45} = Q_{\text{НОМ.ЭП}} = 60,55 \text{ кВАр.}$$

Потеря напряжения на участке 4-5:

$$\Delta U_{45,\%} = \frac{P_{45} \cdot R_{45} + Q_{45} \cdot X_{45}}{10 \cdot U_4^2} = \frac{35 \cdot 0,004 + 60,55 \cdot 0,001}{10 \cdot 0,378^2} = 0,14 \%$$

Потеря напряжения на участке 4-5 в именованных пяденицах:

$$\Delta U_{45} = \frac{U_4}{100} \cdot \Delta U_{45,\%} = \frac{377,91}{100} \cdot 0,14 = 0,53 \text{ В.}$$

Фактическое значение напряжения в конце участка 4-5:

$$U_5 = U_4 - \Delta U_{45} = 377,91 - 0,53 = 377,38 \text{ В.}$$

Дальнейший расчет сведем в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 - Расчетные данные для построения эпюры отклонений напряжения

<i>Максимальный режим нагрузки</i>				
<i>Участок</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>
P_i , кВт	627,48	614,93	85,2	35
Q_i , кВАр	529,31	476,38	147,39	60,55
S_i , кВА	820,91	777,68	170,24	69,94
R_i , Ом	1,14	-	0,026	0,004
X_i , Ом	0,209	-	0,008	0,001
$\cos\varphi$	-	0,79	-	-
$\sin\varphi$	-	0,61	-	-
$\beta_{тр}$	-	0,63	-	-
U_a , %	-	1,08	-	-
U_p , %	-	5,39	-	-
ΔU_i , %	0,75	2,602	2,26	0,14
ΔU_i , В	78,66	271,16	8,76	0,53
<i>Минимальный режим нагрузки</i>				
<i>Участок</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>
P_i , кВт	470,61	461,2	63,9	26,25
Q_i , кВАр	423,45	381,1	117,91	48,44
S_i , кВА	633,07	598,28	134,11	55,09
R_i , Ом	1,14	-	0,026	0,004
X_i , Ом	0,209	-	0,008	0,001
$\cos\varphi$	-	0,77	-	-
$\sin\varphi$	-	0,64	-	-

Окончание таблицы 5.3 - Расчетные данные для построения эпюры отклонений напряжения

$\beta_{гр}$	-	0,47	-	-
$U_a, \%$	-	1,08	-	-
$U_p, \%$	-	5,39	-	-
$\Delta U_i, \%$	0,57	2,008	1,72	0,105
$\Delta U_i, В$	59,52	209,64	6,71	0,4
<i>Послеаварийный режим нагрузки</i>				
Участок	1-2	2-3	3-4	4-5
$P_i, кВт$	1254,95	1229,85	85,2	35
$Q_i, кВАр$	1058,62	952,76	147,39	60,55
$S_i, кВА$	1641,82	1555,73	170,24	69,94
$R_i, Ом$	1,14	-	0,026	0,004
$X_i, Ом$	0,209	-	0,008	0,001
$\cos\varphi$	-	0,79	-	-
$\sin\varphi$	-	0,61	-	-
$\beta_{гр}$	-	1,25	-	-
$U_a, \%$	-	1,08	-	-
$U_p, \%$	-	5,39	-	-
$\Delta U_i, \%$	1,49	5,15	2,43	0,15
$\Delta U_i, В$	156,45	532,69	9,07	0,549

По результатам расчетов строим эпюру отклонения напряжения. Эпюра представлена на рисунке 5.3.

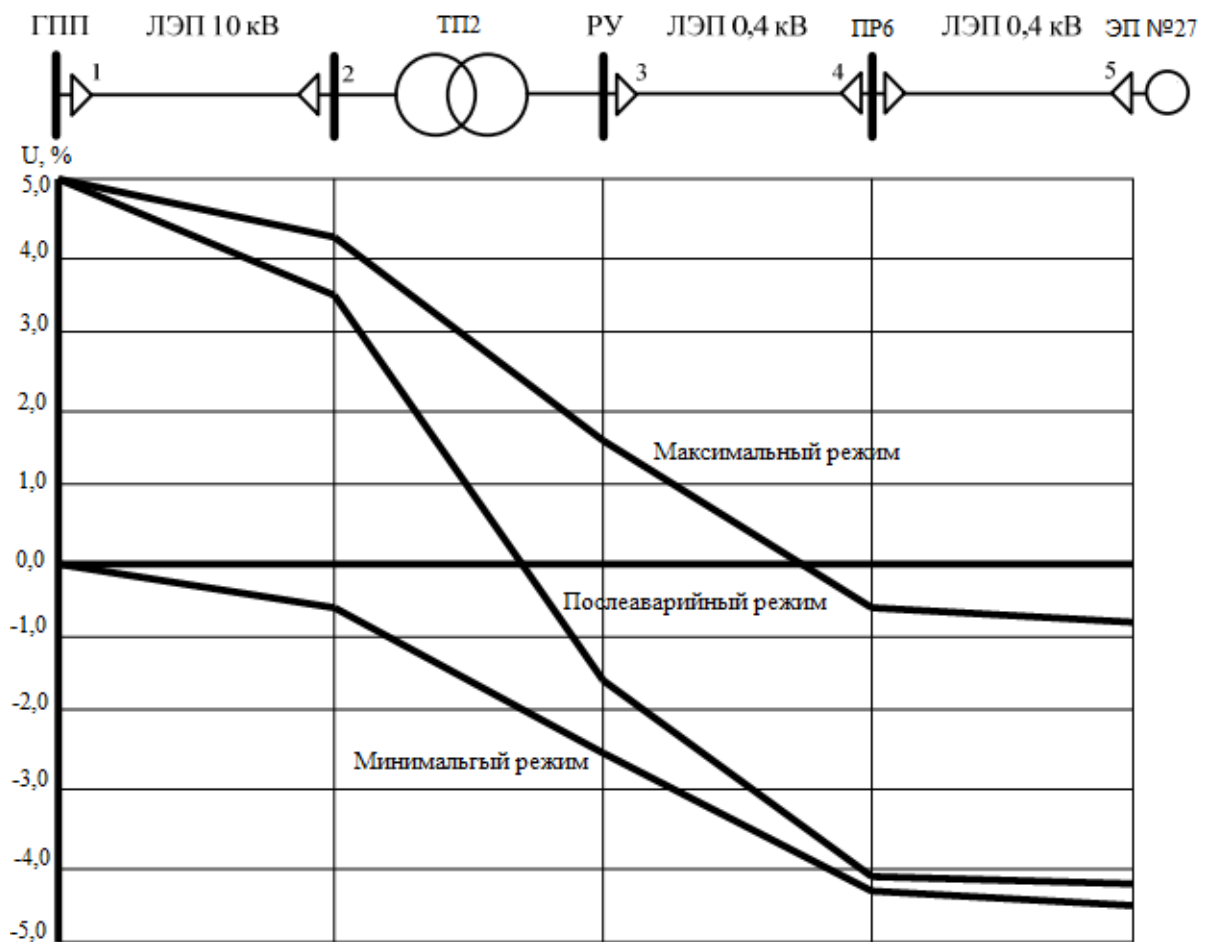


Рисунок 5.3 - Эпюры отклонений напряжения

Из рисунка 5.3 видно, что потеря напряжения в линиях соответствует норме и принятые сечения пригодны для эксплуатации.

5.4 Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В

Расчет токов КЗ в сетях напряжением ниже 1000 В, в сравнении с расчетом токов КЗ в сетях напряжением выше 1000 В, обладает следующими особенностями:

1. Мощность системы принимаем бесконечной, следовательно, напряжение на шинах цеховой ТП при КЗ считается неизменным;
2. Расчет ведем в именованных единицах;
3. Напряжение принимаем на 5 % выше номинального напряжения сети (при $U_{ном.с.}=0,38$ кВ принимаем $U=1,05 \cdot U_{ном.с.}=0,4$ кВ);
4. При расчете токов КЗ учитываем активные и индуктивные сопротивления до точки КЗ всех элементов сети.

Расчет токов КЗ ведем для участка ТП2-ПР4-ЭП №27.

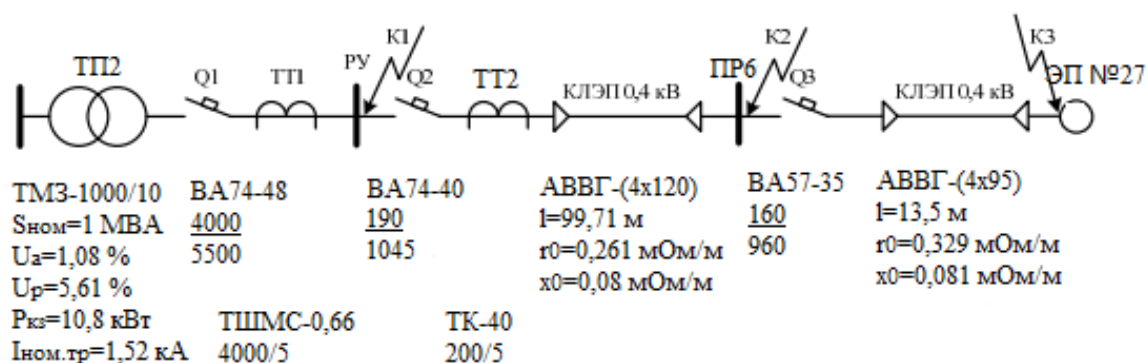


Рисунок 5.4 - Расчетная схема

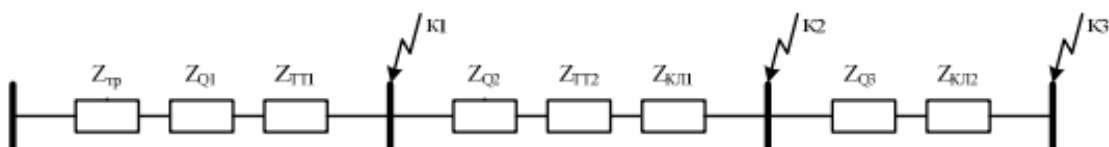


Рисунок 5.5 - Схема замещения

Сопротивления элементов:

Активное и индуктивное сопротивление трансформатора:

$$R_{\text{тр}} = \frac{U_a}{100} \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ.тр}}} = \frac{1,08}{100} \cdot \frac{400^2}{1000} = 1,73 \text{ мОм},$$

$$X_{\text{тр}} = \frac{U_p}{100} \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ.тр}}} = \frac{5,61}{100} \cdot \frac{400^2}{1000} = 8,98 \text{ мОм}.$$

Сопротивление катушек максимального тока автоматов при номинальных токах больше 1000 А не учитываются, по этому, сопротивление автомата Q1 не учитываем.

Активное и индуктивное сопротивление автоматов Q2, Q3:

$$R_{Q2} = 0,36 \text{ мОм},$$

$$X_{Q2} = 0,28 \text{ мОм},$$

$$R_{Q3} = 2,35 \text{ мОм},$$

$$X_{Q3} = 1,3 \text{ мОм}.$$

Сопротивления первичной обмотки трансформаторов тока с коэффициентом трансформации $>1000/5$ не учитывается, по этому, сопротивление трансформатора тока ТТ1 не учитываем.

Трансформатор тока ТТ2:

$$R_{\text{ТТ2}} = 0,42 \text{ мОм},$$

$$X_{\text{ТТ2}} = 0,67 \text{ мОм}.$$

Активное и индуктивное сопротивление кабельной линии КЛ1:

$$R_{\text{КЛ1}} = \frac{r_0 \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,261 \cdot 99,71}{1} = 26,02 \text{ мОм},$$

$$X_{\text{КЛ1}} = \frac{x_0 \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,08 \cdot 99,71}{1} = 7,98 \text{ мОм}.$$

Активное и индуктивное сопротивление кабельной линии КЛ2:

$$R_{\text{КЛ2}} = \frac{r_0 \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,329 \cdot 13,5}{1} = 4,44 \text{ мОм},$$

$$X_{\text{КЛ2}} = \frac{x_0 \cdot l}{n_{\text{ц}}} = \frac{0,081 \cdot 13,5}{1} = 1,09 \text{ мОм}.$$

Расчет тока КЗ для точки К1:

Полное сопротивление КЗ до точки К1:

$$Z_{\text{К1}} = \sqrt{R_{\text{тр}}^2 + X_{\text{тр}}^2} = \sqrt{1,73^2 + 8,98^2} = 9,15 \text{ мОм}.$$

Действующее значение тока КЗ в точке К1:

$$I_{K1} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K1}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 9,15} = 25,24 \text{ кА.}$$

Постоянная времени апериодической составляющей:

$$T_a = \frac{X_{\Sigma}}{\omega \cdot R_{\Sigma}} = \frac{8,98}{314 \cdot 1,73} = 0,0165 \text{ с.}$$

Ударный коэффициент:

$$k_{\text{уд}} = 1 + e^{-0,01/T_a} = 1 + e^{-0,01/0,0165} = 1,545.$$

Ударный ток КЗ в точке К1:

$$i_{\text{уд.К1}} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{уд}} \cdot I_{K1} = \sqrt{2} \cdot 1,545 \cdot 25,24 = 55,15 \text{ кА.}$$

Дальнейшие расчеты сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 - Результаты расчетов токов КЗ в сети до 1000 В

<i>Точка КЗ</i>	<i>Z_Σ, МОм</i>	<i>k_{уд}</i>	<i>T_a, с</i>	<i>I_{кз}, кА</i>	<i>i_{уд}, кА</i>
К1	9,15	1,545	0,0165	25,24	55,15
К2	33,69	1,005	0,0019	6,85	9,74
К3	38,05	1,004	0,0018	6,07	8,62

5.5 Построение карты селективности действия аппаратов защиты

Карта селективности действия аппаратов защиты строиться в логарифмической системе координат и служит для проверки правильности выбора аппаратов защиты. На карту селективности наносятся:

- номинальный и пусковой токи ЭП;
- расчетный и пиковый ток силового распределительного шкафа;
- расчетный и пиковый ток вводного распределительного устройства (при его наличии);
- расчетный и пиковый ток подстанции;
- характеристики защитных аппаратов;

- значения токов КЗ в сети 0,4 кВ.

По результатам расчетов токов КЗ и вышеприведенным расчетам построим карту селективности действия аппаратов защиты на рассматриваемом участке цеховой сети.

Данные нагрузки и аппаратов защиты для построения карты селективности приведены в таблице 5.5. Сама карта селективности действия аппаратов защиты приведена на рисунке 5.6.

Таблица 5.5 - Данные нагрузки и аппаратов защиты для построения карты селективности

<i>Узел нагрузки</i>	<i>ТП2</i>	<i>ПР6</i>	<i>ЭП №27</i>
Расчетный ток I_p , А	2496,78	141,13	-
Пиковый ток $I_{пик}$, А	3106,11	750,46	-
Номинальный ток $I_{ном}$, А	-	-	125,12
Пусковой ток $I_{пуск}$, А	-	-	625,61
Ток КЗ $I_{кз}$, А	25239,36	6850	6070
Тип аппарата	ВА74-48	ВА74-40	ВА57-35
Условия срабатывания по току:			
- при перегрузке $I_{ном.расц.}$, А	4000	190	160
- при КЗ $I_{кз}$, А	5500	1045	960
Условия срабатывания по времени, с	0,1	0,05	0,02

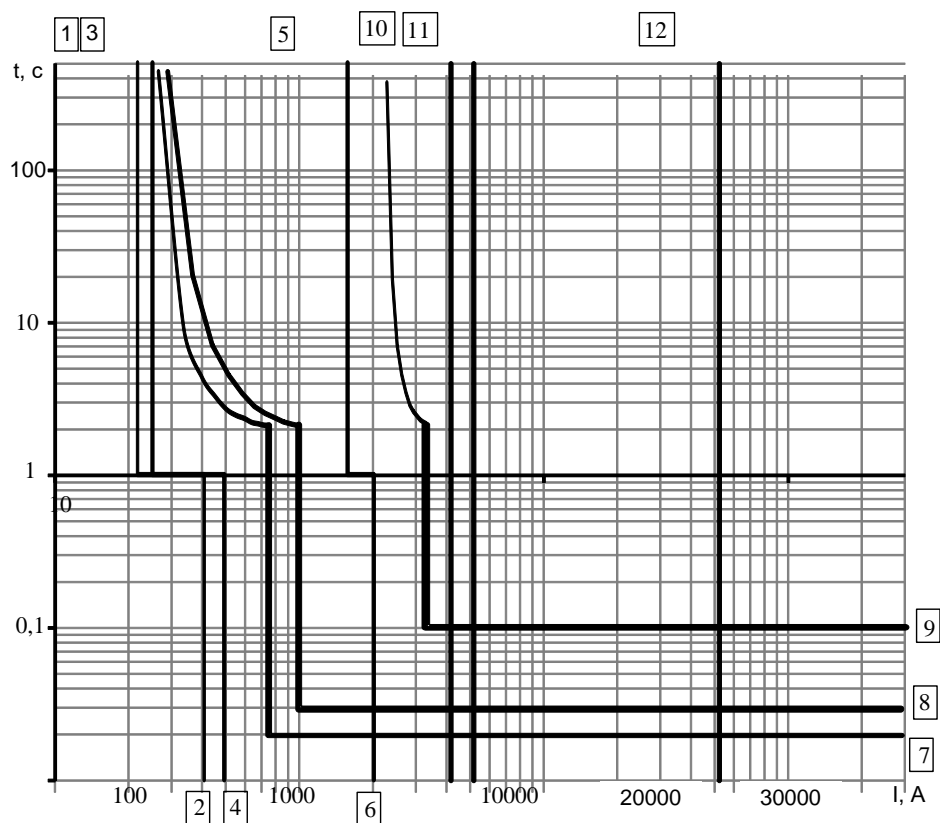


Рисунок 5.6 - Карта селективности действия аппаратов защиты

- 1- номинальный ток ЭП №27 (125,12 А);
- 2 - пусковой ток ЭП №27 (625,61 А);
- 3- расчетный ток ПР6 (141,13 А);
- 4 - пиковый ток ПР6 (750,46 А);
- 5- расчетный ток ТП2 (2496,78 А);
- 6 - пиковый ток ТП2 (3106,11 А);
- 7 - защитная характеристика автомата ВА57-35;
- 8 - защитная характеристика автомата ВА74-40;
- 9 - защитная характеристика автомата ВА74-48;
- 10 - ток КЗ в точке К3 (6070 А);
- 11 - ток КЗ в точке К2 (6850 А);
- 12 - ток КЗ в точке К3 (25239,36 А).

Из рисунка 5.6 видно, что при выходе из нормального режима работы электроприемника, одновременно сработают автомат ЭП и ПР6, т.е. не

соблюдается селективность аппаратов защиты. Поэтому заменим автомат на распределительном пункте №6 с параметрами: $I_{\text{ном.расц.}}=760 \text{ А}$, $I_{\text{эм.}}=1520 \text{ А}$. Перестроим карту селективности.

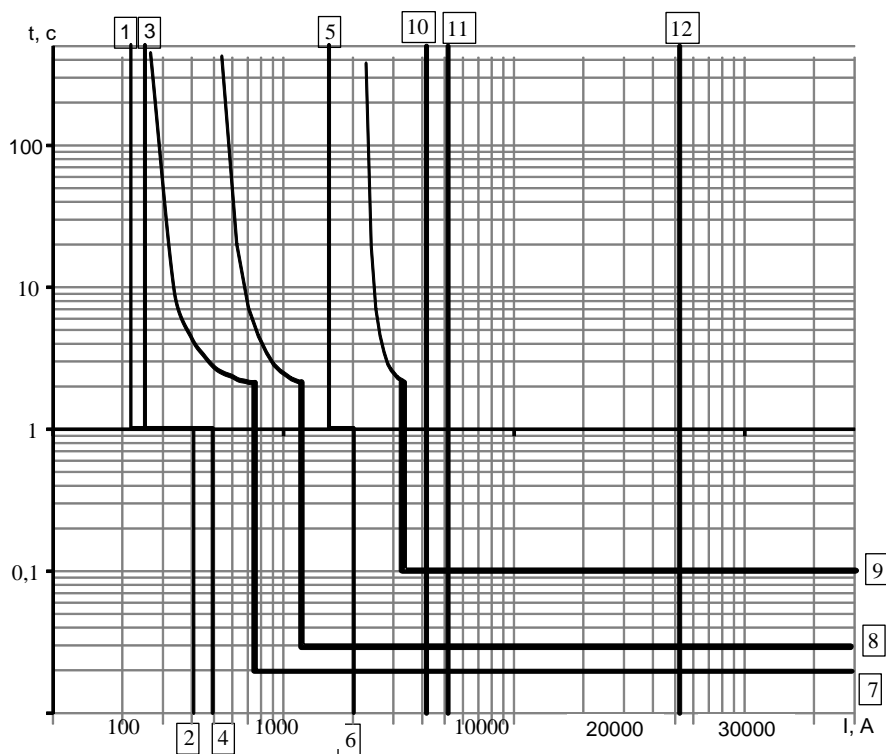


Рисунок 5.7 – Карта селективности действия аппаратов защиты

- 1- номинальный ток ЭП №27 (125,12 А);
- 2 - пусковой ток ЭП №27 (625,61 А);
- 3- расчетный ток ПР6 (141,13 А);
- 4 - пиковый ток ПР6 (750,46 А);
- 5- расчетный ток ТП2 (2496,78 А);
- 6 - пиковый ток ТП2 (3106,11 А);
- 7 - защитная характеристика автомата ВА57-35;
- 8 - защитная характеристика автомата ВА74-40;
- 9 - защитная характеристика автомата ВА74-48;
- 10 - ток КЗ в точке К3 (6070 А);
- 11 - ток КЗ в точке К2 (6850 А);
- 12 - ток КЗ в точке К3 (25239,36 А).

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Молниезащита ГПП	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	10
Консульт.		Кабышев А.В.				НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

6 МОЛНИЕЗАЩИТА ГПП

Молния представляет собой электрический разряд длиной в несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-либо наземным сооружением. Разряд молнии начинается с развития лидера- слабо светящегося канала с током в несколько сотен ампер.

Воздействия молнии принято подразделять на две основные группы:

Первичные, вызванные прямым ударом молнии, и вторичные, индуцированные близкими ее разрядами или занесенные в объект протяженными металлическими коммуникациями. Опасность прямого удара и вторичных воздействий молнии для зданий и сооружений и находящихся в них людей или животных определяется, с одной стороны, параметрами разряда молнии, а с другой-технологическими и конструктивными характеристиками объекта. Прямой удар молнии вызывает следующие воздействия на объект: электрические, связанные с поражением людей или животных электрическим током и появлением перенапряжения на пораженных элементах. Перенапряжение пропорционально амплитуде и крутизне тока молнии, индуктивности конструкций и сопротивлению заземлителей, по которым ток молнии отводится в землю. Даже при выполнении молниезащиты прямые удары молния с большими токами и крутизной могут привести к перенапряжениям в несколько мегавольт. При отсутствии молниезащиты пути растекания тока молнии неконтролируемы и ее удар может создать опасность поражения током, опасные напряжения шага и прикосновения, перекрытия на другие объекты.

Молниезащита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом; к этому комплексу относятся также средства защиты, предохраняющие объект от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала.

Средством защиты от прямых ударов молнии служит молниеотвод-устройство, рассчитанное на непосредственный контакт с каналом молнии и отводящее ее ток в землю.

Молниеотводы разделяются на отдельно стоящие, обеспечивающие растекание тока молнии минуя объект, и установленные на самом объекте. При этом растекание тока происходит по контролируемым путям так, что обеспечивается низкая вероятность поражения людей(животных), взрыва или пожара.

Молниеотвод состоит из следующих элементов: молниеприемника, опоры, токоотвода и заземлителя. Однако на практике они могут образовывать единую конструкцию, например, металлическая мачта или ферма здания представляет собой молниеприемник, опору и токоотвод одновременно.

Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии с большей вероятностью поражать более высокие и хорошо заземленные предметы по сравнению с расположенными рядом объектами меньшей высоты. Поэтому на молниеотвод, возвышающийся над защищаемым объектом, возлагается функция перехвата молний, которые в отсутствие молниеотвода поразили бы объект.

Рассчитать молниезащиту- это значит определить тип защиты, ее зону, параметры и ожидаемое количество поражений объекта молнией в год.

6.1 Выбор высоты молниеотводов

Защиту открытого распределительного устройства (ОРУ) ГПП 35/10 кВ от прямых ударов молнии (ПУМ) осуществляем четырьмя стержневыми молниеотводами одинаковой высоты, расположенными по углам ОРУ [9, стр. 12, табл. 1.2].

Открытое распределительное устройство имеет следующие габаритные размеры:

Ширина $A=40$ м, длина $B=50$ м [10, стр. 165], габарит подстанции $h_x=7$ м [9, стр. 16].

Расстояние между ближними молниеотводами $l_1=36$ м, между удаленными $l_2=46$ м.

Предельное расстояние между молниеотводами определяется по формуле:

$$L = \sqrt{l_1^2 + l_2^2} = \sqrt{36^2 + 46^2} = 58,41 \text{ м.}$$

Активная высота молниеотвода:

$$h_a \geq \frac{L}{8} = \frac{58,41}{8} = 7,03 \text{ м.}$$

Принимаем $h_a=8$ м, так как:

$$L = 58,41 \text{ м} \leq 8 \cdot h_a = 64 \text{ м.}$$

Полная высота молниеотвода:

$$h = h_x + h_a = 7 + 8 = 15 \text{ м.}$$

6.2 Определение границ зоны защиты

Для многократных стержневых молниеотводов зона защиты строится посредством попарно взятых соседних стержневых молниеотводов.

Высота вершины конуса стержневого молниеотвода:

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 15 = 13,8 \text{ м.}$$

Радиус защиты на высоте защищаемого объекта и на уровне земли:

$$r_x = 1,5 \cdot (h - 1,1 \cdot h_x) = 1,5 \cdot (15 - 1,1 \cdot 7) = 10,95 \text{ м,}$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ м.}$$

Для зоны Б (степень надежности защиты 95-99,5 %), при $h < L \leq 6 \cdot h$ [9, стр. 15, табл. 1.6]:

Высота средней части попарно взятых молниеотводов:

$$h_{min1} = h_{c1} = h_0 - 0,14 \cdot (l_1 - h) = 13,8 - 0,14 \cdot (36 - 15) = 10,86 \text{ м,}$$

$$h_{min2} = h_{c2} = h_0 - 0,14 \cdot (l_2 - h) = 13,8 - 0,14 \cdot (46 - 15) = 9,46 \text{ м.}$$

Ширина средней части зоны попарно взятых молниеотводов на уровне земли и на уровне высоты защищаемого объекта:

$$r_c = r_0 = 1,5 \cdot h = 22,5 \text{ м,}$$

$$r_{cx1} = \frac{h_{c1} - h_x}{h_{c1}} \cdot r_0 = \frac{10,86 - 7}{10,86} \cdot 22,5 = 7,99 \text{ м,}$$

$$r_{\text{сх2}} = \frac{h_{\text{с2}} - h_x}{h_{\text{с2}}} \cdot r_0 = \frac{9,46 - 7}{9,46} \cdot 22,5 = 5,85 \text{ м.}$$

Полученные параметры молниезащиты наносятся на план подстанции, рисунок 6.1.

6.3 Определение надежности защиты подстанции от ПУМ

Число ударов молнии в подстанцию в год:

$$N_1 = 0,06 \cdot n \cdot (A + 10 \cdot h_x) \cdot (B + 10 \cdot h_x) \cdot 10^{-6},$$

$$N_1 = 0,06 \cdot 20 \cdot (40 + 10 \cdot 7) \cdot (50 + 10 \cdot 7) \cdot 10^{-6} = 0,016,$$

где $n=20$ - число грозových часов в году [11, стр. 112, рис. 7.6].

Число отключений подстанции в год:

$$\gamma_1 = N_1 \cdot \psi_i \cdot \psi_g = 0,016 \cdot 0,68 \cdot 0,7 = 0,008,$$

где ψ_i - вероятность перекрытия изоляции при прямом ударе молнии в провод [9, стр. 23];

ψ_g - вероятность перехода импульсного перекрытия в силовую дугу [9, стр. 23].

Вероятное число лет работы подстанции без отключений от ПУМ без молниеотводов:

$$m_1 = \frac{1}{\gamma_1} = \frac{1}{0,008} = 125 \text{ лет.}$$

Число ударов молнии в подстанцию в год:

$$N_2 = 0,06 \cdot n \cdot (A + 10 \cdot h) \cdot (B + 10 \cdot h) \cdot 10^{-6},$$

$$N_2 = 0,06 \cdot 20 \cdot (40 + 10 \cdot 15) \cdot (50 + 10 \cdot 15) \cdot 10^{-6} = 0,046.$$

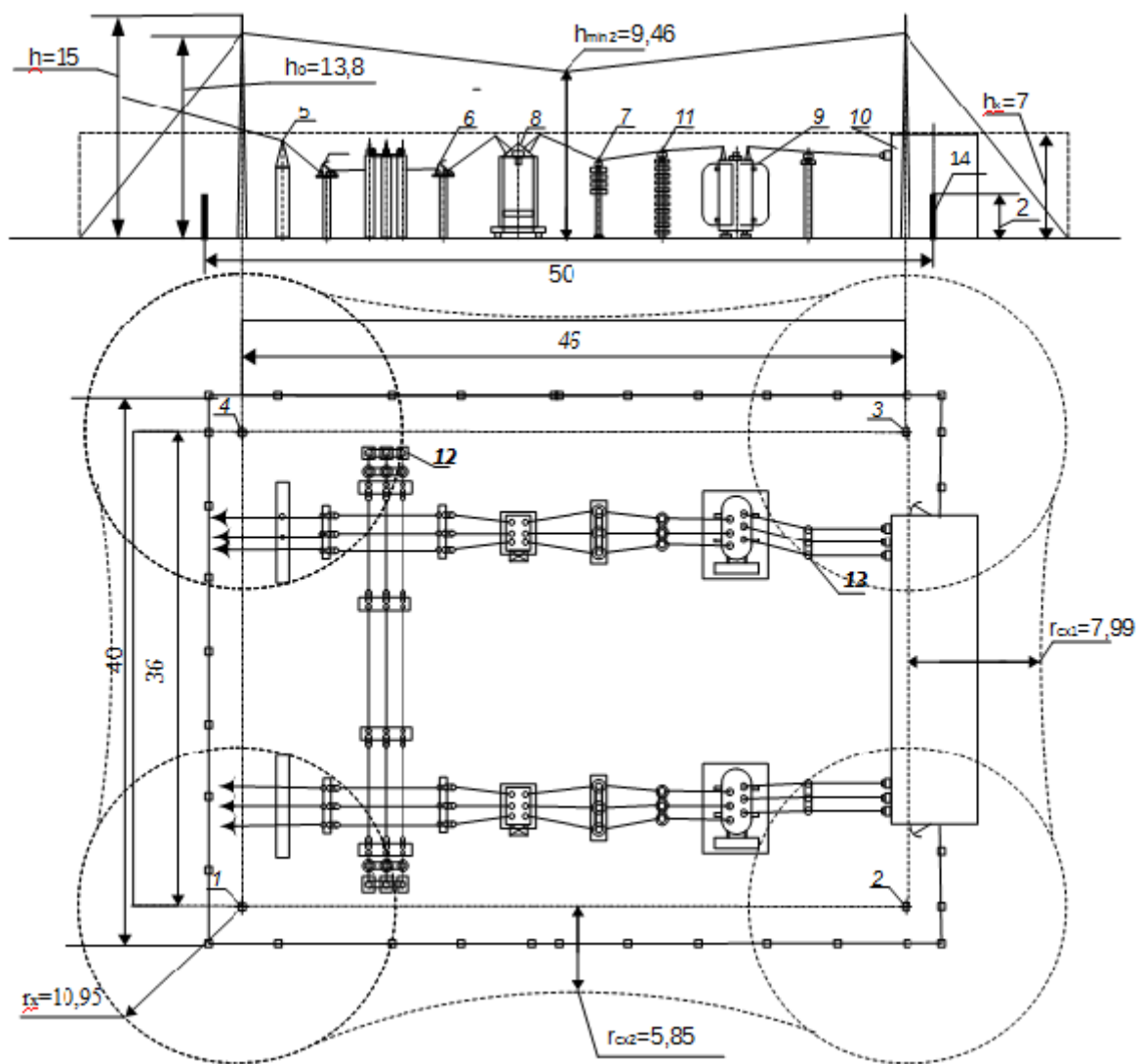
Число отключений подстанции в год:

$$\gamma_2 = N_2 \cdot \psi_i \cdot \psi_g \cdot \psi_n = 0,046 \cdot 0,68 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3} = 0,219 \cdot 10^{-4},$$

где ψ_n - вероятность прорыва молнии сквозь зону защиты молниеотводов.

Вероятное число лет работы подстанции без отключений от ПУМ с установленными молниеотводами:

$$m_2 = \frac{1}{\gamma_2} = \frac{1}{0,219 \cdot 10^{-4}} = 4,57 \cdot 10^4 \text{ лет.}$$



<i>№ поз.</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>
1-4	Молниеотвод	4
5	Блок приема ВЛ 35 кВ	2
6	Разъединитель РДЗ-35/1000 У1	2
7	Выключатель ВВУС-35И-25/1000	2
8	Блок трансформатора тока ТФЗМ-35А	2
9	Трансформатор силовой ТМН-4000/35	2
10	ЗРУ 10 кВ	1
11	Ограничитель перенапряжения ОПН -35	2
12	Блок трансформатора напряжения ЗНОЛ-35	2
13	Шинопроводы 10 кВ	2
14	Ограждение	
15	Разъединитель РДЗ-35/1000 У1	2

Рисунок 6.1 - План и зона молниезащиты ОРУ ГПП

6.4 Расчет заземления молниеотводов

При выполнении заземлений используют вертикальные и горизонтальные электроды-заземлители, которые в совокупности с заземляющими проводниками образуют заземляющее устройство (ЗУ). На электроэнергетических объектах ЗУ служит:

- для обеспечения безопасности работы обслуживающего персонала (защитное заземление);
- для присоединения нейтралей генераторов, трансформаторов (рабочего заземление);
- для присоединения средств грозозащиты (разрядников, молниеотводов).

Отдельно стоящие молниеотводы имеют обособленное заземление, электрически не связанное с заземляющим устройством подстанции.

Заземляющее устройство молниеотвода представляет собой несколько (минимум три) вертикальных стержневых заземлителя, расположенных в ряд и соединенных горизонтальной полосой.

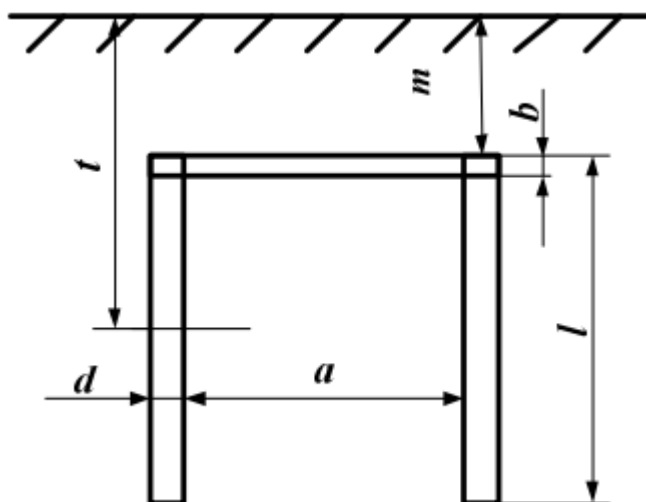


Рисунок 6.2 - Схема заземления молниеотвода

Где $m=0,8$ м - глубина заложения горизонтальных заземлителей для II климатической зоны [9, стр. 33, табл. 1.11];

$b=40$ мм - ширина горизонтальной стальной ленты
[9, стр. 32, примечание 1. табл. 1.9];

$l=3$ м - длина вертикального электрода, стальной трубы
[9, стр. 32, примечание 1. табл. 1.9];

$d=60$ мм - диаметр вертикального электрода, стальной трубы
[9, стр. 32, примечание 1. табл. 1.9];

$t=2,34$ м - длина от поверхности земли до середины вертикального электрода;

$a=6$ м - расстояние между вертикальными электродами.

Все соединения в подземной части выполняются сваркой.

Определим сопротивление заземляющего устройства
[9, стр. 30, табл. 1.7]:

$$R_{\text{зз}} = 25 \text{ Ом.}$$

Расчетное удельное сопротивление грунта для горизонтальных и вертикальных заземлителей:

$$\rho_{\text{расч.гор.}} = K_{\text{сез}} \cdot \rho = 1,7 \cdot 100 = 170 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$\rho_{\text{расч.верт.}} = K_{\text{сез}} \cdot \rho = 4 \cdot 100 = 400 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

где $K_{\text{сез}}$ — коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и просыхание грунта [9, стр. 33, табл. 1.11];

ρ - удельное сопротивление грунта, измеренное при нормальной влажности
[9, стр. 33, табл. 1.12].

Сопротивление растеканию одного вертикального электрода:

$$R_{\text{в}}^I = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{2 \cdot t + \frac{l}{2}}{2 \cdot t - \frac{l}{2}} \right),$$
$$R_{\text{в}}^I = \frac{400}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,06} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 2,34 + \frac{3}{2}}{2 \cdot 2,34 - \frac{3}{2}} \right) = 104,82 \text{ Ом.}$$

Расчетное количество вертикальных электродов:

Без учета экранирования:

$$N_{\text{в.расч}}^I = \frac{R_{\text{в}}^I}{R_{\text{зз}}} = \frac{104,82}{25} = 4,19.$$

Принимаем $N_{в,расч}^I = 5$ шт.

С учетом экранирования:

$$N_{в,расч} = \frac{R_B^I}{R_{3у} \cdot \eta_B} = \frac{104,82}{25 \cdot 0,77} = 5,45,$$

где $\eta_B=0,77$ - коэффициент использования вертикальных электродов, при $a/l=2$ [9, стр. 35, табл. 1.15].

Принимаем $N_{в,расч.} = 6$ шт.

Определим уточненное значение сопротивления вертикальных электродов:

$$R_B = \frac{R_B^I}{N_B \cdot \eta_B} = \frac{104,82}{6 \cdot 0,77} = 22,69 \text{ Ом.}$$

Сопротивление растеканию одного горизонтального электрода:

$$R_\Gamma^I = \frac{\rho_{рас}}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{1,5 \cdot l}{\sqrt{b \cdot t}} = \frac{170}{3,14 \cdot 30} \cdot \ln \frac{1,5 \cdot 30}{\sqrt{0,04 \cdot 0,8}} = 9,97 \text{ Ом,}$$

где $l = L_{\Pi} = a \cdot (N_B - 1) = 30\text{м}$ - длина горизонтальной полосы, связывающая вертикальные электроды.

Определим уточненное значение сопротивления горизонтальных электродов:

$$R_\Gamma = \frac{R_\Gamma^I}{\eta_\Gamma} = \frac{9,97}{0,83} = 12,01 \text{ Ом,}$$

где $\eta_\Gamma=0,83$ - коэффициент использования вертикальных электродов, при, $a/l=2$ [9, стр. 35, табл. 1.15].

Сопротивление ЗУ в целом:

$$R_{3у} = \frac{R_\Gamma \cdot R_B}{R_\Gamma + R_B} = \frac{12,01 \cdot 22,69}{12,01 + 22,69} = 7,85 \text{ Ом,}$$

$$R_{3у,расч.} = 7,85 \text{ Ом} < R_{3у,доп.} 25 \text{ Ом.}$$

Следовательно, заземляющее устройство будет эффективным.

Импульсное сопротивление ЗУ:

$$R_{i3у} = \alpha_{i3у} \cdot R_{3у,расч.} = 0,7 \cdot 7,85 = 5,49 \text{ Ом,}$$

где $\alpha_{i3у} = 0,7$ - импульсный коэффициент [9, стр. 37, табл. 1.16].

Определим расстояние по воздуху S_B и в земле S_3 между заземлителем отдельно стоящего молниеотвода и ближайшей к нему точкой защищаемого устройства:

$$S_B \geq R_{i3y} \cdot 0,12 + H \cdot 0,1 = 5,49 \cdot 0,12 + 7 \cdot 0,1 = 1,36 \text{ м,}$$

$$S_3 \geq R_{i3y} \cdot 0,2 = 1,09 \text{ м.}$$

Вывод: Определили тип защиты ГПП от прямых ударов молнии (ПУМ), четыре отдельно стоящие металлические молниеотводы высотой 15 метров, расположенные по углам ОРУ ГПП. Рассчитали защитную зону молниеотводов. Из рисунка 6.1 видно, что защищаемый объект находится внутри зоны защиты молниезащиты. А также определили надежность защиты ГПП от ПУМ, вероятное число лет работы подстанции без отключений от ПУМ с установленными молниеотводами, $m_2 = 4,57 \cdot 10^4$ лет. Фактически эта величина еще больше, так как зона защиты построена с запасом. Рассчитали заземление молниеотводов. Заземляющее устройство, выполненное из 6 вертикальных электродов, стальная труба $d = 60$ мм, расположенных в ряд и соединенных горизонтальной стальной лентой, шириной 40 мм.

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	12
Консульт.		Кузьмина Н.Г.				НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-9301	Перемыкин Василий Сергеевич

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПП
Уровень образования		Направление/специальность	140211.65 Электроснабжение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	...
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	...
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка сметной стоимости на проектирование	Расчет сметы затрат на проектирование.
2. Формирование плана и графика разработки	Формирование плана и графика разработки ИР.
3. Оценка сметной стоимости на оборудование	Расчет сметы затрат на электрооборудование ремонтно-механического цеха. Суммарные приведенные затраты и сравнение вариантов внешнего электроснабжения.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10 марта 2016 года
---	--------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301	Перемыкин В.С.		

7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Целью данной работы является составление сметы на проектирование системы электроснабжения перевалопогрузочного комплекса морского порта и расчет сметы затрат на электрооборудование ремонтно-механического цеха.

Решение этих вопросов связано с проведением большого количества технико-экономических расчетов. При этом решающим фактором является минимум годовых приведенных затрат, в состав которых входят капитальные вложения и ежегодные эксплуатационные расходы.

Капитальные вложения в электрооборудование — это в первую очередь, стоимость электрооборудования и стоимость строительно-монтажных работ.

Смета - это документ, определяющий окончательную и предельную стоимость реализации проекта. Смета служит исходным документом капитального вложения, в котором определяются затраты, необходимые для выполнения полного объема необходимых работ.

Исходными материалами для определения сметной стоимости строительства объекта служат данные проекта по составу оборудования, объему строительных и монтажных работ; прейскуранты цен на оборудование и строительные материалы; нормы и расценки на строительные и монтажные работы; тарифы на перевозку грузов; нормы накладных расходов и другие нормативные документы.

Решение о проектировании электроснабжения принимается на основе технико-экономического обоснования.

На основе утвержденного ТЭО заказчик заключает договор с проектной организацией на проектирование и выдает ей задание, которое содержит:

1. Генплан предприятия;
2. Расположение источников питания;
3. Сведения об электрических нагрузках;

4. План размещения электроприемников на корпусах;
5. Площадь корпусов и всей территории предприятия.

Различают две стадии проектирования:

1. Технический проект;
2. Рабочий чертеж.

Если проектируемый объект в техническом отношении не сложный, то обе стадии объединяются в одну - техно-рабочий проект.

7.1 Смета затрат на проектирование

В смету затрат входят следующие пункты:

- 1) Заработная плата исполнителей;
- 2) Материальные затраты;
- 3) Амортизация компьютерной техники;
- 4) Отчисления на социальные нужды;
- 5) Прочие расходы;
- 6) Накладные расходы.

Составим план-график, в котором рассчитывается поэтапная трудоемкость всех работ. После определения трудоемкости всех этапов темы, назначается число участников работы по этапам (таблица 7.1).

Таблица 7.1 - План разработки выполнения этапов проекта

№ п/п	Перечень выполненных работ	Исполнители	Кол-во дней	СЗП, руб.	ЗП, руб
1	Ознакомление с производственной документацией. Постановка задачи работникам	Руководитель	1	2150	2150
		Инженер	3	1100	3300
2	Расчет электрических нагрузок по цеху	Инженер	2	1100	2200
3	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Инженер	2	1100	2200
4	Построение картограммы нагрузок и определение центра электрических нагрузок	Инженер	1	1100	1100
5	Выбор трансформаторов ГПП. Технико-экономический расчет схемы внешнего электроснабжения	Инженер	3	1100	3300
6	Выбор трансформаторов цеховых подстанций. Технико-экономический расчет компенсирующих устройств	Инженер	1	1100	1100
7	Расчет внутриводской сети предприятия	Руководитель	1	2150	2150
		Инженер	3	1100	3300
8	Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В	Инженер	1	1100	1100
9	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В	Инженер	1	1100	1100
10	Расчет схемы электроснабжения цеха	Инженер	5	1100	5500
11	Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	Инженер	1	1100	1100
12	Расчет молниезащиты	Инженер	2	1100	2200
13	Расчет эпюры отклонений напряжения	Инженер	1	1100	1100
14	Составление расчетно-пояснительной записки	Руководитель	2	2150	4300
		Инженер	8	1100	8800
15	Чертежные работы	Руководитель	2	2150	4300
		Инженер	12	1100	13200
Итого по каждой должности		Руководитель	6	2150	12900
		Инженер	46	1100	50600
Итого ФЗП сотрудников					63500

По данным таблицы 7.1 построим календарный план проекта, рисунок 7.1 и линейный график занятости исполнителей, рисунок 7.2.

Наименование исполнителя	Календарные дни										Перечень выполненных работ	
	6	12	18	24	30	36	42	46				
Руководитель	■											Ознакомление с производственной документацией
			■									Расчет внутриводской сети предприятия
						■						Составление расчетно-пояснительной записки
									■			Чертежные работы
Инженер	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Ознакомление с производственной документацией
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Расчет электрических нагрузок цеха
			■	■	■	■	■	■	■	■	■	Расчет электрических нагрузок по предприятию
				■	■	■	■	■	■	■	■	Построение картограммы нагрузок и определение ЦЭН
					■	■	■	■	■	■	■	Расчет схемы электроснабжения цеха
						■	■	■	■	■	■	Выбор трансформаторов ГПП
							■	■	■	■	■	Расчет внутриводской сети предприятия
								■	■	■	■	Выбор трансформаторов цеховых подстанций
									■	■	■	Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В
										■	■	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В
											■	Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В
												Расчет эпюры отклонений напряжения
												Расчет молниезащиты
												Составление расчетно-пояснительной записки
											Чертежные работы	

Рисунок 7.1 - Календарный план проекта

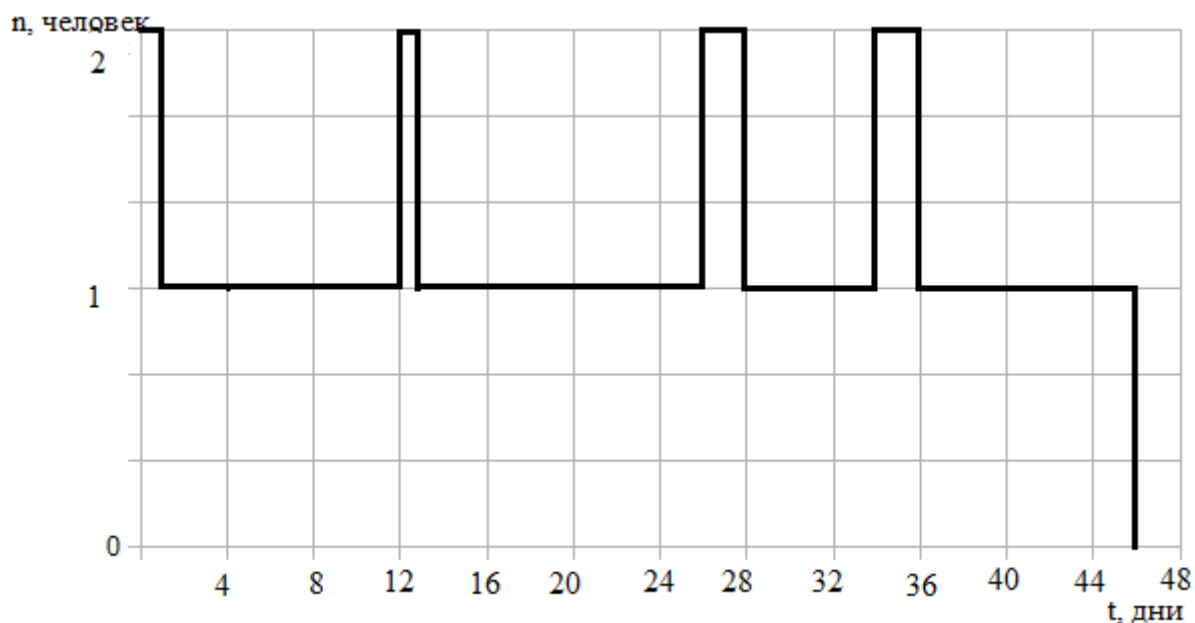


Рисунок 7.2 - График занятости исполнителей

1. Расчет зарплаты:

Месячная зарплата научного руководителя:

$$И_{зп}^{мес} = (ЗП_0 \cdot K_1 + Д) \cdot K_2 = (27000 \cdot 1,1 + 2500) \cdot 1,3 = 32200 \text{ руб.},$$

где $ЗП_0$ — месячный оклад;

$Д=2500$ руб. - доплата за интенсивность труда;

K_1 - коэффициент, учитывающий отпуск;

K_2 - районный коэффициент (1,3 для Томской области).

Зарплата научного руководителя с учетом фактически отработанных дней:

$$И_{зп}^{\phi} = \frac{И_{зп}^{мес}}{21} \cdot n = \frac{32200}{21} \cdot 6 = 9199,99 \text{ руб.},$$

где n – количество отработанных дней по факту.

Месячная зарплата инженера:

$$И_{зп}^{мес} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ руб.}$$

Зарплата инженера с учетом фактически отработанных дней:

$$И_{зп}^{\phi} = \frac{И_{зп}^{мес}}{21} \cdot n = \frac{20735}{21} \cdot 46 = 45419,52 \text{ руб.}$$

Итого ФЗП сотрудников:

$$\text{ФЗП} = 9199,99 + 45419,52 = 54619,51 \text{ руб.}$$

Расчет ФЗП сведем в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 - Расчет ФЗП

Должность	ЗП ₀ , руб.	Д, руб.	К ₁	К ₂	И _{ЗП} ^{мес} , руб.	n	ФЗП, руб.
Руководитель	27000	2500	1,1	1,3	32200	6	9199,99
Инженер	14500	-	1,1	1,3	20735	46	45419,52
Итого	41500	-	-	-	52935	52	54619,51

2. Материальные затраты:

Результаты расчетов сведем в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 - Затраты на материалы

Материалы	Количество	Цена за единицу, руб.	И _м , руб.
Канцтовары	-	1500	1500
Флеш память	1	950	950
Упаковка бумаги А4 500 листов	2	236	472
Картридж для принтера	1	2600	2600
Итого И_{мат}, руб.	-	-	5522

3. Амортизация компьютерной техники:

Основной объем работы был произведен на персональных компьютерах.

$$I_{\text{ам}} = \frac{I_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}} \cdot T_{\text{сл}}} \cdot C_{\text{кт}} = \frac{40}{365 \cdot 5} \cdot 34500 = 756,16 \text{ руб.},$$

где $T_{\text{исп.кт}}$ - время использования компьютерной техники на проект;

$T_{\text{кал}}$ - годовой действительный фонд рабочего времени используемого оборудования;

$C_{\text{кт}}$ - первоначальная стоимость оборудования, руб;

$T_{\text{сл}}$ - срок службы компьютерной техники (время окупаемости 5 лет).

Расчет на амортизацию компьютерной техники сведем в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 - Амортизация компьютерной техники

<i>Оборудование</i>	<i>Стоимость, руб.</i>	<i>Количество</i>	<i>T_з, дней</i>	<i>I_{ам}, руб.</i>
Ноутбук	34500	1	40	756,16
Лазерный МФУ	11690	1	7	51,24
<i>Итого I_{ам}, руб.</i>	-	-	-	<i>807,4</i>

4. Отчисления на социальные нужды:

Отчисления на социальные нужды (социальное страхование, пенсионный фонд, медицинская страховка) составляет 30 % от ФЗП:

$$I_{co} = 0,3 \cdot 54619,51 = 16385,85 \text{ руб.}$$

5. Прочие расходы:

Расходы на услуги связи, затраты на ремонт оборудования и др., в размере 10 % от ФЗП, затраты на материалы, амортизацию и отчислений на социальные нужды:

$$I_{пр} = 0,1 \cdot (\text{ФЗП} + I_{м} + I_{ам} + I_{co}) = \\ = 0,1 \cdot (54619,51 + 5522 + 807,4 + 16385,85) = 7733,48 \text{ руб.}$$

6. Накладные расходы:

Затраты на отопление, свет, обслуживание помещений и др.:

$$I_{накл} = 2 \cdot \text{ФЗП} = 2 \cdot 54619,51 = 109239,02 \text{ руб.}$$

7. Затраты на разработку проекта:

$$K_{пр} = \text{ФЗП} + I_{мат} + I_{ам} + I_{co} + I_{пр} + I_{накл} = \\ = 54619,51 + 5522 + 807,4 + 16385,85 + 7733,48 + 109239,02 = 194307,26 \text{ руб.}$$

Расчет сметы затрат на разработку проекта сведем в таблицу 7.5.

Таблица 7.5 - Смета затрат на выполнение проекта

<i>№ п/п</i>	<i>Статьи затрат</i>	<i>Сумма, руб.</i>
1	ФЗП	54619,51
2	Материальные затраты	5522
3	Амортизация компьютерной техники	807,4
4	Социальные отчисления	16385,85
5	Прочие расходы	7733,48
6	Накладные расходы	109239,02
<i>Затраты на разработку проекта K_{пр}, руб.:</i>		<i>194307,26</i>

7.2 Смета затрат на электрооборудование

Расчеты по разделу произведены на основе укрупненных показателей стоимости элементов электроснабжения.

Смета затрат на электрооборудование рассматриваемого цеха приведена в таблице 7.6.

Таблица 7.6 - Смета затрат на электрооборудование ремонтно-механического цеха

№ п/п	Наименование оборудования	Единицы измерения	Количество	Сметная стоимость, тыс. руб.		Общая стоимость, тыс. руб.	
				Оборудова ние	Монтаж	Оборудова ние	Монтаж
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2КТПМ-1000- 10/0,4	шт	1	500,4	90	500,4	90
2	ПР11-7123	шт	6	40,482	2,5	242,89	15
3	ЯОУ 85-01	шт	2	14,85	1,5	29,7	3
4	Автомат ВА 13-29	шт	6	0,65	0,1	3,9	0,6
5	Автомат ВА 51-26	шт	1	1,5	0,12	1,5	0,12
6	Автомат ВА 57-35	шт	21	1,35	0,12	28,35	2,52
7	Автомат ВА 74-40	шт	6	2,74	0,47	16,44	2,82
8	Кабель АВВГ 4х2,5	км	0,035	14,12	2,5	0,49	0,09
9	Кабель АВВГ 4х6	км	0,02	25,82	3,12	0,52	0,06
10	Кабель АВВГ 4х16	км	0,032	60,17	6,3	1,93	0,2
11	Кабель АВВГ 4х25	км	0,012	89,85	5,04	1,08	0,06
12	Кабель АВВГ 4х35	км	0,163	127,31	15	20,75	2,45
13	Кабель АВВГ 4х50	км	0,065	173,74	17,5	11,29	1,14
14	Кабель АВВГ 4х70	км	0,097	253,64	29,3	24,60	2,84
15	Кабель АВВГ 4х95	км	0,113	318,96	35,5	36,04	4,01
16	Кабель АВВГ 4х120	км	0,269	383,45	46,55	103,15	12,52
17	Кабель АВВГ 4х185	км	0,046	570,16	66,7	26,23	3,07
18	Кабель АВВГ 2х4	км	1,66	9,61	0,31	15,95	0,51
Итого по цеху, тыс. руб.						1062,21	141,01

Стоимость неучтенного оборудования составляет 20 % от стоимости учтенного оборудования:

$$K_n = 0,2 \cdot 1062,21 = 212,44 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость монтажных работ для неучтенного оборудования:

$$K_{н.м.} = 0,2 \cdot 141,01 = 28,20 \text{ тыс. руб.}$$

Итого капитальные затраты на оборудование и монтаж проекта по электроснабжению ремонтно-механического цеха перевалопогрузочного комплекса морского порта:

$$K_{ц} = 1062,21 + 141,01 + 212,44 + 28,20 = 1443,86 \text{ тыс. руб.}$$

Технико-экономическое сравнение вариантов схемы внешнего электроснабжения было выполнено в пункте 3.6. Результат технико-экономического сравнения и выбор оптимального варианта приведен в таблице 7.7.

Таблица 7.7 - Сравнение суммарных приведенных затрат

<i>Номер варианта, $U_{ном}$, тип распределительного устройства</i>	<i>Марка и сечение питающих линий, мм²</i>	<i>Суммарные приведенные затраты на сооружение питающей линии Z, руб./год</i>	<i>Суммарные приведенные затраты на установку силового оборудования Z, руб./год</i>	<i>Суммарные приведенные затраты Z, руб./год</i>
Вариант 1 10 кВ, КРУН	2хАСБ-95	560105,16	252010	812115,16
Вариант 2 35 кВ, ОРУ	2хАС-35/6,2	1526226,81	2786538,34	4312765,15

Исходя из сравнения расчетов, можно сделать вывод, что по суммарным приведенным затратам наиболее целесообразен первый вариант схемы внешнего электроснабжения. Вследствие того, что при расчетах взята лишь

часть морского порта и будущего развития предприятия с учетом роста нагрузки, целесообразен второй вариант схемы внешнего электроснабжения.

Проанализировав затраты на разработку проекта – 194307,26 руб., а также капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования – 1443,86 тыс.руб., можно сказать что проект пригоден к выполнению.

Установленное оборудование является надежным и современными элементами в электроснабжении.

Результатом осуществления данного проекта будет перевалопогрузочный комплекс ОАО «Восточный порт» с перспективой развития предприятия.

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Социальная ответственность	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабьшев А.В.					1	31
Консульт.		Амелькович Ю.А.				НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-9301	Перемыкин Василий Сергеевич

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПП
Уровень образования		Направление/специальность	140211.65 Электроснабжение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Проектирование системы электроснабжения перевалопогрузочного комплекса морского порта.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты). 	<p>ГОСТ 12.0.003-74. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Анализ вредных факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата; 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 3. Повышенный уровень вибрации; 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 5. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Расчет искусственного освещения. <p>Анализ опасных факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; 2. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Мероприятия по экологической безопасности регламентируются ГОСТ 17.1.3.13-86. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» ГН 2.2.5.2308-07. «Ориентировочна безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». В целях общего улучшения состояния окружающей среды мероприятиями по обеспечению благоприятных условий жизни населения предусматривается:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Озеленение и благоустройство территории

	<p>предприятия</p> <p>2. Содержание дорог, тротуаров и прилегающих озелененных территорий в соответствии с санитарными требованиями;</p> <p>3. Ликвидация несанкционированных свалок отходов;</p> <p>4. Создание и обустройство санитарно-защитной зоны предприятия</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>1. ЧС. Основные причины и ликвидация последствий;</p> <p>2. Пожар.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Грамотная социальная политика - ключ к успеху предприятия, ведь эффективность работы напрямую зависит от эмоционального комфорта и позитивного настроения коллектива. Трудовой кодекс РФ, ст. 165 «Случаи предоставления гарантий и компенсаций».</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10 марта 2016 года
---	--------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9301	Перемыкин В.С.		

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Ремонтно-механический цех перевалопогрузочного комплекса морского порта по своей структуре типичен аналогичным объектам на всей территории Российской Федерации.

В рассматриваемом цехе имеется большое количество станков различного назначения, сварочное оборудование, кран-балка. Данное оборудование создает множество опасных и вредных факторов. Необходимо строго соблюдать технику безопасности и применять различные меры для обеспечения безопасности рабочего персонала.

В данном разделе дипломной работы проанализируем условия труда с точки зрения наличия возможности появления опасных и вредных факторов и их воздействие на работающих, рассмотрим мероприятия по безопасности и гигиене труда, а также мероприятия по противопожарной профилактике на рабочем месте электромонтера, обслуживающего электрооборудование ремонтно-механического цеха перевалопогрузочного комплекса морского порта.

Рабочим местом персонала является та зона обслуживания или ремонта, в которой персонал проводит более 50% рабочего времени.

При разработке мероприятий более детально на инженерном уровне обратим внимание на расчет системы искусственного освещения ремонтно-механического цеха перевалопогрузочного комплекса морского порта. Выявим возможные причины возникновения пожаров и учтем эффективные меры борьбы с ними. Приведем ряд оборудования для пожаротушения.

Также рассмотрим ряд аспектов по охране окружающей среды.

Уделим внимание безопасности в чрезвычайных ситуациях и правовым и организационным вопросам обеспечения безопасности.

8.1 Производственная безопасность

8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов

8.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Для обеспечения нормальных условий труда персонала немаловажную роль играет микроклимат, т.е. факторы производственной среды, влияющие на физическое и эмоциональное состояние человеческого организма.

Производственные процессы могут сопровождаться выделением вредных газов, паров, пыли или избыточного тепла, вследствие чего воздух в помещении претерпевает некоторые изменения, которые могут вредно отражаться на здоровье работающих.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда СанПиН 2.2.4.584-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [23].

Показателями, характеризующими микроклимат, являются:

- 1) Температура воздуха;
- 2) Относительная влажность воздуха;
- 3) Скорость движения воздуха;
- 4) Интенсивность теплового излучения.

Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Для того чтобы физиологические процессы в его организме протекали нормально, тепло должно отводиться в окружающую среду. В условиях у человека не возникает беспокоящих его тепловых ощущений - перегрева или переохлаждения.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцировано для постоянных и непостоянных рабочих мест. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне рассматриваемого цеха, указаны в таблице 8.1 [23].

Таблица 8.1 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

<i>Период года</i>	<i>Категория работ по уровню энергозатрат, Вт</i>	<i>Температура воздуха, °С</i>	<i>Температура поверхностей, °С</i>	<i>Относительная влажность воздуха, %</i>	<i>Скорость движения воздуха, м/с</i>
Холодный	Па (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
Теплый	Па (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2

Допустимые макроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенные в таблице 8.2 [23].

Таблица 8.2 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

<i>Период года</i>	<i>Категория работ по уровню энергозатрат, Вт</i>	<i>Температура воздуха, °С</i>		<i>Температура поверхности, °С</i>	<i>Относительная влажность воздуха, %</i>	<i>Скорость движения воздуха, м/с</i>	
		<i>Диапазон ниже оптим. вел.</i>	<i>Диапазон выше оптим. вел.</i>			<i>Для диапазона темпер. воздуха ниже оптим. вел., не более</i>	<i>Для диапазона темпер. воздуха выше оптим. вел., не более</i>
Холодный	Па (175-232)	17-18,9	21,1-23	16-24	15-75	0,1	0,3
Теплый	Па (175-232)	18-19,9	22,1-27	17-28	15-75	0,1	0,4

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного

свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 8.3 [23].

Таблица 8.3 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих на рабочих местах от производственных источников

<i>Облучаемая поверхность тела, %</i>	<i>Интенсивность теплового облучения, Вт/м², не более</i>
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.) не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Мероприятия по созданию условий для нормальной терморегуляции организма:

- 1) Механизация и автоматизация производств;
- 2) Теплоизоляция и экранизация;
- 3) Естественная и искусственная вентиляция производственных помещений;
- 4) Рациональный питьевой режим, кратковременные перерывы в работе, спецодежда;
- 5) Вентиляция и отопление.

В рассматриваемом цехе используются малоопасные вредные вещества (ПДК > 10 мг/м³) [22]. Основной мерой борьбы с вредными веществами является применение системы вентиляции.

Нормы производственной вентиляции установлены согласно СНиП 2.04.05-91 [24].

На рабочем месте предусматривается искусственная приточно-вытяжная общеобменная вентиляция с расходом воздуха на одного работающего не менее 60 м³/ч.

8.1.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

В производственных условиях разнообразные машины, аппараты и механизмы являются агрегатами динамически неуравновешенными. Для рассматриваемого цеха такими аппаратами являются станки различного назначения, сварочные трансформаторы и трансформаторы на трансформаторных подстанциях.

Длительное систематическое воздействие шума на организм человека приводит к:

- снижению производительности труда;
- снижению чувствительности слуха;
- увеличению количества ошибок;
- нарушению артериального давления и ритма сердечной деятельности.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления. Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявлении необходимости осуществления мер по шумоглушению и др.) допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука [25].

Значения, которых приведены в ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» [25].

Допустимый уровень звукового давления 75 дБ в октавных полосах со среднегеометрической частотой 1000 Гц и уровень звука 80 дБА для ремонтно-механического цеха [25].

В механических устройствах часто причинами не допустимого шума являются износ подшипников, неточная сборка деталей при ремонтах и т.д. Поэтому в процессе эксплуатации всех видов машин и механизмов следует точно выполнять все требования Правил технической эксплуатации.

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. «Средства и методы защиты от шума. Квалификация» [26] предусматривает следующие меры для снижения уровня шума:

- 1) Устройство кратковременных перерывов в работе;
- 2) Установка в помещениях звукопоглощающих конструкций и экранов;
- 3) Качественное изготовление деталей станков и машин;
- 4) Звукоизоляция ограждающих конструкций;
- 5) Укрытия в кожухи источников шума;
- 6) Применение средств индивидуальной защиты (беруши, противοшумные наушники, шлемофоны и др.).

8.1.1.3 Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием СН 2.2.4/2.1.8.556 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» - М.: Минздрав России, 1997 [27].

Физические вибрации характеризуются частотой (Гц, 1/с), амплитудой виброперемещения (м), виброскоростью и виброускорением.

Таблица 8.4 - Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест

Вид вибрации: Технологическая	Среднегеометрические частоты, Гц.					
	2	4	8	16	32,5	63
Предельно допустимые значения виброскорости, дБ	108	99	93	92	92	92
Предельно допустимые значения виброускорения, дБ	103	100	100	106	112	110

Вибрацию в рассматриваемом цехе можно наблюдать при работе большинства оборудования. Для снижения уровня вибрации производится тщательное наблюдение за узлами оборудования, и в случае необходимости, настройка оборудования и замена изношенных частей установки, виброизоляция, применение динамических виброгасителей, уравнивание, балансировка, жесткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы. Применение средств индивидуальной защиты: рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве.

8.1.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляется по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного поля частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»[28].

Источники электромагнитных полей являются ВЛЭП, кабели, трансформаторы, шинопроводы, устройства защиты и автоматики, и др.

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м. При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается. Напряженность магнитного поля в соответствии с предельно допустимым уровнем на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м[28].

К основным методам защиты относятся:

- выбор рациональных режимов работы оборудования;
- ограничение места и времени нахождения рабочих в ЭМП;
- защита расстоянием;
- рациональное размещение в рабочем помещении оборудования;
- уменьшение мощности источника излучений;

- использование поглощающих или отражающих экранов.

Применение средств индивидуальной защиты: специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани, очки с латунной сеткой вместо стекла, очки со стеклом, покрытым слоем полупроводникового материала, специальные каски и шлемы.

8.1.1.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны

К современному производственному освещению предъявляют высокие требования гигиенического и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на рабочих, содействует повышению производительности труда.

Искусственное освещение в производственных помещениях должно удовлетворять нормам СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»[30].

Для безопасного продолжения работы или выхода людей из помещений при внезапном отключении, должно быть предусмотрено аварийное освещение. Длительное снижение напряжения у наиболее удаленной лампы не должно быть более 5%. Питание аварийного освещения должно быть надежным и от независимого источника. Для аварийного освещения должны применяться светильники, отличающиеся от светильников рабочего освещения типом или размером, или на них должны быть нанесены специальные знаки[30].

В цехе предусмотрено четыре системы освещения: общее, аварийное, эвакуационное и ремонтное.

Вдоль всех главных коридоров, лестничным клеткам и над пожарным краном, предусмотрены эвакуационные светильники, показывающие выход. Данные светильники оборудованы аккумуляторными батареями и приборами автоматики, так что при исчезновении напряжения в сети, автоматически включаются с помощью собственного источника питания.

Ремонтное освещение предусматривается в технических помещениях, и осуществлено переносными светильниками напряжением питания 36 В. Светильники подключаются с помощью штепсельной розетки, которая размещена в отдельном корпусе вместе с трансформатором 220/36В.

Расчет искусственного освещения

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами:

$A=60$ м - длина цеха;

$B=30$ м - ширина цеха;

$H=8$ м - высота цеха;

$h_c=0,5$ м - расстояние от перекрытия до светильников (свес);

$h_p=1,2$ м - высота от пола до рабочей поверхности;

$\rho_{\text{п}}=50$ % - коэффициент отражения потолка для бетонного потолка [29, стр. 9, табл. 7];

$\rho_{\text{ст}}=30$ % - коэффициент отражения для бетонных стен с окнами [29, стр. 9, табл. 7].

Высота светильников над полом, высота подвеса:

$$h_{\text{п}} = H - h_c = 8 - 0,5 = 7,5 \text{ м.}$$

Расчетная высота, высота светильников над рабочей поверхностью:

$$H_p = h_{\text{п}} - h_p = 7,5 - 1,2 = 6,3 \text{ м.}$$

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda = L/h$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости [29, стр. 6, табл. 4].

$\lambda=0,9$ - для светильников с лампами ДРЛ.

Кроме люминесцентных газоразрядных ламп (низкого давления) в производственном освещении применяют газоразрядные лампы высокого давления, например, лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные) и др., которые необходимо использовать для освещения более высоких помещений (6-10м) [29, стр. 3].

Для ламп накаливания и ламп ДРЛ применяются следующие типы светильников:

- Универсал (У) – для ламп до 500 Вт; применим для общего и местного освещения в нормальных условиях;

- Шар молочного стекла (ШМ) – для ламп до 1000 Вт; предназначен для нормальных помещений с большим отражением потолков и стен (помещения точной сборки, конструкторские);

- «Люцетта» (ЛЦ) – для ламп до 300 Вт; предназначен для тех же помещений, что и ШМ;

- Глубокоизлучатель со средней концентрацией потока (ГС) – для ламп 500, 1000 Вт; устойчив в условиях сырости и среды с повышенной химической активностью.

Расстояние между соседними рядами светильников:

$$L = \lambda \cdot H_p = 0,9 \cdot 6,3 = 5,67 \text{ м.}$$

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$ [29, стр. 5]:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{5,67}{3} = 1,89 \text{ м.}$$

Число рядов светильников по ширине цеха $n=7$, а число рядов светильников по длине цеха $n=12$.

Так как расстояние между светильниками 5,67 м они не помещаются в размеры цеха, уменьшаем расстояние между соседними светильниками по ширине до 4,3 м, а по длине до 5,1 м.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{F_{\text{ц}}}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{2160}{6,3 \cdot (60 + 30)} = 3,8,$$

где $F_{ц}=2160 \text{ м}^2$ - площадь ремонтно-механического цеха.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен $\rho_{ст}$ и потолка $\rho_{п}$ [29, стр. 9]:

$$\eta=0,76.$$

Определяем необходимый световой поток лампы в каждом светильнике:

$$\Phi = \frac{E_{н} \cdot K_{з} \cdot F_{ц} \cdot Z}{\eta \cdot n} = \frac{200 \cdot 1,3 \cdot 2160 \cdot 1,15}{0,76 \cdot 84} = 10116,54 \text{ Лм},$$

где $E_{н}=200$ лк - заданная номинальная минимальная освещенность [29, стр. 7, табл. 5];

$K_{з}=1,3$ - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника для ламп ДРЛ;

$Z=1,15$ - коэффициент, характеризующий неравномерность освещения для ламп ДРЛ.

По рассчитанному световому потоку выбираем ближайшую стандартную лампу ДРЛ HPL-N250 W (Philips), поток которой не должен отличаться от $\Phi_{расч}$ больше чем -10%; +20%, с параметрами [31].

$P_{н}=250$ Вт; $\Phi=12700$ Лм; световая отдача-59,8 Лм/Вт; срок службы-12000 ч.

Электрическая мощность осветительной установки:

$$P_{о} = n \cdot P_{ном} = 84 \cdot 250 = 21 \text{ кВт}.$$

В ремонтно-механическом цехе был произведен расчет искусственного освещения с применением дуговых ртутных ламп (ДРЛ) высокого давления, самые распространенные источники света среди газоразрядных ламп. План размещения светильников приведен на рисунке 8.1.

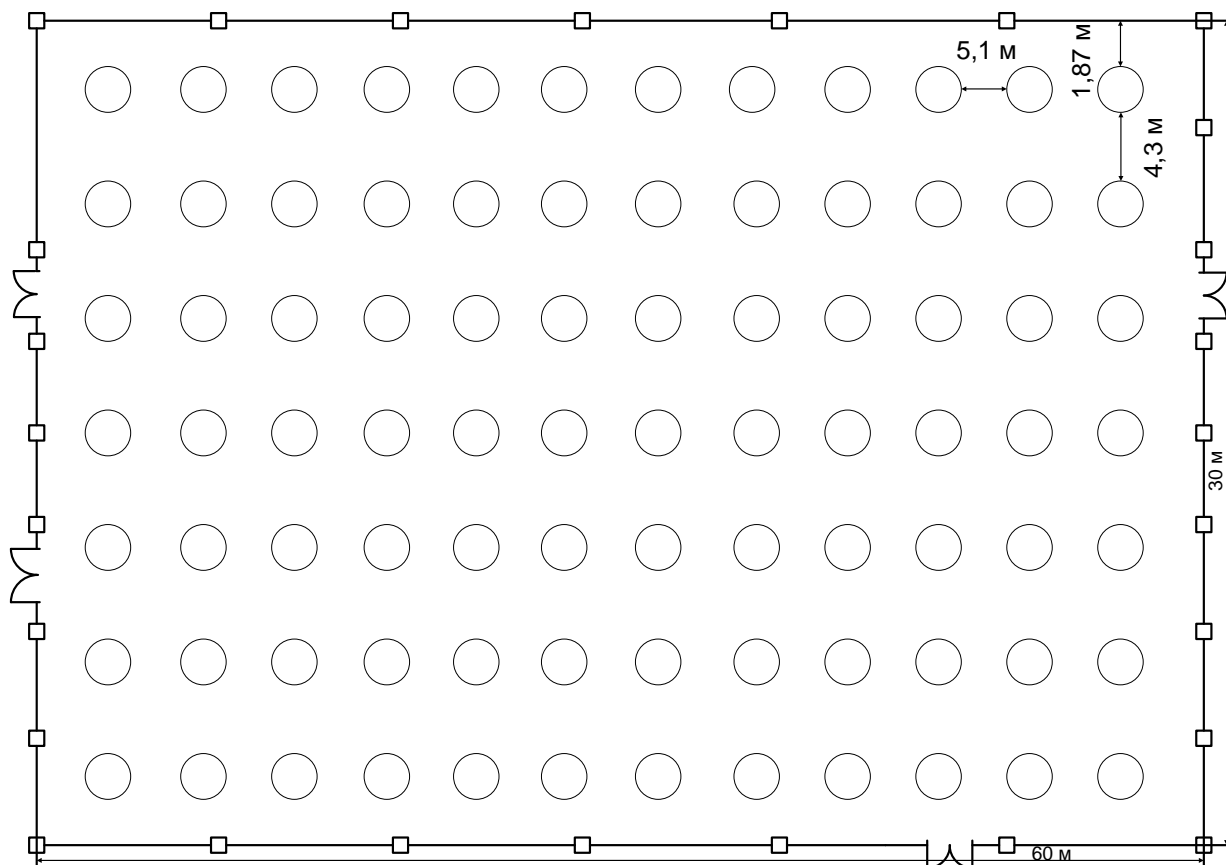


Рисунок 8.1 - Размещение светильников в помещении ремонтно-механического цеха

8.1.2 Анализ выявленных опасных факторов

8.1.2.1 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Настоящий стандарт ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [15] устанавливает предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека. Предназначенные для проектирования способов и средств защиты людей, при взаимодействии их с электроустановками производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц, ПУЭ, Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328 н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» [17].

В отношении опасности поражения электрическим током рассматриваемый цех относится к помещению с повышенной опасностью. В цехе отсутствует токопроводящая пыль и влажность, но есть возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям здания, имеющего соединение с землей, технологическим аппаратам и механизмам с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой [16].

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов установлены для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам [15].

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 8.5 [15].

Таблица 8.5 - Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки

<i>Род тока</i>	<i>U, В</i>	<i>I, mA</i>
	<i>Не более</i>	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Основные факторы, определяющие опасность поражения электрическим током:

- электрическое сопротивление тела человека;
- величина напряжения и тока;
- продолжительность воздействия электрического тока;
- условия внешней среды и состояние человека;
- род и частота электрического тока;
- пути тока через тело человека.

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с

изолированной нейтралью не должны превышать значений, указанных в таблице 8.6 [15].

Таблица 8.6 - Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью

<i>Род тока</i>	<i>Нормируемая величина</i>	<i>Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с</i>							
		<i>0,1</i>	<i>0,3</i>	<i>0,5</i>	<i>0,7</i>	<i>0,8</i>	<i>0,9</i>	<i>1,0</i>	<i>Св. 1,0</i>
Переменный 50 Гц	U, В	340	135	105	85	75	70	60	20
	I, мА	400	160	125	90	75	65	50	6
Переменный 400 Гц	U, В	500	330	200	140	130	110	100	36
	I, мА								8
Постоянный	U, В	500	350	250	230	220	210	200	40
	I, мА								15

Защиту человека от воздействия напряжений прикосновения и токов обеспечивают конструкция электроустановок, технические способы и средства защиты, организационные и технические мероприятия по ГОСТ Р 12.1.019-2009 [18].

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства [18]:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- изоляцию рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы [18]:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциала;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсация токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Трансформаторную подстанцию, питающая ремонтно-механический цех, необходимо обеспечить защитными средствами.

1. Для работы с электроустановками выше 1000 В применяются [19]:

Основные защитные средства:

- изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения, устройства и приспособления для ремонтных работ;
- изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям (изолирующие лестницы, площадки, изолирующие тяги, канаты, корзины телескопических вышек, кабины для работы у провода и др.).

Дополнительные защитные средства:

- диэлектрические перчатки;
- диэлектрические боты;
- диэлектрические ковры;
- индивидуальные экранирующие комплекты;
- изолирующие подставки и накладки;
- диэлектрические колпаки;
- переносные заземления;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

2. Для работы с электроустановками ниже 1000 В применяются [19]:

Основные защитные средства:

- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения;
- диэлектрические перчатки;
- слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

Дополнительные защитные средства:

- диэлектрические боты;
- диэлектрические ковры;
- переносные заземления;
- изолирующие подставки и накладки;
- оградительные устройства;
- плакаты и знаки безопасности.

Каждая подстанция должна иметь комплект предупредительных плакатов.

На рабочем месте дежурного персонала находится полный комплект рабочих инструкций и инструкций по технике безопасности [19]:

1. Должностная инструкция дежурного данного района обслуживания.
2. Инструкция по производству оперативных переключений на подстанции данного района.

3. Инструкция действий оперативного персонала в случае аварии.
4. Инструкция по отысканию однофазных замыканий на землю в данном районе подстанций.
5. Инструкция дежурного персонала по технике безопасности.
6. Оперативный журнал.
7. Журнал производства работ.
8. Журнал телефонограмм.
9. Журнал закороток.

На подстанции имеется список лиц административно – технического персонала утвержденный главным энергетиком предприятия, имеющих право единоличного осмотра подстанций [19].

8.1.2.2 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы

Безопасные условия работы обеспечиваются правильной организацией работ, постоянным надзором за работающими со стороны производителя работ и соблюдением рабочими техники безопасности и регламентируются ПОТ Р М-016-2001; РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

Правила распространяются на работников организаций независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, и других физических лиц, занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения [20].

В рассматриваемом цехе большая доля вероятности получить механическую травму, так как используется большое количество оборудования. При необходимости принимаются меры для уменьшения вероятности травмирования персонала - предупредительные плакаты, ограждения, сигнализация [21].

Настоящий стандарт ГОСТ 12.2.003-91[21] распространяется на производственное оборудование, применяемое во всех отраслях народного хозяйства, и устанавливает общие требования безопасности, являющиеся основой для установления требований безопасности в стандартах, технических условиях, эксплуатационных и других конструкторских документах на производственное оборудование конкретных групп, видов, моделей (марок).

Каждый технологический комплекс и автономно используемое производственное оборудование должны укомплектовываться эксплуатационной документацией, содержащей требования (правила), предотвращающие возникновение опасных ситуаций при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации [21].

Материалы конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также создавать пожаровзрывоопасные ситуации [21].

Части производственного оборудования (в том числе трубопроводы гидро-, паро-, пневмосистем, предохранительные клапаны, кабели и др.), механическое повреждение которых может вызвать возникновение опасности, должны быть защищены ограждениями или расположены так, чтобы предотвратить их случайное повреждение работающими или средствами технического обслуживания [21].

Полное или частичное прекращение энергоснабжения и последующее его восстановление, а также повреждение цепи управления энергоснабжением не должны приводить к возникновению опасных ситуаций, в том числе: самопроизвольному пуску при восстановлении энергоснабжения, невыполнению уже выданной команды на остановку, падению и выбрасыванию подвижных частей производственного оборудования и закрепленных на нем предметов (например, заготовок, инструмента и т.д.), снижению эффективности защитных устройств [21].

Требования к средствам защиты, входящим в конструкцию, и сигнальным устройствам [21]:

Конструкция средств защиты должна обеспечивать возможность контроля выполнения ими своего назначения до начала и (или) в процессе функционирования производственного оборудования.

Средства защиты должны выполнять свое назначение непрерывно в процессе функционирования производственного оборудования или при возникновении опасной ситуации.

Действие средств защиты не должно прекращаться раньше, чем закончится действие соответствующего опасного или вредного производственного фактора.

Отказ одного из средств защиты или его элемента не должен приводить к прекращению нормального функционирования других средств защиты.

Производственное оборудование, в состав которого входят средства защиты, требующие их включения до начала функционирования производственного оборудования и (или) выключения после окончания его функционирования, должно иметь устройства, обеспечивающие такую последовательность.

Конструкция и расположение средств защиты не должны ограничивать технологические возможности производственного оборудования и должны обеспечивать удобство эксплуатации и технического обслуживания.

Сигнальные устройства, предупреждающие об опасности, должны быть выполнены и расположены так, чтобы их сигналы были хорошо различимы и слышны в производственной обстановке всеми лицами, которым угрожает опасность.

Части производственного оборудования, представляющие опасность, должны быть окрашены в сигнальные цвета и обозначены соответствующим знаком безопасности в соответствии с действующими стандартами.

8.2 Экологическая безопасность

Влияние электрических сетей на окружающую среду определяется воздействием электрического поля, использованием земельных ресурсов, нарушением природных ландшафтов.

Для исключения влияния на окружающую среду возможных сбросов трансформаторного масла при авариях с маслонаполненным оборудованием, на подстанциях предусматриваются маслоприемники, аварийные маслостоки и закрытые маслосборники.

Мероприятия по экологической безопасности регламентируются ГОСТ 17.1.3.13-86. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»[34], ГН 2.2.5.2308-07. «Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Для работающих на промышленных предприятиях, непосредственной окружающей средой является воздух рабочей зоны.

Для предприятия устанавливается санитарно-защитная зона в соответствии с санитарной классификацией предприятия, 1000 м [34].

Охрана окружающей среды на предприятии предусматривает мероприятия, предотвращающие загрязнение воздушного бассейна. С этой целью загрязненный воздух, удаляемый из производственных помещений, пропускается через специальные очистительные фильтрующие и обезвреживающие устройства, которые обеспечивают вытяжному воздуху то же качество, что и на входе.

В самом цехе не образуются сточные воды. Сточные воды появляются в результате мойки оборудования и текущей уборки и специальными сливами отводятся в технологическую канализационную сеть. Предварительная обработка этой воды перед выливанием в общие сети достигается отведением в бассейн для нейтрализации.

В процессе деятельности различных подразделений предприятия образуются твердые промышленные отходы (металлический лом, стружка, пластмассы). Отходы,

которые в дальнейшем могут быть использованы в производстве, чаще всего такими отходами оказывается лом цветных металлов, собираются, складываются и по мере их накопления отправляются на переработку. Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию, выносятся на свалки, если допускают правила. Твердые отходы, которые представляет вторичная упаковка, может сортироваться и отправляться на переработку на картонажно-бумажные фабрики.

Сохранение природы является для ОАО «Восточный Порт» одной из приоритетных задач. Регулярно разрабатываются и внедряются новые проекты, позволяющие беречь окружающую среду. В структуру компании входит отдел экологии с собственными аккредитованными лабораториями, отслеживающими состояние воды и воздуха, как на территории предприятия, так и за его пределами.

ОАО «Восточный Порт» вносит свой вклад в восполнение биологических ресурсов Приморья. Отделом экологии уже несколько лет реализуются мероприятия по увеличению численности морских обитателей, а именно гребешка, трепанга, ламинарии и мальков кеты.

Предприятие удалено от жилых массивов. Производственно-перегрузочные комплексы расположены в промышленной зоне. Производственная техника оснащена системой орошения, что позволяет сократить пыление перегружаемого угля. В зоне размещения вагонопрокидывателей на специализированном Угольном комплексе круглосуточно работает аспирационная система. В порту постоянно работает 21 установка для очистки воздуха и 7 локальных установок по очистке сточных вод, которые очищают воду до рыбохозяйственных показателей.

В целях общего улучшения состояния окружающей среды мероприятиями по обеспечению благоприятных условий жизни населения предусматривается:

1. Озеленение и благоустройство территории предприятия
2. Содержание дорог, тротуаров и прилегающих озелененных территорий в соответствии с санитарными требованиями;
3. Ликвидация несанкционированных свалок отходов;
4. Создание и обустройство санитарно-защитной зоны предприятия.

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

8.3.1 ЧС. Основные причины и ликвидация последствий

Мероприятия по безопасности и защите населения и территорий регламентируются ГОСТ Р 22.0.07-95 «Безопасность в ЧС. Источники техногенных ЧС. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров»[35], ФЗ от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»[36], ГОСТ Р 22.3.03-94. «Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения».

К чрезвычайным ситуациям относятся военные действия, аварии, катастрофы, пожары, стихийные бедствия. К стихийным бедствиям обычно относят землетрясения, наводнения, селовые потоки, оползни и др.[35]

Основные причины возникновения чрезвычайных ситуаций:

- результат стихийных бедствий;
- воздействие внешних природных факторов, приводящие к старению материалов;
- технико-производственные дефекты сооружений;
- нарушение правил эксплуатации сооружений и технологических процессов;
- нарушение правил техники безопасности при ведении работ и во время технологических процессов.

К чрезвычайным ситуациям в рассматриваемом цехе можно отнести нарушения бесперебойности электроснабжения. В случае возникновения выхода из строя одной из двух кабельных линий, электроснабжение цеха будет обеспечивать вторая кабельная линия.

Для повышения устойчивости к ЧС предусмотрены различные меры [36]:

1. Для обеспечения бесперебойной работы в случае ЧС предусмотрено питание от двух источников электроэнергии, удаленных на такое расстояние, чтобы исключить возможность разрушения их в военное время одним ядерным

ударом, а в мирное время – стихийным бедствием или аварией, а также имеются резервные источники питания.

2. В целях снижения опасности взрыва применяют вентиляционные установки, автоматическая сигнализация, систематически контролируется температура узлов электрооборудования. На каждом этаже предприятия установлена радиоточка для оповещения людей о пожаре или другой ЧС.

3. От прямых ударов молнии установлены молниезащита.

Молниеприемниками служат неизолированные стержневые молниеотводы. В качестве токоотводов используют наружные вертикальные стальные конструкции (пожарные лестницы). По каждому этажу проложены стальные пояса из полосовой стали, к которым присоединяются токоотводы, все металлические конструкции и оборудование. Каждый токоотвод такого устройства присоединен к замкнутому контуру, уложенному по периметру здания.

4. В качестве профилактики от сезонных вспышек вируса гриппа регулярно проводится вакцинация работающих.

5. Для снижения вероятности пожара предусмотрена автоматическая пожарная сигнализация. На случай возникновения пожара предусмотрены первичные средства пожаротушения.

Ликвидация последствий стихийных бедствий организуется, как правило, под руководством специально создаваемых чрезвычайных комиссий. Для непосредственного осуществления мероприятий гражданской обороны (ГО) и проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ на всех объектах формируются службы ГО.

На сводные отряды, помимо спасения людей, возлагаются неотложные аварийно-восстановительные работы, тушение пожаров, обеззараживание участков местности, транспорта, техники.

Важным условием быстрой ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является соблюдение общественного порядка. Персонал, находящийся на территории предприятия должен проявлять высокую дисциплину,

организованность, спокойствие, не поддаваться панике. Для этого на предприятии несколько раз в году производятся теоретическая подготовка и практические тренинги.

8.3.2 Пожар

Основы противопожарной защиты определяются Федеральным законом от 22.07.2013 г. №213-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [32].

Основной причиной пожаров на предприятиях является нарушение технологического режима. Пожарная опасность электроустановок обусловлена наличием горючих изоляционных материалов.

На предприятии на основе типовых правил пожарной безопасности для промышленных предприятий разрабатываются объектовые и цеховые противопожарные инструкции. Ответственность за соблюдения необходимого противопожарного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на начальника цеха.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории НПБ 105-03 «Определение категорий, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»:

- повышенная взрывопожароопасность (А);
- взрывопожароопасность (Б);
- пожароопасность (В1 - В4);
- умеренная пожароопасность (Г);
- пониженная пожароопасность (Д).

Рассматриваемый цех относится к категории «В» по пожарной опасности помещения производственного и складского назначения.

Пожарная техника в зависимости от назначения и области применения подразделяется на следующие типы [32]:

- первичные средства пожаротушения;
- мобильные средства пожаротушения;
- установки пожаротушения;
- средства пожарной автоматики;
- пожарное оборудование;
- средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре;
- пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный);
- пожарные сигнализация, связь и оповещение.

Для локализации небольших загораний обслуживающий персонал до прибытия передвижных средств пожаротушения должен использовать первичные средства пожаротушения, находящиеся на пожарных щитах. Первичные средства размещаются вблизи мест наиболее вероятного их применения, на виду, в безопасности при пожаре месте, с обеспечением к ним свободного доступа.

В помещении цеха устанавливается пожарный инвентарь, согласно РД 153-34.0-03.301-00 [33], такие первичные средства пожаротушения, как:

- углекислотные огнетушители ОУ-2 и ОУ-5;
- пенные огнетушители ОВП-4;
- ящик с песком;
- ведра;
- лопаты и багор;
- асбест.

На предприятии используется система автоматической пожарной безопасности, основанная на датчиках различных видов (дымовые, тепловые, датчики пламени). В случае возникновения пожара, срабатывает система оповещения- подается световой и звуковой сигнал об опасности.

На площадках предприятия устанавливаются пожарные щиты, оснащенные первичными средствами пожаротушения.

Запрещение курения в неустановленных местах и производства огневых работ в пожароопасных помещениях. План эвакуации представлен на рисунке 8.2.

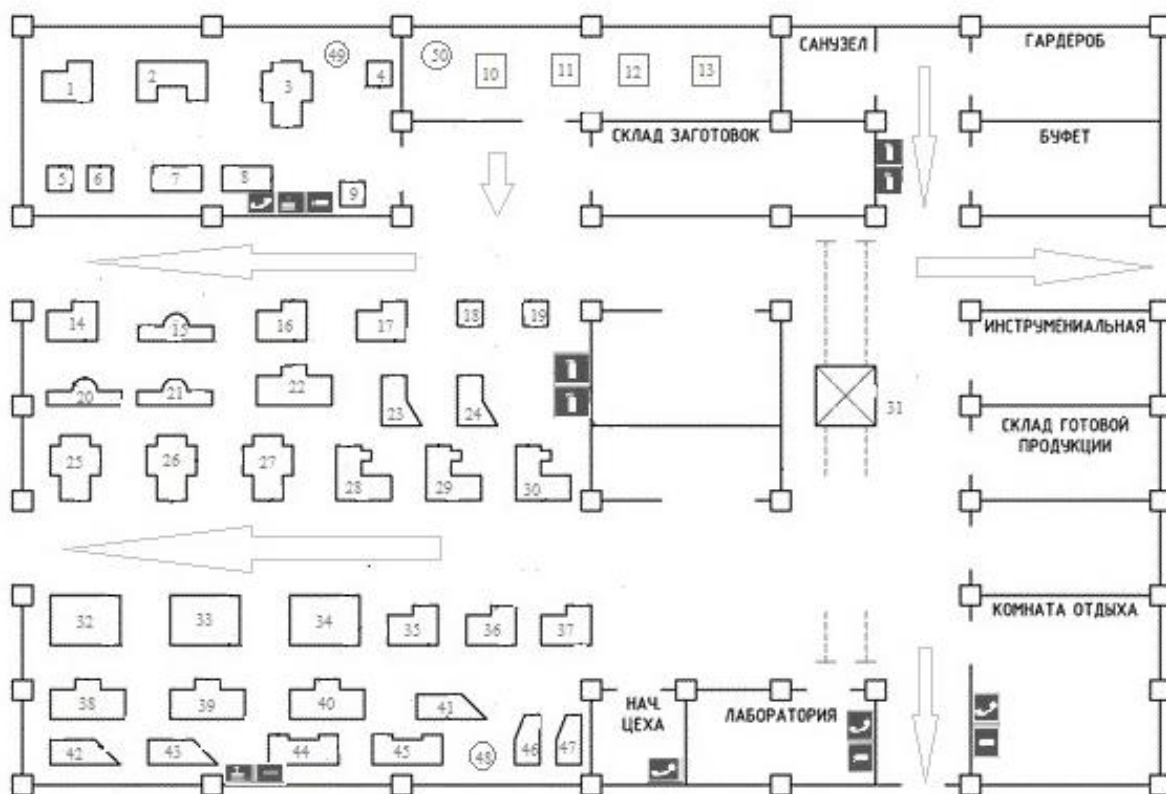


Рисунок 8.2 - План эвакуации ремонтно-механического цеха

8.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Под вредными условиями труда следует понимать присутствие на производстве таких факторов, которые наносят ущерб здоровью работников. То есть на рабочих местах не соблюдены определенные гигиенические требования, что может оказывать отрицательное воздействие на дееспособность служащих, а также на здоровье их возможных детей.

Электромонтерам приходится часто выполнять различные операции, сопряженные с прямым риском здоровью (вредные условия труда). Какие сферы деятельности и специальности связаны с вредными условиями труда, указывается в Постановлении Правительства РФ от 29.03.2002 г. №188 «Об утверждении списков производств, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право гражданам, занятым на работах с химическим оружием, на меры социальной поддержки»[38], Федеральный закон РФ от 28.12.2013 г. №426-ФЗ «Об специальной оценке условий труда» [37].

Люди, работающие на вредных производствах, обеспечиваются льготами и компенсациями, Трудовой кодекс РФ, ст. 165 «Случаи предоставления гарантий и компенсаций».

Компенсация за вредные условия труда и ее размер устанавливаются на основании статей Трудового кодекса, коллективного договора или иных внутренних документов предприятия.

Грамотная социальная политика - ключ к успеху предприятия, ведь эффективность работы напрямую зависит от эмоционального комфорта и позитивного настроения коллектива.

ОАО «Восточный Порт» входит в реестр социально-ответственных Организаций Российской Федерации. Эффективная социальная политика и ответственные, партнерские отношения со своими работниками, являются важнейшими факторами долгосрочного устойчивого развития компании. Именно поэтому, концентрируя основные усилия на производственной

деятельности, руководство и акционеры порта не перестают уделять повышенное внимание решению социальных вопросов. Максимальная безопасность производства и забота о благосостоянии сотрудников были и остаются основными составляющими социальных программ.

Ежегодно на социальные программы Порт выделяет солидные средства. Сюда входит:

- организация санаторно-курортного лечения, оздоровление работников и их детей;
- оказание медицинских услуг;
- развитие корпоративного спорта и культурно-массовой деятельности;
- материальное поощрение работников к юбилеям и знаменательным датам;
- материальная помощь работникам, нуждающимся в дополнительной социальной поддержке;
- единовременные компенсационные выплаты увольняющимся работникам в связи с выходом на пенсию;
- пенсионные социальные программы, предусматривающие досрочное оформление пенсии работникам;
- выплаты ежеквартальной материальной помощи для частичного покрытия расходов по квартплате, коммунальным услугам, приобретению угля на зимний период, а также единовременной материальной помощи на оплату медикаментов и т.д.

Сотрудники порта имеют ряд социальных гарантий, а также спектр финансовых льгот, таких как социальное страхование, кредитование, материнские выплаты. Предусмотрено бесплатное обучение, как в собственном учебном комбинате, так и в сторонних ВУЗах, регулярное повышение квалификации. Работникам порта и членам их семей предоставляется возможность бесплатного посещения спорткомплекса и бассейна. Согласно коллективному договору порт оказывает финансовую поддержку неработающим пенсионерам порта.

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Заключение	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	3
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе произведен расчет системы электроснабжения перевалопогрузочного комплекса ОАО «Восточный порт», с подробным проектированием распределительной сети ремонтно-механического цеха.

Первым этапом расчета было определение расчетной электрической нагрузки ремонтно-механического цеха «методом упорядоченных диаграмм» и расчетной нагрузки предприятия в целом, определяемая по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов (до и выше 1000 В) с учетом расчетной нагрузки освещения цехов и территории предприятия, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций и ГПП и потерь в высоковольтных линиях.

Далее была построена картограмма нагрузок и определен центр электрических нагрузок предприятия, по расчетным нагрузкам цехов. Установлена ГПП предприятия со смещением от центра электрических нагрузок, из-за отсутствия достаточного места. Произведено технико-экономическое сопоставление вариантов системы электроснабжения. Электроснабжение перевалопогрузочного комплекса осуществляется от подстанции энергосистемы, по двум воздушным ЛЭП 35 кВ, выполненных проводом АС-35/6,2 на железобетонных опорах. На ГПП установлены два двухобмоточных трансформатора марки ТМН-4000/35.

Определено число и мощность цеховых трансформаторов. В результате установлено две двухтрансформаторные комплектные подстанции 2КТПМ-1000-10/0,4 с трансформаторами ТМЗ-1000/10. Произведен расчет и выбор компенсирующих устройств. Распределительная сеть по территории перевалопогрузочного комплекса выполняется трехжильными кабелями марки АВБбШв (кабель с алюминиевыми жилами, с оболочкой из вулканизированного полиэтилена, бронированный, с наружным покровом из поливинилхлоридного шланга) с прокладкой по эстакадам. Питание

высоковольтных двигателей осуществляем кабельными линиями той же марки, с прокладкой по эстакадам.

Выбрали силовое оборудование в сети выше 1000 В и систему учета электрической энергии.

Следующим этапом было осуществление электроснабжения ремонтно-механического цеха. Питание распределительных пунктов и отдельных электроприемников осуществляется четырехжильными кабелями марки АВВГ, с прокладкой по лоткам. В качестве защиты выбраны автоматические выключатели серии ВА с электромагнитными и тепловым расцепителем. Построена эпюра отклонения напряжения и карта селективности аппаратов защиты.

Кроме того, был произведен расчет молниезащиты ГПП, с установкой молниеотводов высотой 15 м по углам ОРУ ГПП и заземления молниеотводов.

В разделе финансовый менеджмент был произведен расчет сметы затрат на проектирование и электрооборудование ремонтно-механического цеха, а также представлены результаты технико-экономического сравнения системы электроснабжения.

Произведен анализ опасных и вредных факторов на предприятии, рассмотрены мероприятия по безопасности и гигиене труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях и правовым и организационным вопросам обеспечения безопасности. А также был произведен расчет искусственного освещения цеха.

По проводимым в процессе расчетов проверка, по карте селективности и эпюрам отклонения напряжения можно сделать вывод, что данная модель электроснабжения цеха и всего перевалопогрузочного комплекса ОАО «Восточный порт» в целом надежна и пригодна к эксплуатации.

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Список использованных источников	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	5
Консульт.						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н. контр.								
Утв.								

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: Учеб. Пособие — Томск: Изд-во ТПУ 2006.
2. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: Учеб. Пособие — Томск: Изд-во ТПУ 2004.
3. Гаврилин А.И., Обухов С.Г., Озга А.И., Электроснабжение промышленных предприятий. Методические указания к выполнению выпускной работы бакалавра, Томск, ТПУ, 2001.
4. Мельников М.А. Внутрицеховое электроснабжение: Учеб. Пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2002.
5. Климова Г.Н. Специальные вопросы электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие/ Г.Н. климова, А.В. Кабышев — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.
6. Мельников М.А. Внутризаводское электроснабжение: Учеб. Пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2004.
7. Правила устройства электроустановок(ПУЭ) — 7-е изд. Сибирское университетское издательство, 2011.
8. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) — 6-е издание (утв. Главтехуправлением, Госэнергонадзором Минэнерго СССР 05.10.1979), (ред. От 20.06.2003).
9. Кабышев А.В. Молниезащита электроустановок систем электроснабжения: учебное пособие/А.В. Кабышев. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006.
10. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.: Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
11. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию/ Под общей редакцией А.А. Федорова — Москва: Энергоатомиздат, 1986.

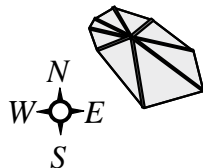
12. Справочник по проектированию электроэнергетических сетей/ под ред. Д.Л. Файбисовича. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005.
13. Плахов А.М. «Безопасность жизнедеятельности»: Учебное пособие/ Национальный исследовательский Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 204 с.
14. www.docs.cntd.ru
15. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
16. ПУЭ, издание 7-е; Новосибирск, Сибирское университетское издательство, 2005-853с.
17. Приказ Министерства руда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328 н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».
18. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
19. «Инструкция, по применению и испытанию средств защиты, используемые в электроустановках», Минэнерго РФ от 30 июня 2003 г. №261.
20. ПОТР М-016-2001. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
21. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
23. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
24. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
25. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

26. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
27. СН 2.2.4/2.1.8.556 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» - М.: Минздрав России, 1997.
28. СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.
29. Назаренко О.Б. «Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения». Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. –13 с.
30. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
31. www.studfiles.ru
32. Федеральный закон от 22.07.2013г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
33. РД 153-34.0-03.301-00. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.
34. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
35. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
36. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
37. Федеральный закон РФ от 28.12.2013 г. №426-ФЗ «Об специальной оценке условий труда».
38. Постановление Правительства РФ от 29.03.2002 г. №188 «Об утверждении списков производств, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право гражданам, занятым на работах с химическим оружием, на меры социальной поддержки».

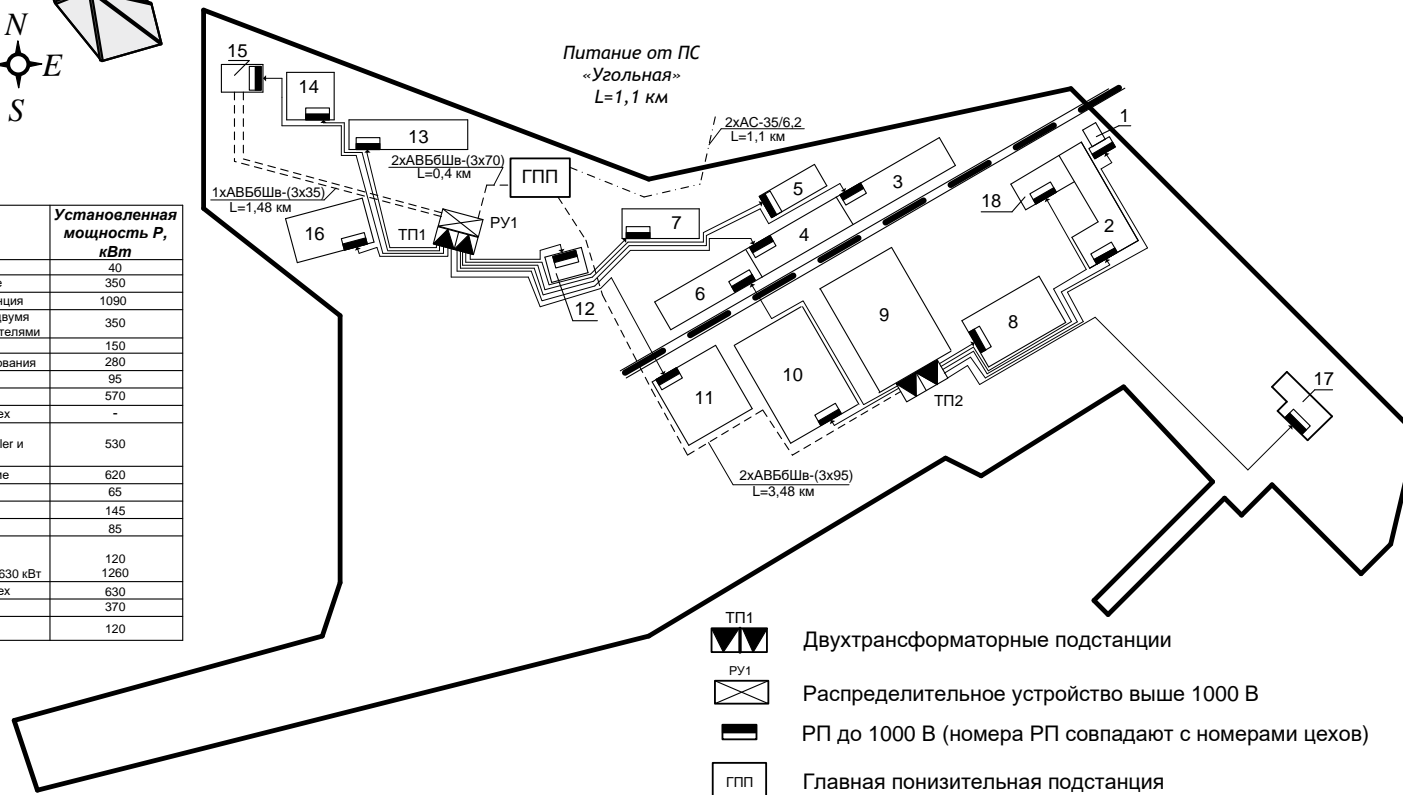
39. Трудовой кодекс РФ, ст. 165 «Случаи предоставления гарантий и компенсаций».

ДП-ФЮРА.3710000.021.ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемыкин В.С.			Приложения	Лит	Лист	Листов
Провер.		Кабышев А.В.					1	7
Консульт.								
Н. контр.								
Утв.								
						НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32		



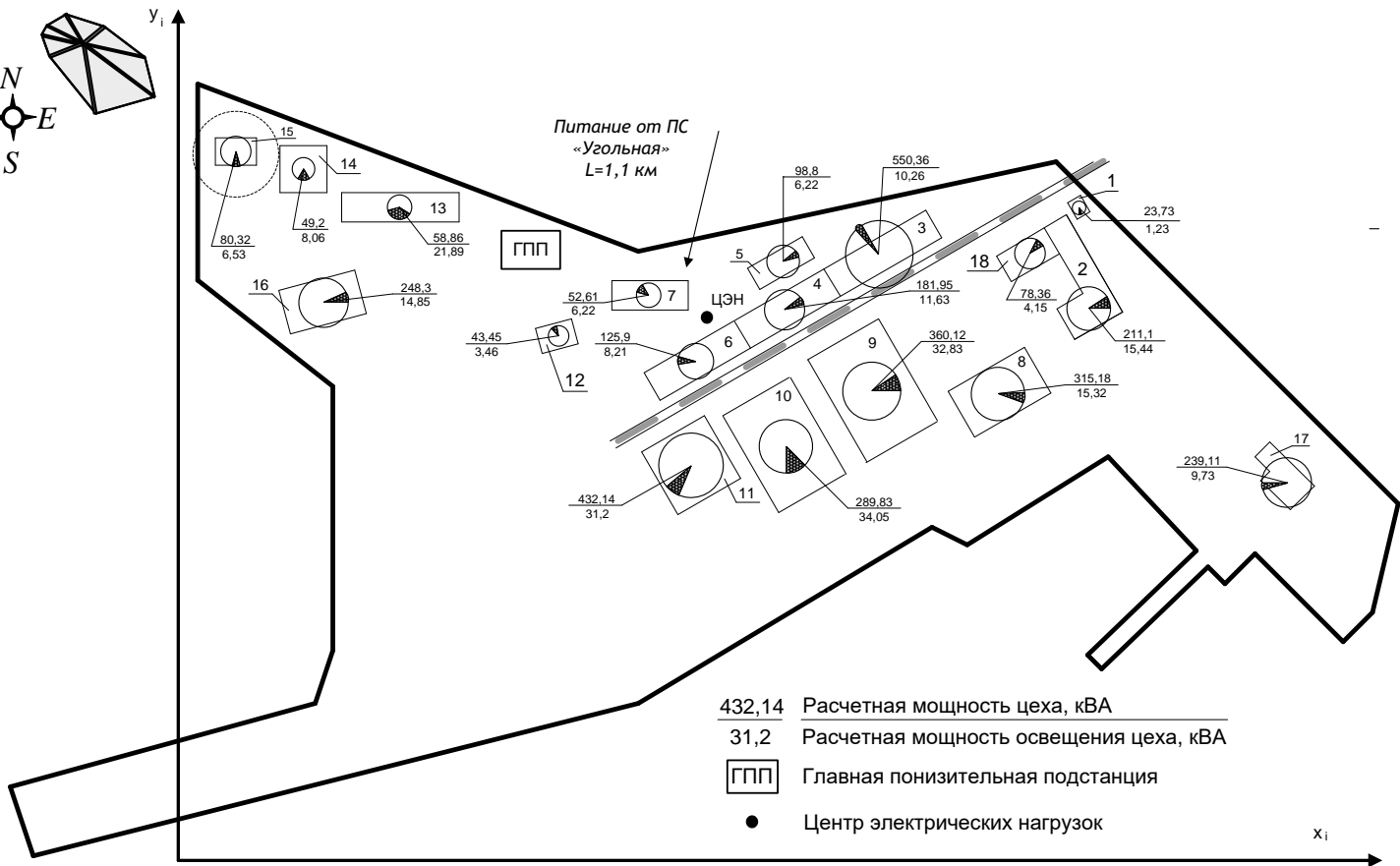
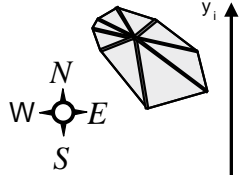
№ п/п	Наименование объекта	Установленная мощность Р, кВт
1	Проходная	40
2	Административное здание	350
3	Вагон размораживающая станция	1090
4	Станция разгрузки вагонов с двумя тандемными вагонопрожидывателями	350
5	Диспетчерская с ЦПУ	150
6	Комплекс конвейерного оборудования	280
7	Пожарное депо	95
8	Электроремонтный цех	570
9	Ремонтно-механический цех	-
10	Сервисное обслуживание оборудования в порту: Caterpillar и Liebherr	530
11	Судоремонтные мастерские	620
12	Здание охраны	65
13	Гаражи погрузчиков	145
14	Складское хозяйство	85
15	Компрессорная станция 0,38 кВ 10,0 кВ СД 2х630 кВт	120 1260
16	Ремонтно-строительный цех	630
17	База портфлота	370
18	Электрохозяйство	120






- Двухтрансформаторные подстанции
- РУ1
- РП до 1000 В (номера РП совпадают с номерами цехов)
- Главная понизительная подстанция

- Воздушная линия 35 кВ
- Линии выше 1000 В
- Линии до 1000 В

ДП-ФЮРА.3710000.022.Э4								
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.	Генплан предприятия Распределение электроэнергии	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Перемыкин В.С.						1:40
Проверил.		Кабышев А.В.						
Реценз.								
Контр.					ОАО «Восточный порт»	НИТТУ ИнЭО Группа 3-9301/32		
Н.Контр.								
Утв.								



432,14 Расчетная мощность цеха, кВА
 31,2 Расчетная мощность освещения цеха, кВА
 ГПП Главная понижительная подстанция
 ● Центр электрических нагрузок

-  Нагрузка освещения
-  Нагрузка до 1000 В
-  Нагрузка выше 1000 В

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.
Разраб.		Перемыкин В.С.		
Проверил.		Кабышев А.В.		
Реценз.				
Контр.				
Н.Контр.				
Утв.				

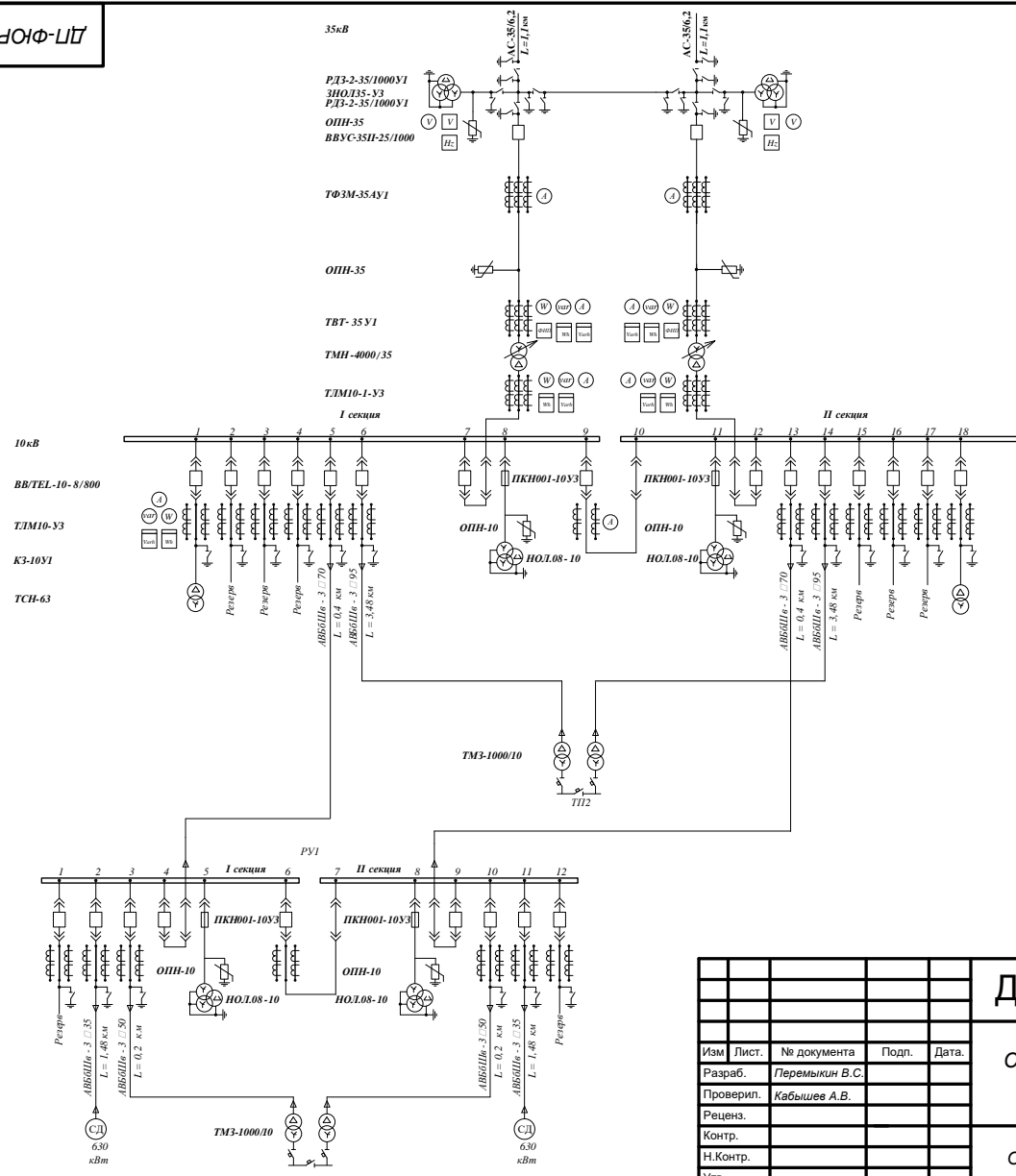
ДП-ФЮРА.3710000.023.Э4

Картограмма нагрузок

Лит.	Масса	Масштаб
		1:40
Лист 2	Листов 6	

ОАО «Восточный порт»

НИТЛУ ИнЭО
 Группа 3-9301/32



ДП-ФЮРА.3710000.024.Э4

Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.
Разраб.	Перемыкин В.С.			
Проверил.	Кабышев А.В.			
Реценз.				
Контр.				
Н.Контр.				
Утв.				

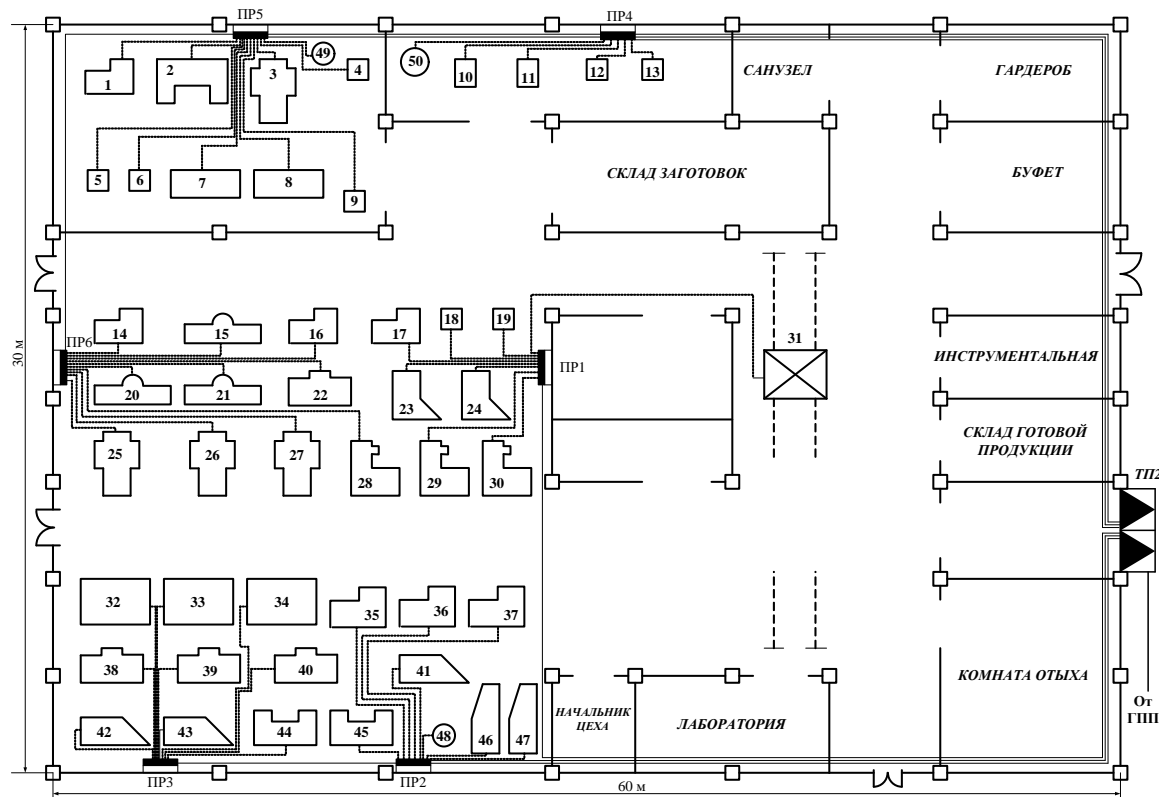
Схема электрическая
принципиальная

Лит.	Масса	Масштаб
Лист 3	Листов 6	

ОАО «Восточный порт»

НИТЛУ ИнЭО
Группа 3-9301/32

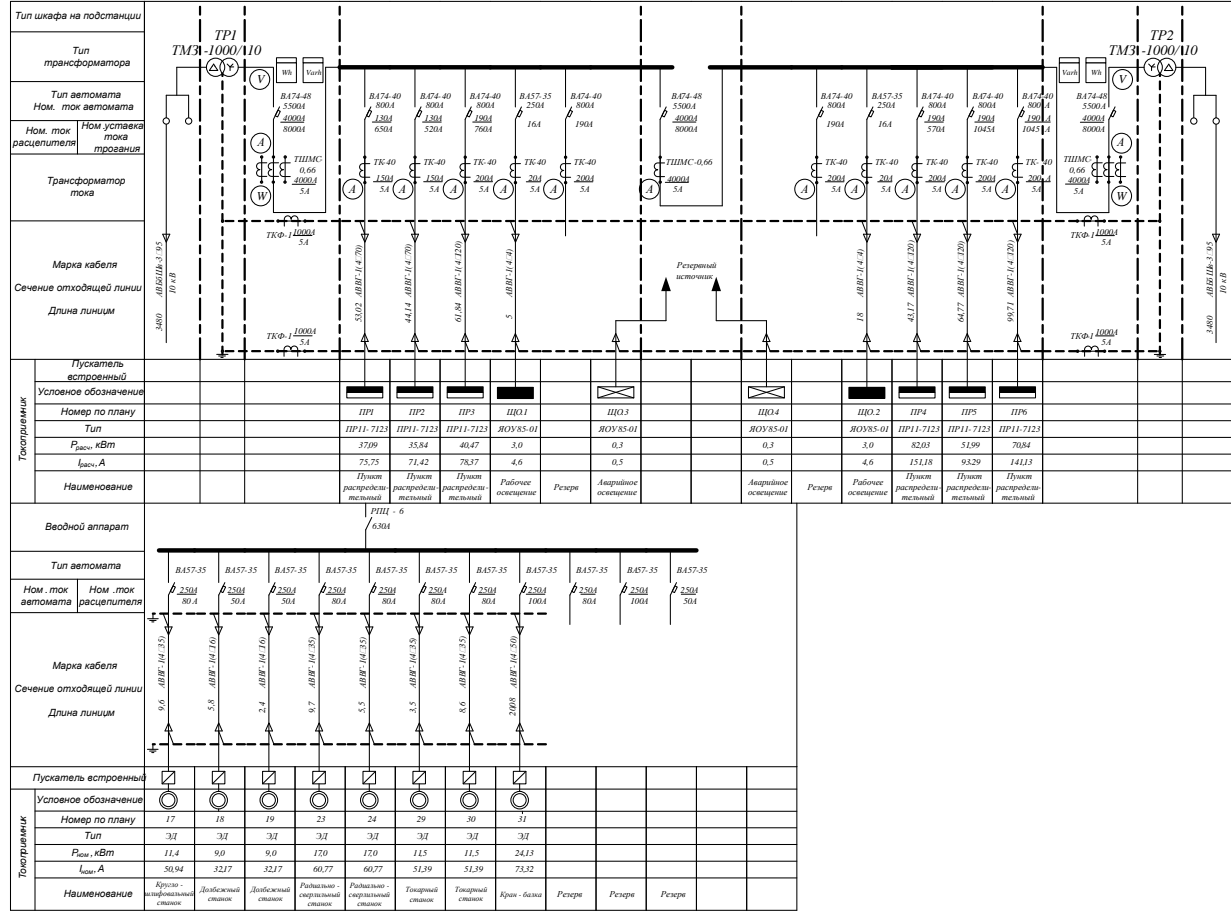
Схема расположение распределительных пунктов в цехе



Ведомость нагрузок распределительного шкафа и характеристика питающих линий

Наименование электроприемника	$P_{уст}$ кВт	L м	Марка кабеля	Способ прокладки	Номер по плану
ПР1: ПР11-7123					
Круглошлифовальный станок	11,4	9,6	АВВГ – (4 × 35)	лотки	17
Долбежный станок	9,0	5,8	АВВГ – (4 × 16)	лотки	18
Долбежный станок	9,0	2,4	АВВГ – (4 × 16)	лотки	19
Радиально-сверлильный станок	17,0	9,7	АВВГ – (4 × 35)	лотки	23
Радиально-сверлильный станок	17,0	5,5	АВВГ – (4 × 35)	лотки	24
Токарный станок	11,5	9,5	АВВГ – (4 × 35)	лотки	29
Токарный станок	11,5	8,6	АВВГ – (4 × 35)	лотки	30
Кран-балка, ПВ=40 %	44	20,08	АВВГ – (4 × 50)	лотки	31

				ДП-ФЮРА.3710000.025.Э4		
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.	Схема силовой сети Ремонтно-механического цеха	
Разраб.	Перемыкин В.С.					
Проверил.	Кобышев А.В.				Лит.	Масса
Реценз.					Лист 4	Листов 6
Контр.					ОАО «Восточный порт» НИТПУ ИнЭО Группа 3-9301/32	
Н.Контр.						
Утв.						



ДП-ФЮРА.371000.026.Э4

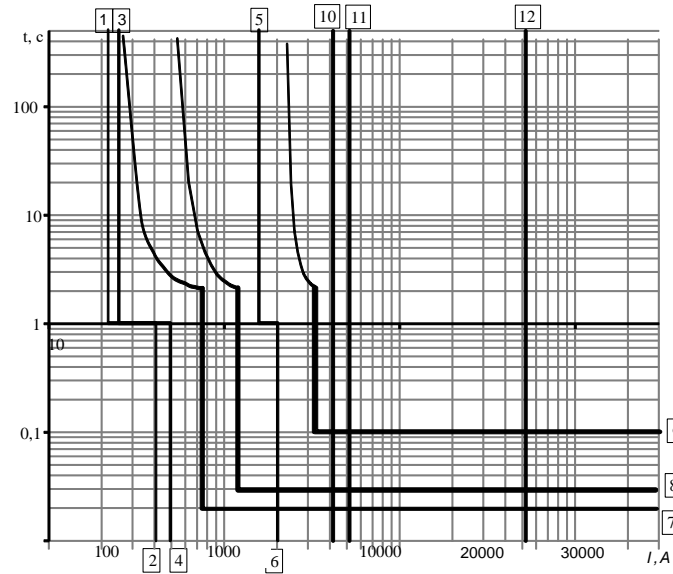
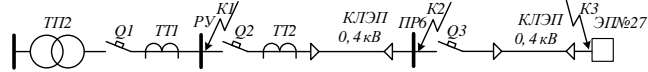
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.
Разраб.	Перемыкин В.С.			
Проверил.	Кабыйшев А.В.			
Реценз.				
Контр.				
Н.Контр.				
Утв.				

Электроснабжение
ремонтно-механического
цеха
Однолинейная схема

ОАО «Восточный порт»

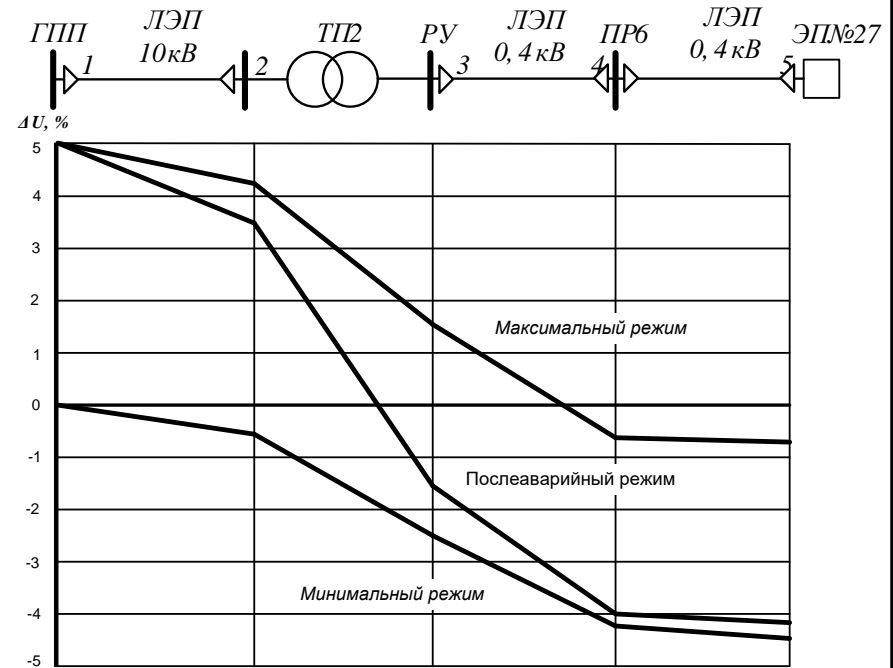
Лит.	Масса	Масштаб
Лист 5	Листов 6	
НИТТУ ИнЭО Группа 3-9301/32		

Карта селективности действия защитных аппаратов



Узел нагрузки	ТП2	ПР6	Резьбонарезной станок №27
Расчетный ток I_m, A	2496,78	141,13	-
Пиковый ток $I_{пик}, A$	3106,11	750,46	-
Номинальный ток $I_{ном}, A$	-	-	125,12
Пусковой ток $I_{пуск}, A$	-	-	625,61
Ток КЗ I_k, A	25239,36	6850	6070
Тип аппарата	ВА74-48	ВА74-40	ВА57-35
Условия срабатывания по току			
- при перегрузке $I_{ном.расч}, A$	4000	760	160
- при КЗ $I_{кз}, A$	5500	1520	960
Условия срабатывания по времени, с			
	0,1	0,05	0,02

Эпюра отклонений напряжения



ДП-ФЮРА.3710000.027.Э4					Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.	Эпюра отклонения напряжения Карта селективности		
Разраб.	Перемыкин В.С.						
Проверил.	Кабышев А.В.						
Реценз.							
Контр.					Лист 6 / Листов 6		
Н.Контр.					ОАО «Восточный порт»		
Утв.							
					НИТТУ ИнЭО Группа 3-9301/32		