

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2017 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛОПУНКТА

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 634

Исполнитель:

студент(ка) группы ЗЭС-403С _____ Д.А. Орлов

Руководитель:

Главный энергетик ГАУ СО «ДИВС» _____ А.Ю. Терентьев

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 58 страницах, содержит 26 таблиц, 67 формул, 22 источников литературы.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, Понижительная Подстанция, Электроснабжение, Трансформатор, Экономика, Электробезопасность, Экология.

Объектом исследования является теплопункт.

Предметом исследования является защитное коммутационное оборудование и силовые трансформаторы теплопункта.

Цель – разработка системы электроснабжения теплопункта.

Произведен расчет нагрузок, выбор компенсирующего устройства, выбор трансформаторов, аппаратов защиты и проводников, а также расчет токов короткого замыкания и заземляющих устройств. Проведена проверка защитного коммутационного оборудования на действие токов короткого замыкания.

Произведен расчет технико-экономических показателей.

Рассмотрена безопасность при работе в электроустановках, вредные и опасные производственные факторы.

Выполнена экспертиза работы на соответствие требованиям экологичности.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛОПУНКТА	8
1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ТЕПЛОПУНКТА	8
1.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ	10
2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛОПУНКТА.....	12
2.1 РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ	12
2.2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В	15
2.3 КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ	17
2.4 ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ И РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	18
2.5 ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ НА СТОРОНЕ НИЗШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ПОДСТАНЦИИ.....	19
2.6. ВЫБОР УСТРОЙСТВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И АППАРАТОВ В НИХ ПО НОМИНАЛЬНЫМ ПАРАМЕТРАМ.....	21
2.7 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.....	24
2.8 ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ	29
2.9 РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА.....	30
2.10 РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА	32
2.11 РАСЧЕТ ФОНДА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ.....	35
2.12 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В СЫРЬЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛА	36
2.13 АМОРТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ	37
2.14 КАЛЬКУЛЯЦИЯ ЗАТРАТ НА СОДЕРЖАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ТЕПЛОПУНКТУ	38
2.15 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ.	40
2.16 РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ШКАФА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	56
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.	58

ВВЕДЕНИЕ

Рост производства и потребления электроэнергии сопровождается развитием электроэнергетических систем, которое идет по пути интенсивного проектирования и введения в эксплуатацию линий электропередачи, а также потребительских подстанций. Проектирование сети, включая разработку конфигурации электрической сети и схемы подстанции, является основной задачей развития электроэнергетических систем. Качественное проектирование является основой надежного и экономичного функционирования электроэнергетической системы.

Данная работа, кроме расчетных задач преследует еще одну, не менее важную задачу – научиться реальному проектированию объектов электроэнергетики так, чтобы полученный опыт мог использоваться в достаточной степени как в данной области инженерной деятельности, так и в других отраслях народного хозяйства. Для этого проектант использует реальную справочную литературу, программное обеспечение, используемое в промышленности, знакомится с существующим и наиболее распространенным оборудованием “в живую”. Применяемые методики не являются учебными разработками, а повсеместно используются в соответствующих организациях. И хотя эта работа типовая – она несет в себе первый, наиболее драгоценный опыт инженерного проектирования, основанного на точных методах и критериях расчета. Ниже подробно рассмотрены те из них, которые были использованы при выполнении данной работы.

Критерии, применяемые при расчетах и выборе коммутационного оборудования электрической сети.

Выбор должен отвечать следующим критериям: надежное и качественное снабжение электроэнергией потребителей. По ГОСТу данные критерии определены так.

Надежность: В нормальном режиме, а также в послеаварийном установившемся режимах, должно быть обеспечено снабжение потребителей в соответствии с их категориями по надежности.

Качество: В ГОСТе трактуется следующим образом – отклонение U в нормальном режиме должны быть меньше 5 % (на шинах потребителя). В послеаварийном режиме допускается отклонение до 10 %. По частоте ГОСТ регламентирует следующие отклонения: до 2 % в нормальных режимах и до 5 % в послеаварийных установившихся режимах.

Немаловажную роль играют и другие критерии, которые необходимо учитывать при проектировании электрической сети.

Экономический критерий заключается в минимальных капиталовложениях и издержках при прочих равных условиях.

Экологический критерий оговаривает выбор другого оборудования таким образом, чтобы влияние на окружающую среду было минимальным.

Критерий технологического прогресса предусматривает при проектировании предпочтительный выбор наиболее современного оборудования, с учетом срока службы, то есть моральное устаревание происходит позже материального.

Электроснабжение теплопункта представляет собой процесс выработки и принятия решений по схемам электрических соединений, составу электрооборудования и его размещению, связанный с производством расчетов, поиском пространственных компоновок, оптимизацией фрагментов и объекта в целом.

Основное оборудование теплопункта рассчитывается на основе требований ПУЭ и должно соответствовать замыслу работы схемы, в которой установлено.

Задачи:

- Произвести расчет нагрузок, выбор компенсирующего устройства, выбор трансформаторов, аппаратов защиты и проводников, а также расчет токов короткого замыкания и заземляющих устройств. Проведена проверка защитного коммутационного оборудования на действие токов короткого замыкания.
- Произвести расчет технико-экономических показателей.
- Рассмотреть безопасность при работе в электроустановках, вредные и опасные производственные факторы.
- Выполнить экспертизу работы на соответствие требованиям экологичности.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛОПУНКТА

1.1. Общие сведения теплопункта

Район сооружения – Урал.

Район по гололедности - II.

Состав потребителей по категориям надежности электроснабжения:

Тепловая мощность установленного оборудования составляет 5,28 Гкал/час (6,14 МВт). Тепловая энергия, вырабатываемая теплопункта, служит для теплоснабжения завода ЗАО «Уралэластотехника».

Схема работы теплопункта – закрытая. Работа теплопункта предусмотрена без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Основным топливом для теплопункта является газ.

Теплоноситель в котловом контуре теплопункта:

вода с температурой 105/80 °С.

Теплоноситель в теплосети 95/70 °С.

Потребителями тепловой нагрузки являются:

- отопление и вентиляция - 4,2 МВт;
- собственные нужды котельной - 0,1 МВт;
- резерв по тепловой мощности - 1,84 МВт.

Основные данные для трех характерных режимов работы теплопункта занесены в таблицу 1.

Таблица 1 - Основные данные для трех характерных режимов работы теплопункта

Здание (сооружение)	Расчетный режим При (тн)	Теплопроизводительность котельной, МВт (основной режим)			
		Расход теплоты на отопление и вентиляцию контур	Расход теплоты на ГВС	Расход теплоты на собственные нужды	Общий расход теплоты
Водогрейный газовый теплопункт	Зимний (-37, °С)	4,2	-	0,105	4,305
	Наиболее холодного месяца (-17,3 °С)	2,75	-	0,056	2,806
	Летний (+23,4 °С)	-	-	-	-

Электроснабжение теплопункта осуществляется от ЦРП-265, двумя кабельными линиями ААШВ -10 3x50 длиной 225 м напряжением 10 кВ.

Степени бесперебойности электроснабжения электроприемники теплопункта относятся ко II категории, согласно п. 1.2.18 [1], так как, перерыв электроснабжения может привести к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов.

В соответствии с СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» категория помещения котельной по взрывопожарной и пожарной опасности принята: категория «Г».

Теплопункт оснащен тремя водогрейными котлами типа КВГМ10-150. Водогрейные котлы обеспечивают отопление и ГВС.

На теплопункте предусмотрен участок химической водоочистки, который осуществляет подготовку воды для котлов.

Исходная вода поступает в теплопункт по двум трубопроводами с параметрами: $t=+5...+15$ °С; $P = 0,3$ МПа, и расходуется на подпитку внутреннего котлового контура, теплосети и на нужды пожаротушения.

Обработка исходной воды, идущей на подпитку внутреннего котлового контура (предусмотрена установка умягчения воды серии «TS») и обработка исходной воды, идущей на подпитку тепловой сети (предусмотрена автоматическая система дозирования реагента, тип «Комплексон-б»).

Для очистки исходной воды от механических примесей используется механический фильтр.

Постоянную подпитку теплосети химподготовленной водой обеспечивают три подпиточных насоса

Циркуляцию теплоносителя в тепловой сети обеспечивают два (один рабочий, второй - резервный) насоса.

Для повышения давления исходной воды и обеспечения подпитки тепловой сети и внутреннего контура предусмотрены два (один рабочий, второй - резервный) подпиточных насоса.

На обратном трубопроводе тепловой сети, для очистки воды от механических примесей, используются сетчатый фильтр.

Для учета количества тепла, потребляемого потребителями, в котельной предусмотрен узел учета тепла, включающий в себя теплоэнергоконтроллер ВКТ-5 вихревой электромагнитный преобразователь счетчика жидкости, «ПРЭМ» (на подающем и обратном трубопроводе тепловой сети), датчики температуры и давления. Для учета расхода исходной воды на вводе водопровода в теплопункт и на подпитку тепловой сети, так же установлены вихревые электромагнитные преобразователи счетчика жидкости «ПРЭМ».

Качественное регулирование температуры теплоносителя тепловой сети осуществляется трехходовым регулирующим клапаном.

Эвакуация дымовых газов от водогрейных котлов предусматривается самотягой через индивидуальные теплоизолированные газоходы в отдельно стоящую самонесущую металлическую трубу диаметром 1420мм и высотой 16 м, выполненную по типу «труба в трубе».

Для удаления из воды растворенных газов, и удаления воздуха, при заполнении системы водой, используются автоматические воздухоотводчики, установленные в верхних частях трубопроводов.

Для сброса избыточного давления все оборудование, находящееся под давлением оборудовано предохранительными клапанами. Отвод стоков от технологического оборудования, предусматривается по сборному коллектору с отводов в наружную систему канализации.

Снабжение теплопункта природным газом выполнено от газопровода высокого давления 0,5 МПа.

Электроснабжение котельной предусмотрено от двух независимых источников электроэнергии.

1.2. Общие сведения об электромеханическом оборудовании

Помещение теплопункта по классу пожароопасных зон относится к третьему классу согласно п. 7.4.6. [13]. Степень защиты светильников IP23 согласно табл.

7.4.3 [13]. Электрических аппаратов, приборов, шкафов и сборок зажимов IP44 согласно табл. 7.4.2. [13].

Источники питания объекта: Источником питания ЦПП-265, двумя кабельными линиями ААШВ -10 3x50 длиной 225 м напряжением 10 кВ.

Режим нейтрали: Так как основными потребителями являются электродвигатели, а они не нуждаются в нулевом рабочем проводнике, потому что нагрузка симметрична. При режиме нейтрали TN-C-S проводник PEN для электродвигателей будет выполнять функцию нулевого защитного проводника. На однофазные потребители и на освещение, в которых согласно п. 1.7.132 [13], защитный и рабочий нулевой проводники должны быть разделены, проводник PEN будет разделён на защитный (PE) и рабочий (N) нулевой проводник.

Рабочие напряжения: Все трёхфазные потребители теплопункта с номинальным напряжением 380 В 50 Гц, однофазные потребители с номинальным напряжением 220 В, 50 Гц, освещение 220 В, 50 Гц переменного тока.

Категорий электроприемников по надежности электроснабжения: По степени бесперебойности электроснабжения электроприемники теплопункта относятся ко II категории, согласно п. 1.2.18 [13], так как, перерыв электроснабжения может привести к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов.

Перечень используемого электрооборудования представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень потребителей проектируемого объекта

№ по плану	Наименование эл.приемника	U, кВ	P, кВт	cosφ	КПД	s, %	Mп	Iн, А	Iпуск, А	Iпуск/Iн
3.1-3..3, 4.1-4.3	Насос	0,38	85	0,93	0,91	1,3	2,3	152,78	993,07	6,5
5.1-5.2	Насос	0,38	30	0,91	0,89	1,9	2,3	56,35	366,25	6,5
6.1-6.2	Насос	0,38	1,7	0,8	0,83	5,1	2,4	3,89	23,37	6
7.1-7.5	Погружные насосы	0,38	1,3	0,77	0,83	5,8	2,2	3,09	15,47	5
8.1-8.2	Насосы в погружном исполнении	0,38	1,7	0,8	0,83	5,1	2,4	3,89	23,37	6

s – скольжение; Mп – кратность пускового момента; Iп - пусковой ток.

2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛОПУНКТА

2.1 Расчет освещения

Освещение помещения только искусственное, поскольку на отметке - 4,8 естественное освещение отсутствует. Норма освещения для помещения теплопункта $E = 75$ лк согласно таблице 1 [18] с характеристикой зрительной работы - общее наблюдение за ходом производственного процесса: периодическое при постоянном пребывании людей в помещении. Разряд – VII. Подразряд зрительной работы – б.

Коэффициент запаса, $K_3=1,3$ табл. 3 [18], для помещений в которых менее 1 мг/м^3 пыли, дыма и копоти.

Расчёт электрического освещения будем вести методом коэффициента использования, так как этот метод предназначен для расчета общего равномерного освещения поверхностей без крупных затеняющих предметов и целесообразен во всех случаях, когда расчет ведется по средней освещенности, когда не требуется высокой точности осветительной установки согласно п. 6.2 [17].

Принимаем к установке светильники типа ЛСП 3903А [3] со степенью защиты от внешнего воздействия IP65, с КПД светильника 0,7, с люминесцентными лампами L58/31-830 PLUS [3].

У светильника КСС типа Д. Характеристики люминесцентной лампы с мощность 58 Вт, цветовая температура 4000К, световой поток 5200 лм [3].

Определяем Количество светильников,

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k_3}{\Phi \cdot \eta_{ном.} \cdot \eta_{св.} \cdot N}, \quad (1)$$

где E - минимальная освещенность производственного помещения, лк;

S – площадь помещения, $S = 18 \cdot 23,4 = 421,2 \text{ м}^2$;

Z – коэффициент минимальной освещённости $Z=1,1$ [17];

K_3 – коэффициент запаса;

Φ – световой поток лампы, лм;

$\eta_{св.}$ – КПД светильника;

N – Количество ламп в светильнике N=1;

$\eta_{\text{пом.}}$ - КПД помещения;

$\rho_{\text{пот.}}$ - коэффициенты отражения потолка, $\rho_{\text{пот.}}=0,1$ согласно табл. 6.3 [17];

$\rho_{\text{ст.}}$ - коэффициенты отражения стен $\rho_{\text{ст.}}=0,1$ согласно табл. 6.3 [17];

$\rho_{\text{пола}}$ – коэффициенты отражения пола, $\rho_{\text{пола}}=0,1$ согласно табл. 6.3 [17];

KCC – кривая силы света;

Отсюда следует, что $\eta_{\text{пом.}}=0,6$ согласно табл. 6.4 [17].

где i – индекс помещения.

$$i = \frac{S}{H_p \cdot (A+B)}, \quad (2)$$

где H_p – расчётная высота подвеса;

$$H_p = H - h = 4,8 - 0,2 = 4,6 \text{ м,}$$

H - высота потолка, м;

h – высота свеса светильника, светильник устанавливаем под потолком, так как помещение не большой высоты и высота свеса равна величине светильника, $h = 0,2$ м [17].

$$i = \frac{S}{H_p \cdot (A+B)} = \frac{18 \cdot 23,4}{4,6 \cdot (18+23,4)} = 2,2.$$

$$n = \frac{75 \cdot 421,2 \cdot 1,1 \cdot 1,3}{5200 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 2} \approx 9 \text{ шт.}$$

Окончательно принимаем к установке 10 светильников.

Вид аварийного освещения – эвакуационное п. 7.62 [18]. Для путей эвакуации шириной до 2 м горизонтальная освещенность на полу вдоль центральной линии прохода должна быть не менее 1 лк, при этом полоса шириной не менее 50 % ширины прохода, симметрично расположенная относительно центральной линии, должна иметь освещенность не менее 0,5 лк согласно п. 7.106 [18].

Для аварийного освещения применяем светильники типа ЛСП 3903А [3] со степенью защиты от внешнего воздействия IP65, с КПД светильника 0,73, с люминесцентными лампами L18/31-830 PLUS [3]. У светильника KCC типа Д. Характеристики люминесцентной лампы L 36W фирмы Osram: мощность 36 Вт, световой поток 1350 лм [3].

Количество светильников аварийного освещения:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k_3}{\Phi \cdot \eta_{ном.} \cdot \eta_{св.} \cdot N} = \frac{1 \cdot 421,2 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{1350 \cdot 0,73 \cdot 0,6 \cdot 1} \approx 1 \text{ шт.}$$

Окончательно принимаем к установке 1 светильник.

Выбираем для светильников рабочего освещения и аварийного освещения щитки типа ОЩВ [19].

Расчет освещения для остальных помещения производится аналогично и результаты заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет рабочего и аварийного освещения

Помещение	А, м	В, м	S, м ²	E, лк	Hр, м	i	тип светильника	Лампа	$\eta_{св}$	$\eta_{ном}$	Φ , лм	N, шт	n, шт
Рабочее освещение													
телопункта	23,4	18	421,2	75	4,6	2,2	ЛСП 3903А	L58/31-830 PLUS	0,7	0,6	5200	2	9
бойлерной	15,6	13,8	215,3	75	4,68	1,3	ЛСП 3903А	L58/31-830 PLUS	0,7	0,6	5200	2	5
ТП	18	6	108	75	4,68	0,98	ЛСП 3903А	L58/31-830 PLUS	0,7	0,6	5200	2	3
Аварийное освещение													
телопункта	23,4	18	421,2	1	4,6	2,2	ЛСП 3903А	L18/31-830 PLUS	0,7	0,6	1350	1	1
бойлерной	15,6	13,8	215,3	1	4,68	1,3	ЛСП 3903А	L18/31-830 PLUS	0,7	0,6	1350	1	1
ТП	18	6	108	1	4,68	0,98	ЛСП 3903А	L18/31-830 PLUS	0,7	0,6	1350	1	1

План расположения светильников приведен на рисунке 1.

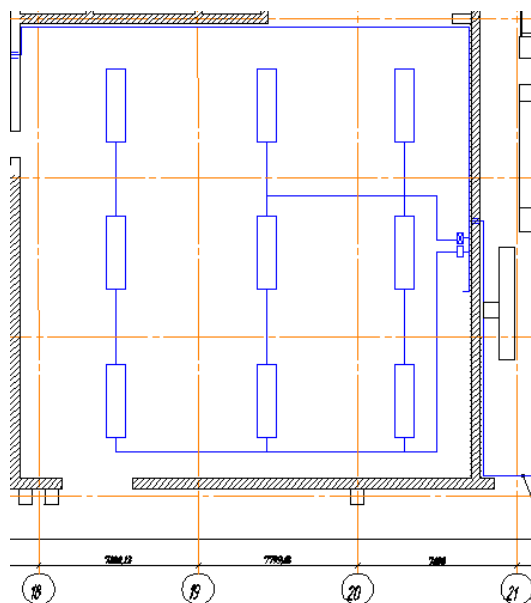


Рисунок 1 - План расположения светильников в помещении теплопункта

2.2 Расчет электрических нагрузок в сетях напряжением до 1000 В

Расчеты будем выполнять по методике, изложенной в РТМ 36.18.32.4-92 [15].

Структурная схема потребителей теплопункта приведена на рисунке 2.

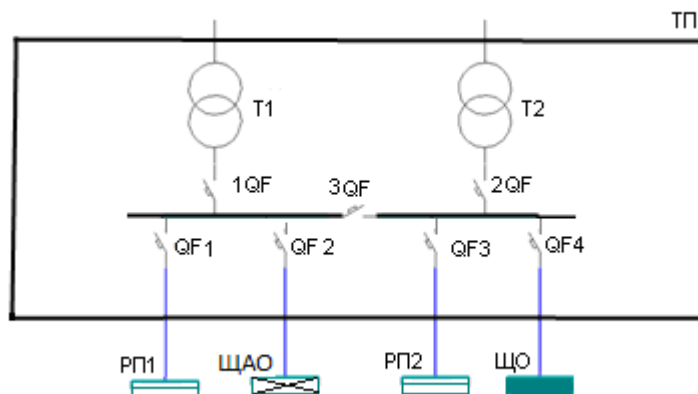


Рисунок 2 – Структурная схема потребителей теплопункта

Выполним пример расчета для РП1.

Общая номинальная мощность:

Насос 3.1, 4.1

$$P_{н.общ.} = \Sigma P_{ном.} = 2 \cdot 85 = 170 \text{ кВт.}$$

Насос 5.1

$$P_{н.общ.} = \Sigma P_{ном.} = 1 \cdot 30 = 30 \text{ кВт.}$$

Определяем величины

$$K_{и} \cdot P_{ном.};$$

$$K_{и} \cdot P_{ном.} \cdot \text{tg}\varphi;$$

$$n \cdot p_{ном.}^2,$$

где $K_{и}$ – коэффициент использования;

n – Количество электроприемников;

$P_{ном}$ – номинальная мощность электроприемника, кВт.

Насос 3.1, 4.1

$$K_{и} \cdot P_{ном.} = 0,7 \cdot 170 = 119 \text{ кВт.}$$

Насос 5.1

$$K_{и} \cdot P_{ном.} = 0,7 \cdot 30 = 21 \text{ кВт.}$$

Насос 3.1, 4.1

$$K_{\text{н}} \cdot P_{\text{ном.}} \cdot \text{tg}\phi = 0,7 \cdot 170 \cdot 0,4 = 47,03 \text{ квар.}$$

Насос 5.1

$$K_{\text{н}} \cdot P_{\text{ном.}} \cdot \text{tg}\phi = 0,7 \cdot 30 \cdot 0,46 = 9,57 \text{ квар.}$$

Насос 3.1, 4.1

$$n \cdot p_{\text{ном.}}^2 = 2 \cdot 85^2 = 14450 \text{ кВт}^2.$$

Насос 5.1

$$n \cdot p_{\text{ном.}}^2 = 1 \cdot 30^2 = 900 \text{ кВт}^2.$$

Для остальных электроприёмников расчёты ведём аналогично. Полученные результаты заносим в таблицу А.1, которая находится в приложении А.

Итого по РП1:

Суммарная номинальная мощность

$$\sum P_{\text{н}} = \sum_{i=1}^n (p_{\text{ном.}}),$$

$$\sum P_{\text{н}} = \sum_{i=1}^n (p_{\text{ном.}}) = 170 + 30 = 200 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем групповой коэффициент использования

$$K_{\text{г}} = \frac{\sum K_{\text{н}} \cdot P_{\text{ном.}}}{\sum P_{\text{ном.}}},$$

$$K_{\text{г}} = \frac{\sum K_{\text{н}} \cdot P_{\text{ном.}}}{\sum P_{\text{ном.}}} = \frac{140}{200} = 0,7.$$

Среднее значение tgφ

$$\text{tg}\phi_{\text{ср}} = \frac{\sum K_{\text{н}} \cdot P_{\text{ном.}} \cdot \text{tg}\phi}{\sum K_{\text{н}} \cdot P_{\text{ном.}}},$$

$$\text{tg}\phi_{\text{ср}} = \frac{56,6}{140} = 0,4.$$

Эффективное число токоприемников

$$n_{\text{э}} = \frac{(\sum P_{\text{н}})^2}{\sum n P_{\text{н}}^2},$$

$$n_{\text{э}} = 200^2 / 15350 = 3 \text{ шт.}$$

Коэффициент максимума определяем по таблице 1 [15] $K_p=1,14$.

Определяем расчетную активную мощность

$$P_p = K_p \cdot \sum K_u \cdot P_{ном},$$

$$P_p = 1,14 \cdot 140 = 159,6 \text{ кВт}.$$

Определяем расчетную реактивную мощность

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum K_u \cdot P_{ном} \cdot \operatorname{tg} \phi,$$

$$Q_p = 1,1 \cdot 56,6 = 62,26 \text{ квар}.$$

Определяем полную расчетную мощность

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2},$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{159,6^2 + 62,26^2} = 171,31 \text{ кВА}.$$

Находим значение расчётного тока группы электроприемников, необходимое для выбора сечения групповых электрических связей и аппаратов, установленных в этих связях.

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

где U_n – номинальное напряжение сети, В;

$$I_p = \frac{171,31}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 260,59 \text{ А}.$$

Расчет других групп электроприемников производим аналогично, данные расчетов сводим в таблицу А.4, которая находится в приложении А.

2.3 Компенсация реактивной мощности

Основными потребителями реактивной энергии являются асинхронные двигатели и трансформаторы.

Предельные значения коэффициента реактивной мощности приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Предельные значения коэффициента реактивной мощности [9]

Напряжения, кВ	$\operatorname{tg} \phi$
0,4	0,35

Так как рассчитанные значения не соответствуют предельным значениям $\text{tg}\phi$ нужно устанавливать компенсирующее устройство для первой и второй секции шин 0,4 кВ.

Произведем расчет и выбор компенсирующих устройств в виде конденсаторных батарей.

Находим мощность компенсирующего устройства

$$Q_{к.у.} = P_p (tg\phi_p - tg\phi_{пред}),$$

где P_p – расчетная активная нагрузка, кВт;

$\text{tg}\phi_p$ – расчетный коэффициент мощности;

$\text{tg}\phi_{пред}$ – предельный коэффициент мощности,

$$Q_{к.у.сек1} = 140 \cdot (0,4 - 0,35) = 7 \text{ квар},$$

$$Q_{к.у.сек2} = 124,26 \cdot (0,41 - 0,35) = 7,5 \text{ квар}.$$

Согласно [10] выбираем конденсаторную установку УКМ 58-0,4-15-5 У3.

2.4 Выбор трансформаторных подстанций и расчет мощности силовых трансформаторов

По степени бесперебойности электроснабжения электроприемники теплопункта относятся ко II категории, согласно п. 1.2.18 [13], так как, перерыв электроснабжения может привести к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов.

Согласно п. 1.2.19 [13] электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для сухих трансформаторов коэффициент перегрузки принимается $K_{п} = 1,2$, а коэффициента загрузки $K_3 = 0,6$ [8].

Определяем расчетную мощность трансформатора по самой загруженной секции

$$S_{расч} = \frac{S_{м.сек}}{K_3} = \frac{147,76}{0,6} = 246 \text{ кВА},$$

где K_3 – коэффициент загрузки;

S_p – расчетная мощность за самую загруженную секцию.

Принимаем ближайшее большее стандартное значение мощности трансформатора

$$S_{m.факт} = 250 \text{ кВА} > S_{m.расч} = 246 \text{ кВА}.$$

Выбираем трансформатор типа ТСЗ – 250/10 [11].

Номинальная мощность 250 кВА; ВН = 10 кВ; НН = 0,4 кВ; $\Delta P_{xx} = 0,75$ кВт;

$\Delta P_{кз} = 2,6$ кВт; $U_{кз} = 5,5$ %.

Определяем фактические коэффициенты загрузки трансформаторов

$$K_{з.Icu} = \frac{S_{p.Icu}}{S_{m.факт}} = \frac{147,76}{250} = 0,6;$$

$$K_{з.Isci} = \frac{S_{p.Isci}}{S_{m.факт}} = \frac{130,92}{250} = 0,53.$$

Определяем фактические коэффициенты перегрузки трансформаторов

$$K_{n.факт} = \frac{S_{p.\Sigma}}{S_{m.факт}} = \frac{264,34}{250} = 1,06 < 1,2.$$

Условие выполняется.

2.5 Выбор электрических аппаратов, установленных на стороне низшего напряжения подстанции

Приведем пример для насоса 3.1, выбираем автомат типа ВА88-35 $U_n = 400$ В; $I_n = 250$ А; $I_{cu} = 35$ кА уставка срабатывания теплового расцепителя (0,8;0,85;0,9;0,95;1)Iном, электромагнитного расцепителя (1;1,52;2,5;3;4;5;6;8;10;12)Iном [12].

а) Выбор по напряжению

$$U_{н.авт.} = 400 \text{ В} \geq U_{н.сети}, = 380 \text{ В}.$$

б) Выбор по длительно допустимой токовой нагрузке

$$I_{н.авт.} = 250 \text{ А} \geq I_p = 152,78 \text{ А}.$$

с) Предварительная оценка отключающей способности автоматического выключателя

$$I_{cu} = 35 \text{ кА} \geq I_{по}^{(3)} = 6,6 \text{ кА},$$

$$I_{\text{по}}^{(3)} = (100/u_{\text{к}}) \cdot (S_{\text{н.тр}}/\sqrt{3} \cdot U_{\text{ср.лн}}) = (100/5,5) \cdot (250/\sqrt{3} \cdot 0,4) = 6,6 \text{ кА.}$$

d) Предварительный выбор уставки токовой отсечки автоматического выключателя путём ее отстройки от пикового тока линии, которую он защищает.

Расчётная уставка токовой отсечки

$$I_{\text{р.уст.то}} = K_{\text{р}} \cdot K_{\text{з}} \cdot I_{\text{пик}} = 1,15 \cdot 2 \cdot 993,07 = 2284,06 \text{ А,}$$

где $K_{\text{р}} = 1,15$.

$K_{\text{з}} = 2,0$ при защите двигателей.

$$I_{\text{пик}} = I_{\text{пуск}} = 993,07 \text{ А.}$$

За фактическое значение уставки токовой отсечки принимается ближайшее большее стандартное значение уставки токовой отсечки $I_{\text{факт.уст.то}}$ выбираемого автоматического выключателя.

$$I_{\text{р.уст.то}} = 2284,061 \text{ А} < 2500 \text{ А.}$$

e) Выбор уставки защиты от перегрузки.

Расчётная уставка защиты от перегрузки [1]

$$I_{\text{р.уст.пер.мин}} = K_{\text{р}} \cdot K_{\text{з}} \cdot I_{\text{р}} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 152,78 = 184,86 \text{ А,}$$

$$I_{\text{р.уст.пер.мак}} = K_{\text{р}} \cdot K_{\text{з}} \cdot I_{\text{р}} = 1,1 \cdot 1,3 \cdot 152,78 = 218,48 \text{ А,}$$

где $I_{\text{р}}$ – расчётный ток защищаемой линии, А;

$$K_{\text{р}} = 1,1;$$

$K_{\text{з}} = 1,0 \dots 1,1$ – для не перегружаемых цепей (нагревательных элементов и т.п.);

$K_{\text{з}} = 1,1 \dots 1,3$ – для цепей, в которых возможны кратковременные перегрузки (например, при пуске двигателя, включении трансформатора и т.п.).

В случае фиксированной уставки должно соблюдаться соотношение

$$I_{\text{р.уст.пер.мин}} = 184,86 \text{ А} \leq I_{\text{факт.уст.пер.}} = 200 \text{ А} \leq I_{\text{р.уст.пер.мак}} = 218,48 \text{ А.}$$

Для остальных электроприемников выбор аналогичен и заносится в таблицу А.2.

Таблица А.2 находится в приложении А.

Контакторы (пускатели)

Приведем пример для насоса 3.1 выбираем пускатель типа КТИ-5185 [12].

$$U_{\text{н.конт.}} = 400 \text{ В} = U_{\text{н.сети.}} = 380 \text{ В.}$$

g) Выбор по длительно допустимой токовой нагрузке главных контактов контактора

$$I_{\text{н.конт.}} = 160 \text{ А} \geq I_p = 152,78 \text{ А};$$

$$P_{\text{конт.доп.}} = 85 \text{ кВт} = P_p = 85 \text{ кВт},$$

h) Выбор по виду и числу блок-контактов - $1z + 1p$, тип блока ПКЛ -11(М) включая дополнительно монтируемые на контакторе - $2z + 2p$ тип блока ПКЛ - 22(М)

i) Выбор по роду тока и номинальному напряжению включающей катушки контактора – переменный, напряжение катушки -220 В.

Расчёт приводится в явном виде для одного аппарата, для остальных результаты расчёта сводятся в таблицу А.3. Таблица А.3 находится в приложении А.

2.6. Выбор устройств распределения электрической энергии и аппаратов в них по номинальным параметрам

Принимаем кабель четырех жильный, марки ВВГнг, проложенный в земле в коробах.

Приводим пример расчета кабельной линии насоса НЗ.1.

Выбор сечения жил кабелей по длительно допустимой токовой нагрузке.

Выбор сечения выполняется по следующей формуле

$$I_{\text{дл.доп.}} \cdot \prod_{i=1}^n K_i = 225 \cdot 1 = 225 \text{ А} \geq I_p = 152,78 \text{ А},$$

где I_p - расчетный ток (значение тока определяется при расчёте электрических нагрузок), А;

$I_{\text{дл.доп.}}$ – длительно допустимый ток жил кабелей (проводов, шнуров), приводится в табл. 9.16...9.20 для температуры: жил $+65^\circ\text{C}$, окружающего воздуха $+25^\circ\text{C}$ и земли $+15^\circ\text{C}$.

Выбираем сечение 16 мм^2 с $I_{\text{дл.доп.}} = 225 \text{ А}$.

K_i - поправочные коэффициенты на условия охлаждения, отличные от стандартных.

Выбор сечений жил кабелей (проводов, шнуров) по экономической плотности тока.

В нашем случае сооружение напряжением до 1000 В при числе часов использования максимума нагрузки предприятием до 4000...5000 ч/год ($n_{\text{раб.дн.}} \cdot t_{\text{раб}} = 245 \cdot 20 = 4900$ часов/ год), поэтому проверке по экономической плотности тока кабельные линии не подлежат.

Выбор сечения жил КЛ по механической прочности.

Сечения токопроводящих жил проводов и кабелей в электропроводках должны быть не менее приведенных по таблице 2.1.1 [13].

Сечения жил КЛ по механической прочности для медных кабелей незащищенных и проложенных в трубах, металлических рукавах должно быть не менее 1 мм^2 .

Расчёт потери напряжения в КЛ

Рассчитываемая потеря напряжения, в дальнейшем, учитывается в суммарной потере напряжения от источника питания до зажимов электроприёмника. Эта суммарная потеря, в нормальном режиме работы электроустановки, не должна превышать 5% [1].

Потеря напряжения на отрезке

$$\Delta U\% = (\sqrt{3} \cdot I \cdot L / U_n) \cdot (r_o \cdot \cos\varphi + x_o \cdot \sin\varphi) \cdot 100,$$

где I – расчетный ток электроприемника, берется из таблицы 2, А;

L – длина кабельной линии, м;

U_n – номинальное напряжение электроприемника, В;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности электроприемника, берется из таблицы 2;

r_o - значения удельного активного, Ом/м;

x_o - значения удельного реактивного сопротивлений Ом/м.

Потеря напряжения на отрезке от насоса 3.1 до РП1.

$$\Delta U\% = (\sqrt{3} \cdot 152,78 \cdot 27 / 380) \cdot (0,43 \cdot 0,93 + 0,085 \cdot 0,37) \cdot 100 = 0,81 \text{ \%}.$$

Для остальных электроприемников расчет аналогичен и результаты заносятся в таблицу А.4. Таблица А.4 находится в приложении А.

Расчет потерь напряжения на зажимах электроприёмников

После того как выбраны все электрические связи производится расчёт суммарных потерь напряжения на зажимах всех электроприёмников.

Суммарная потеря напряжения процентах, на зажимах каждого электроприёмника, вычисляется по формуле

$$\Delta U_{\Sigma \%} = \Delta U_{\text{тр}\%} + \Sigma \Delta U_{\text{кл}\%},$$

где $\Delta U_{\text{тр}\%}$ – потери напряжения в трансформаторе, %;

Потери напряжения в трансформаторе:

$$\Delta U_{\text{тр.}} = K_{з.} \cdot (\Delta u_{а} \% \cdot \cos \phi_2 + \Delta u_{р.} \% \cdot \sin \phi_2);$$

где $K_{з.}$ – коэффициент загрузки трансформатора;

$$\begin{aligned} \Delta U_{\text{тр.1сек.}} &= K_{з.} \cdot (\Delta u_{а} \% \cdot \cos \phi_2 + \Delta u_{р.} \% \cdot \sin \phi_2) = \\ &= 0,6 \cdot (1,04 \cdot 0,95 + 5,4 \cdot 0,29) = 1,53\%, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{\text{тр.2сек.}} &= K_{з.} \cdot (\Delta u_{а} \% \cdot \cos \phi_2 + \Delta u_{р.} \% \cdot \sin \phi_2) = \\ &= 0,53 \cdot (1,04 \cdot 0,95 + 5,4 \cdot 0,29) = 1,35\%, \end{aligned}$$

где $\Delta U_{а}$ – потери напряжения от активной составляющей тока, %;

$$\Delta u_{а} = \frac{P_{к}}{S_{н}} \cdot 100,$$

$$\Delta u_{а} = \frac{P_{к}}{S_{н}} \cdot 100 = \frac{2,6}{250} \cdot 100 = 1,04\%,$$

$\Delta U_{р}$ – потери напряжения от реактивной составляющей тока:

$$\Delta u_{р} = \sqrt{u_k^2 \% - u_a^2 \%},$$

$$\Delta u_{р} = \sqrt{5,5^2 \% - 1,04^2 \%} = \sqrt{5,5^2 - 1,04^2} = 5,4\%.$$

$\Delta U_{\text{кл}\%}$ – суммарные потери напряжения в кабельных линиях, входящих в электрическую связь, идущую от питающего трансформатора до электроприёмника.

Приводим расчёт суммарных потерь напряжения для насоса

$$\Delta U_{\Sigma \%} = \Delta U_{\text{тр}\%} + \Delta U_{\text{кл}1\%} + \Delta U_{\text{кл}2\%} = 1,53 + 0,72 + 0,81 = 3,06 \%.$$

Для остальных электропримемников расчет аналогичен и заносится в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты расчёта потери напряжения на зажимах электропримемников

Номер по плану	Наименование электропримемника	$\Delta U_{тр}\%$	Кабельные линии				$\Delta U_{\Sigma}\%$
			Обозначение КЛ1 в проекте	$\Delta U_{кл1}\%$	Обозначение КЛ2 в проекте	$\Delta U_{кл2}\%$	
3.1,4.1	Насос	1,53	НРП1	0,72	НЗ.1, Н4.1	0,81	3,06
5.1	Насос	1,53	НРП1	0,72	Н5.1	0,66	2,91
РП1	РП1	1,53	НРП1	0,72			2,25
3.2, 4.2	Насос	1,35	НРП2	1,66	НЗ.2, Н4.2	0,78	3,79
6.1	Насос	1,35	НРП2	1,66	Н6.1	0,54	3,55
7.1-7.3	Погружные насосы	1,35	НРП2	1,66	Н7.1-Н7.3	0,55	3,56
8.1	Насосы в погружном исполнении	1,35	НРП2	1,66	Н8.1	0,60	3,61
РП2	РП2	1,35	НРП2	1,66			3,01
9	ЩО	1,35	Н9	0,06			1,41
КУ	КУ	1,53	НКУ	0,01			1,54

2.7 Расчет токов короткого замыкания

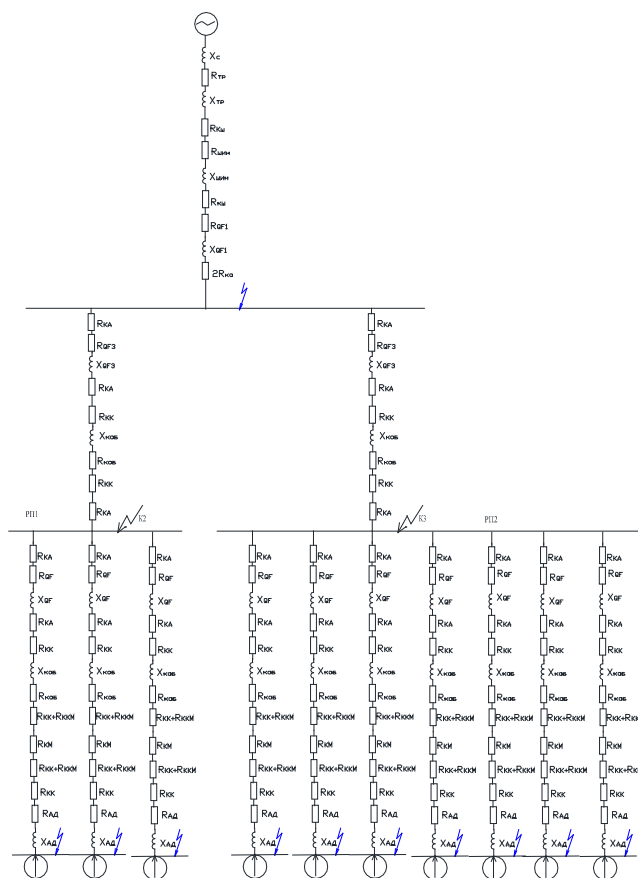


Рисунок 3 – Схема замещения

Основная методика расчета токов короткого замыкания в сетях напряжением до 1000 В изложена в документах [2,14].

Схема замещения приведена на рисунке 3.

Токи КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ рассчитываются в именованных единицах.

В общем случае суммарное активное сопротивление прямой последовательности цепи от источника питания до точки короткого замыкания.

$R_{1\Sigma}$ определяется выражением, мОм

$$R_{1\Sigma} = R_{1T} + \Sigma R_{1кв} + R_{1конт} + \Sigma R_{1ш},$$

а суммарное реактивное сопротивление прямой последовательности

цепи от источника питания до точки короткого замыкания $X_{1\Sigma}$, мОм

$$X_{1\Sigma} = \Sigma X_{1c} + X_{1T} + \Sigma X_{1кв} + \Sigma X_{1ш}.$$

При отсутствии исходных данных индуктивное сопротивление ΣX_{1c} определяется по формуле

$$\Sigma X_{1c} = U_{ср.НН}^2 / (\sqrt{3} \cdot I_{откл.ВН} \cdot U_{ср.ВН}),$$

где $I_{откл.ВН}$ – отключающая способность ближайшего к трансформатору предохранителя, установленного на стороне высшего напряжения понижающего трансформатора, кА;

$U_{ср.НН}$ - среднее номинальное напряжение обмотки низшего напряжения (НН) трансформатора (400 В).

$$\Sigma X_{1c} = 400^2 / (\sqrt{3} \cdot 31,5 \cdot 6000) = 0,5 \text{ мОм},$$

Активное R_{1T} и индуктивное X_{1T} сопротивления прямой последовательности понижающего трансформатора, приведенные к ступени низшего напряжения, мОм,

$$r_{1T} = \frac{\Delta P_{к.з.} \cdot U_{Н.Н.}^2}{S_{TP}^2},$$

$$X_{1T} = \left(\sqrt{\frac{U_K^2 \%}{100^2} - \frac{\Delta P_K^2}{S_{mp}^2}} \right) \cdot \frac{U_{НН}^2}{S_{mp}},$$

где $S_{ном.тр.}$ - номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

$\Delta P_{кз}$ - потери короткого замыкания в трансформаторе, кВт;

$U_{ном.НН}$ - номинальное напряжение обмотки низшего напряжения

трансформатора (400 В);

u_k - напряжение короткого замыкания трансформатора, %.

$$r_{1T} = \frac{2600 \cdot 400^2}{(250 \cdot 10^3)^2} = 6,65 \text{ мОм},$$

$$X_{1T} = \left(\sqrt{5,5^2 - \frac{2600^2}{(250 \cdot 10^3)^2}} \right) \cdot \frac{400^2}{250 \cdot 10^3} = 35,2 \text{ мОм}.$$

Активные $R_{1кв}$ и индуктивные $X_{1кв}$ сопротивления прямой последовательности катушек электромагнитных расцепителей и подвижных контактов автоматических выключателей [16], приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Активные $R_{1кв}$ и индуктивные $X_{1кв}$ сопротивления прямой последовательности катушек электромагнитных расцепителей и подвижных контактов автоматических выключателей

Обозначение выключателя	Номинальный ток автоматического выключателя, А	Активное сопротивление, мОм, разъемных соединений автоматического выключателя, мОм	Сопротивление катушки и контакта, мОм	
			$R_{к.кв}$	$X_{кв}$
QF6, QF7	250	0,4	1,1	0,5
QF8	100	0,5	2,15	1,2
QF1,	320	0,2	0,65	0,17
QF2, QF5	32	0,5	7	4,5
QF9, QF10	250	0,4	1,1	0,5
QF11,	5	0,5	7	4,5
QF12 QF13, QF14	5	0,5	7	4,5
QF15	5	0,5	7	4,5
QF3	320	0,2	0,65	0,17
QF4	5	0,5	7	4,5
3QF	320	0,2	0,65	0,17
1QF, 2QF	630	0,15	0,41	0,13

Активные $R_{1ш}$ и индуктивные $X_{1ш}$ сопротивления прямой последовательности шинопроводов, приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Активные $R_{1ш}$ и индуктивные $X_{1ш}$ сопротивления прямой последовательности шинопроводов

Размеры, мм	Активное сопротивление при 30 °С		Индуктивное сопротивление $x_{1ш}$ (медных и алюминиевых шин), мОм/м, при среднем геометрическом расстоянии между фазами, м
	Номинальный ток, А	$r_{1ш}$, мОм/м	
ШРА73	630	0,1	0,13

По полученным удельным сопротивлениям вычисляем активное $R_{1ш}$ и индуктивное $X_{1ш}$ сопротивления по формулам, мОм

$$R_{1ш} = r_{1ш} \cdot l_{ш};$$

$$X_{1ш} = x_{1ш} \cdot l_{ш},$$

где l – длина шины (шинопровода), м.

$$R_{1ш} = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ мОм},$$

$$X_{1ш} = 0,13 \cdot 10 = 1,3 \text{ мОм}.$$

Активные $R_{1кб}$ и индуктивные $X_{1кб}$ сопротивления прямой последовательности кабелей или проводов прокладываемых в трубах, приведены в таблице 8.

$$R_{1кб} = r_{1кб} \cdot l_{кб};$$

$$X_{1кб} = x_{1кб} \cdot l_{кб},$$

где l – длина кабеля (провода), м.

$$R_{1кб} = 0,43 \cdot 27 = 11,61 \text{ мОм},$$

$$X_{кб} = 0,085 \cdot 27 = 2,295 \text{ мОм}.$$

Таблица 8 - Активные $R_{1кб}$ и индуктивные $X_{1кб}$ сопротивления прямой последовательности кабелей прокладываемых в трубах

Сечение фазной жилы, мм ²	$R_{1к}$, мОм	$r_{1кб}$, мОм/м	$x_{1кб}$, мОм/м [19]	L, м	$r_{1кб}$, мОм	$x_{1кб}$, мОм
50	0,027	0,43	0,085	27	11,61	2,295
10	0,061	2,13	0,099	13	27,69	1,287
95	0,017	0,22	0,081	26	5,72	2,106
50	0,027	0,43	0,085	26	11,18	2,21
1,5	0,107	14,09	0,126	27	380,43	3,402
1,5	0,107	14,09	0,126	36	507,24	4,536
1,5	0,107	14,09	0,126	30	422,7	3,78
50	0,027	0,43	0,085	41	17,63	3,485
1,5	0,107	14,09	0,126	42	591,78	5,292
2,5	0,089	8,48	0,116	10	84,8	1,16

Расчет суммарных сопротивлений ветвей схемы замещения

Приведем пример расчета суммарного сопротивления от ИП до точки К1.

$R_{1\Sigma}$ определяется выражением, мОм

$$R_{1\Sigma} = 6,65 + 0,41 + 0,15 + 1 = 8,21 \text{ мОм},$$

а суммарное реактивное сопротивления прямой последовательности

цепи от источника питания до точки короткого замыкания $X_{1\Sigma}$, мОм

$$X_{1\Sigma} = 0,5 + 35,2 + 0,13 + 1,3 = 37,13 \text{ мОм}.$$

Для остальных участков и точек короткого замыкания расчет аналогичен и результаты заносятся в таблицу 9.

Начальное значение периодической составляющей 3-х фазного тока короткого замыкания от источника питания до т. К1 определяется по формуле:

$$I_{\Pi 0}^{(3)} = \frac{U_{CP.HH}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2}},$$

$$I_{\Pi 0}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{8,21^2 + 37,13^2}} = 6,08 \text{ кА}.$$

Для остальных участков и точек расчет аналогичен и заносится в таблицы 14.

Таблица 9 - Расчет суммарного сопротивления от источника питания до точек короткого замыкания

	R1г, мОм	X1г, мОм	Rкв1, мОм	Xкв1, мОм	R1ш, мОм	X1ш, мОм	Rкв2, мОм	Xкв2, мОм	Rкб, мОм	Xкб, мОм	Rк, мОм	Rк.кв2, мОм	т. К2		т. К3	
													ΣR, мОм	ΣX, мОм	ΣR, мОм	ΣX, мОм
РП1	6,65	35,2	0,41	0,13	1	1,3	0,65	0,17	5,72	2,106	0,017	0,2	14,8	39,41		
РП2	6,65	35,2	0,41	0,13	1	1,3	0,65	0,17	17,63	3,485	0,027	0,2			26,72	40,79

Ударный ток для точки К1 К3 от источника питания до т. К1 определяется по формуле:

$$i_{y0} = \sqrt{2} \cdot I_{\Pi 0}^{(3)} \cdot K_{y0},$$

где $I_{\text{по}}^{(3)}$ – начальное значение периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания, кА;

$K_{\text{уд}}$ – ударный коэффициент, который может быть определен по кривым на рисунке 6.1 согласно [2].

$$i_{\text{yo}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{по}}^{(3)} \cdot K_{\text{yo}} = \sqrt{2} \cdot 6,08 \cdot 1,5 = 12,95 \text{ кА.}$$

Для остальных участков и точек расчет аналогичен и заносится в таблицу 10.

Таблица 10 - Начальное значение периодической составляющей 3-х фазного тока короткого замыкания и ударного тока для точек КЗ

Точка КЗ	$R_{\Sigma 1}$, мОм	$X_{\Sigma 1}$, мОм	$\Sigma R / \Sigma X$	K_{y}	$I_{\text{по}}^{(3)}$, кА	$i_{\text{уд}}$, кА
Т.К1	8,21	37,13	0,22	1,5	6,08	12,95
Т.К2	14,8	39,41	0,38	1,25	5,49	9,75
Т.К3	26,72	40,79	0,66	1,1	4,74	7,41

2.8 Окончательная проверка автоматических выключателей

Оценка отключающей способности автоматического выключателя

$$I_{\text{cs}} = 35 \text{ кА} \geq I_{\text{по}}^{(3)} = 20,39 \text{ кА},$$

где I_{cs} - многократная отключающая способность автоматического выключателя кА;

$I_{\text{по}}^{(3)}$ - начальное действующее значение периодической составляющей тока трехфазного КЗ без учета подпитки от электроприёмников, кА.

Выключатель проходит проверку, для остальных выключателей проверка выполняется аналогично и результаты заносятся в таблицу 11.

Таблица 11 - Проверка выбранных автоматических выключателей на действие токов короткого замыкания

Место установки выключателя	Условное буквенное обозначение автоматического выключателя на схеме	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности	
			Ун.авт., В	Ун.сети, В	Ин.авт., А	$I_{\text{р}}$, А	I_{cs} , кА	$I_{\text{по}}^{(3)}$, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РП1	QF6, QF7	ВА88-35	400	380	250	152,78	35	5,49
РП1	QF8	ВА88-32	400	380	100	56,35	25	5,49

Место установки выключателя	Условное буквенное обозначение автоматического выключателя на схеме	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности	
			Ун.авт., В	Ун.сети, В	Ин.авт., А	Ip, А	Icu, кА	I ⁽³⁾ по, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КТП	QF1,	ВА88-35	400	380	320	260,59	35	6,08

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
КТП	QF2, QF5	ВА88-32	400	380	32	22,82	25	6,08
РП2	QF9, QF10	ВА88-35	400	380	250	152,78	35	4,74
РП2	QF11,	ВА88-32	400	380	5	3,89	25	4,74
РП2	QF12 QF13, QF14	ВА88-32	400	380	5	3,09	25	4,74
РП2	QF15	ВА88-32	400	380	5	3,89	25	4,74
КТП	QF3	ВА88-35	400	380	320	207,23	35	6,08
КТП	QF4	ВА88-32	400	380	5	0,24	25	6,08
КТП	3QF	ВА88-35	400	380	320	224,77	35	6,08
КТП	1QF, 2QF	ВА88-35	400	380	630	402,1	35	6,08

2.9 Расчет заземляющего устройства

В сети заземленной нейтралью при замыкании фазы на землю будет практически безопасное положение по сравнению с сетью с изолированной нейтралью. В этом случае фазное напряжение разделится пропорционально сопротивлениям замыкания на землю и заземления нейтрали, благодаря чему напряжение уменьшится и будет равно падению напряжения на сопротивлении заземления нейтрали.

Как правило, сопротивление, которое оказывает грунт току при случайном замыкании фазы на землю, во много раз больше сопротивления специально выполненного заземления нейтрали. Поэтому напряжение оказывается незначительным.

Назначение заземления нейтрали в сети до 1000 В, это снижение напряжения заземленных корпусов относительно земли до безопасного значения при замыкании фазы на землю.

В электрической сети до 1000 В с нулевым защитным проводником без заземления нейтрали есть опасность поражения эл. током и потому применяются не должна.

Рекомендуется при выборе заземлителя учитывать естественные заземлители: трубы, арматуру, железобетонные фундаменты, броню кабелей и т. п.

Сопротивление защитного заземления на стороне 0,4 кВ должно составлять 4 Ом [13].

Рассчитываем заземление здания без использования естественных заземлителей. Предполагается сооружение заземлителя с внешней стороны здания с расположением вертикальных электродов по периметру, с расстоянием между вертикальными электродами 5 м.

В качестве вертикальных заземлителей принимаем стальные стержни диаметром 15 мм и длиной 2 м, которые погружают в грунт методом ввертывания. Верхние концы электродов располагают на глубине 0,7 м от поверхности земли. К ним привариваем горизонтальный электроды из стальной полосы размером 25×4 мм.

1. Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок напряжением до 1 кВ не должно быть больше 4 Ом, поэтому за расчетное сопротивление принимаем $K_3=4$ Ом [13].

2. Расчетные удельные сопротивления грунта для горизонтальных и вертикальных заземлителей.

$$\rho_{p.g.} = \rho_{y\phi} \cdot K_{n.g.} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$\rho_{p.g.} = \rho_{y\phi} \cdot K_{n.g.} = 100 \cdot 1,4 = 140 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

где $\rho_{y\phi}$ - удельное сопротивление грунта, суглинок 100 Ом/м [13];

$K_{п.в}$ и $K_{п.г}$ - повышающие коэффициенты для вертикальных и горизонтальных электродов в соответствии с климатической зоной.

3. Сопротивление растеканию одного вертикального электрода стержневого типа.

$$R_{o.в.э.} = \frac{\rho_{p.э.}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \frac{140}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{15 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,7 + 2}{4 \cdot 1,7 - 2} \right) = 131 \text{ Ом}.$$

4. Примерное число вертикальных заземлителей при предварительно принятом коэффициенте использования $K_{u.в.} = 0,64$ [13]

$$N = \frac{R_{o.в.э.}}{K_{u.в.} \cdot R_u} = \frac{131}{0,64 \cdot 4} = 51,3 \approx 51.$$

5. Сопротивление растеканию одного горизонтального электрода из полосовой стали.

$$R_{p.э.} = \frac{\rho_{p.э.}}{K_{u.э.} \cdot 2\pi l} \ln \frac{2l^2}{b \cdot t} = \frac{200}{0,31 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 130} \ln \frac{2 \cdot 130^2}{0,004 \cdot 0,71} = 25,8 \text{ Ом}.$$

6. Необходимое сопротивление вертикальных электродов.

$$R_{в.э.} = \frac{R_{p.э.} \cdot R_u}{R_{p.э.} - R_u} = \frac{25,8 \cdot 4}{25,8 - 4} = 4,73 \text{ Ом}.$$

7. Определяем число вертикальных электродов.

$$N = \frac{R_{o.в.э.}}{K_{u.в.} \cdot R_{в.э.}} = \frac{131}{0,64 \cdot 4,73} = 43,27 \approx 43.$$

Окончательно принимаем к установке 43 вертикальных электродов расположенных по контуру вдоль стен здания.

2.10 Расчет численности промышленно производственного персонала

Для расчёта численности промышленно производственного персонала необходимо определить явочную численность, т.е. Количество работающих в течение дня и списочную численность, т.е. Количество работающих в течение года. При этом учитываются режимы работы предприятия, сменность, продолжительность рабочей недели, планируемые невыхода, предусмотренные законодательством о труде.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 12.

Таблица 12 - Баланс рабочего времени

Статья баланса	Дни
1. Число календарных дней в году	365
2. Выходные дни	105
3. Праздничные дни	11
4. Номинальный фонд рабочего времени	246
5. Невыходов всего	35
В том числе по причинам: а) отпуск	28
б) нетрудоспособность	5
в) выполнение общественных и государственных обязанностей	2
6. Полезный фонд рабочего времени	211
7. Полезный фонд времени	3376
8. Коэффициент списочного состава	1,73

Номинальный фонд рабочего времени определяется:

$$N_{фрв} = k_k - V_{вых} - P_{праз},$$

где k_k – календарное число дней в год;

$V_{вых}$ – выходные дни в неделю (один выходной);

$P_{праз}$ – праздничные дни;

$$N_{фрв} = 365 - 105 - 14 = 246 \text{ день.}$$

Полезный фонд рабочего времени определяется:

$$P_{фрв(дни)} = N_{фрв} - N_{невых},$$

где $N_{невых}$ – Количество дней невыходов;

$$P_{фрв(дни)} = 246 - 35 = 211 \text{ дней.}$$

Полезный фонд рабочего времени в часах определяется:

$$P_{фрв(часы)} = P_{фрв(дни)} \cdot t_{см},$$

где $t_{см}$ – продолжительность смены;

$$P_{фрв(часы)} = (211 \cdot 12) \cdot 2 = 5064 \text{ часов.}$$

Определяем коэффициент списочного состава $K_{спис}$:

$$K_{спис} = P / C,$$

где P – Количество дней в году;

C – полезный фонд рабочего времени;

$$K_{спис} = 365 / 211 = 1,73.$$

Норма обслуживания ($H_{обс}$) – Количество единиц оборудования, обслуживаемых одним рабочим в течение смены:

для обслуживания теплопункта – 2 чел/см.

Явочный штат рассчитывается по формуле ($n_{яв}$), минимальное Количество рабочих дней, необходимое для выполнения производственного процесса за смену:

$$n_{яв} = n_{ед\ обор} \cdot N_{обс} \cdot n_{см},$$

где $n_{ед\ обор}$ – Количество единиц оборудования;

$n_{см}$ – Количество смен в сутки.

Явочная численность по каждому виду оборудования:

для обслуживания теплопункта:

$$n_{яв2} = 5 \cdot 1 \cdot 1 = 5 \text{ чел.}$$

по участку:

$$n_{яв3} = 25 \cdot 1/5 \cdot 1 = 6 \text{ чел.}$$

Списочная численность по каждому виду оборудования:

для обслуживания теплопункта:

$$n_{яв2} = 6 \cdot 1,73 = 9 \text{ чел.}$$

по участку: $n_{яв3} = 6 \cdot 1,73 = 10 \text{ чел.}$

Списочная численность, приведенная в таблице 13 рассчитана в зависимости от разряда и его процентного содержания от общего числа работающих по данной специальности.

Процентное содержание работников от общего числа работников по данной специальности:

- эл.монтер 5-го разряда - 33%;
- эл.монтер 6-го разряда - 37%.

Количество электросварщиков и слесарей принимается – один человек в смену.

Списочная численность работников приведена в таблице 13.

Таблица 13 - Списочная численность работников

Наименование профессии	Явочная численность			Коэф-нт списочного состава	Списочная численность, $A_{сп}$
	1 смена	2 смена	Всего		
Эл.монтер 5 разряда.	3	2	5	1,73	9
Эл.монтер бразряда.	3	3	6	1,73	10

Эл.сварщик	1	1	2	1,73	4
Слесарь	1	1	2	1,73	4
Всего	8	7	15		27

2.11 Расчет фонда заработной платы

Фонд заработной платы рассчитывается на основе принятой формы и системы оплаты труда по предприятию. Годовой фонд заработной платы складывается из фондов основной и дополнительной заработной платы.

На предприятии введена повременная форма оплаты труда.

Расчет фонда заработной платы рабочих – таблица 6.2.1.

Количество человеко-часов определяется по формуле:

$$K_{чч} = \Pi_{фрв(ч)} \cdot n_{сч},$$

где $\Pi_{фрв(ч)}$ – полезный фонд рабочего времени;

$n_{сч}$ – списочная численность.

Часовая тарифная ставка определяется по тарифной сетке в соответствии с разрядом рабочего по данной специальности.

Доплаты: размер премии принимается 35%; прочие доплаты – за работу в вечернюю и ночную смены принимается 10%. Районный коэффициент $K_{рк}=1,2$.

В фонд дополнительной заработной платы рабочих включается:

- оплата очередных и дополнительных отпусков;
- оплата времени исполнения гос. обязанностей;
- прочие доплаты (оплата выслуги лет, пособие и т.д.)

В среднем дополнительная зарплата принимается 10% от суммы основной заработной платы с учетом районного коэффициента.

Расчет фонда заработной платы рабочих приведен в таблице А.5.

Расчетные данные фонда заработной платы инженерно-технических работников внесены в таблицу А.6.

Сумма годовой заработной платы по окладам определяется из расчета 11 рабочих месяцев для руководителей и специалистов. Доплаты за работу в вечерние и ночные смены принимаются в размере 10% от суммы окладов работников за год.

Доплаты за работу в праздничные дни - 10%, премии - 35%. Фонд дополнительной заработной платы устанавливается в размере 10% от фонда основной заработной платы с учетом районного коэффициента.

Ставка налога, % к объекту налогообложения определяется в соответствии с Налоговым Кодексом РФ. Социальное страхование составляет 30% от фонда заработной платы с учетом районного коэффициента. Обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и проф. Заболеваний составляет 30% от фонда заработной платы с учетом районного коэффициента.

Налоги на зарплату приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Налоги на зарплату

Виды налогов	Отчисления во внебюджетные фонды		Сумма налога, руб.
	Обязательные страховые взносы	Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и проф. заболеваний	
Ставка налога, % к объекту налогообложения	30	3	
Объект налогообложения:			
• фонд заработной платы рабочих	7280,663	728,0663	8008,729
• заработная плата ИТР	759577,5	75957,75	835535,25
Итого:	766858,2	76685,82	843543,98

2.12 Расчет потребности в сырье и вспомогательных материалах

Потребности в сырье и вспомогательных материалах приведена в таблице 15.

Таблица 15 - Потребности в сырье и вспомогательных материалах

Наименование материала	Расход		Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.	Транспортные расходы (15%)	Заготовительно-складские расходы, руб.	Общая стоимость, руб.
	Норма расхода в год, %	Фактический расход					
Кабель	1	50м	55,50	2775,00	138,75	36,08	2949,83
Рукавицы	-	396	5,55	2197,80	109,89	32,93	2342,10
Спецодежда	-	33	1850,00	61050,00	3052,50	915,75	65018,25
Мыло	-	396	11,10	4395,60	219,78	65,93	4681,31
Сальники	5	45шт	9,25	416,25	20,81	6,29	443,35
Краны шаровые	5	10шт	277,50	2775,00	138,75	41,63	2955,38
Итого:							78390,22

Транспортные расходы принимаются в размере 5%. Заготовительно-складские расходы принимаются в размере 1,5%.

Годовой расход электроэнергии определяется по формуле:

$$W = \sum S \cdot T \cdot K_{30} \cdot K_o / K_c \cdot \eta,$$

где $\sum S$ – сумма установленных мощностей оборудования, кВт;

T – годовой фонд времени рабочего оборудования, час;

K_{30} – коэффициент загрузки оборудования ($K_{30}=0,75$);

K_o – коэффициент одновременности предельной нагрузки ($K_o=0,7$);

K_c – коэффициент, учитывающий потери в сети ($K_c=0,96$);

η – КПД ($\eta=0,9$)

$$W = 264 \cdot 5064 \cdot 0,75 \cdot 0,7 / 0,96 \cdot 0,9 = 812350 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Определяем затраты на электроэнергию:

$$\mathcal{E} = W \cdot C,$$

где C – стоимость одного кВт·ч, руб.

$$\mathcal{E} = 812350 \cdot 3 = 2437050 \text{ руб.}$$

Сметная стоимость оборудования приведена в таблице 16.

Таблица 16 - Сметная стоимость оборудования

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Цена		Стоимость запчастей, т.р.	Итого, т.р.	Транспортные расходы, т.р.	Загот.-складские расходы, т.р.	Всего, т.р.	Монтажное оборудование, т.р.	Сметная стоимость, т.р.
		Единицы, т.р.	Общая, т.р.							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Формула для расчета	-	-	3.4	3%(5)	5+6	5%(7)	1,5% (7)	7+8+9	2%(10)	10+11
Центробежные насосы	8	44,88	359,04	17,95	376,99	26,39	5,65	409,04	8,18	417,22
Итого:										417,22

2.13 Амортизация основных фондов

Для расчета амортизации основных фондов необходимо рассчитать сметную

Продолжительность работы оборудования 10 лет.

Таблица 17 - Амортизация основных фондов

Наименование основных фондов	Сметная стоимость, руб.	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, руб.	Остаточная стоимость оборудования с учетом износа, руб.
Насосы без управления	417220	10	41722	16740
Итого:	417220		41722	16740

Амортизационные отчисления рассчитываются на основании норм амортизации и сметной стоимости основных фондов.

Установленное оборудование эксплуатировалось 5 лет.

Расчет нормы амортизации:

$$H_A = 1/N \cdot 100\%,$$

где N – срок службы оборудования.

$$H_A = 1/10 \cdot 100 = 10\%,$$

Расчет амортизационных отчислений:

$$A = H_A \cdot M,$$

где M – первоначальная стоимость, тыс. руб.

$$A = 0,1 \cdot 417,22 = 41,722 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет остаточной стоимости (на 5 лет)

$$J = M - A \cdot K,$$

где K – Количество оставшихся годов использования оборудования.

$$J = 417,22 - 41,722 \cdot 5 = 208,6 \text{ тыс. руб.}$$

2.14 Калькуляция затрат на содержание и эксплуатацию оборудования по теплопункту

Расходы теплопункта приведены в таблице 18.

Таблица 18 - Расходы теплопункта

Статьи затрат	Сумма, руб.
---------------	-------------

1.Вспомогательные материалы	78390,22
2.Энергия на технологические нужды	2437050
3.Расход на оплату труда, в том числе: з/плата рабочих	24268,877
з/плата ИТР	2531925
обязательные страховые взносы (30%)	766858,2
налог от несчастных случаев и проф. Заболевания (3%)	76685,82
4.Амортизация	41722
5.Ремонтный фонд (7% от стоимости оборудования	29205,4
Итого:	5986105,52

2.15 Безопасность и экологичность.

В процессе работы, ремонта, технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций могут возникать различные опасности и вредные воздействия на окружающую среду, и здоровье человека. В главе работы, посвященной безопасности и экологичности рассмотрены, связанные с этим вопросы, и приведен расчет молниезащиты проектируемой подстанции.

Метеорологические условия, или микроклимат, в производственных условиях определяются следующими параметрами: температурой воздуха ($^{\circ}\text{C}$); относительной влажностью (%); скоростью движения воздуха на рабочем месте (м/с). Параметры микроклимата влияют на такой важный механизм человека как терморегуляция. При нормальном теплообмене у человека не возникает беспокоящих его температурных ощущений холода или перегрева. В соответствии с ГОСТ 12.1.005 - 88 устанавливаются оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения. Для категории 1 (легкие работы), к которой относится рабочее место обслуживающего персонала установлены следующие параметры:

- температура воздуха 19 - 25 $^{\circ}\text{C}$,
- относительная влажность не более 75%,
- скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Необходимые параметры микроклимата, в случае их несоответствия требованиям ГОСТ, могут быть достигнуты с помощью вентиляции или отопления.

Важным условием хорошей продуктивной работы является правильно выбранное освещение. При плохом освещении человек быстро устает, работает медленнее, возникает опасность ошибочных действий. Плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям.

Используется три вида освещения – естественное, искусственное и совмещенное. Естественное освещение ОПУ производится через окна. Для искусственного освещения применяются газоразрядные лампы и лампы накаливания, в соответствии со СНиП 23.05-95. В помещении ОПУ уровень

освещенности обеспечен на уровне 300лк. Для РУ предусмотрено искусственное освещение с помощью штатных светильников.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека. Кроме непосредственного воздействия на слух, шум изменяет нормальные нервные процессы, вызывает повышенную утомляемость, ослабление внимания.

ГОСТ 12.1.003-83 устанавливает нормы шума на рабочих местах. Допустимый уровень шума для помещений ОПУ подстанции по этому ГОСТ - 60дБА (эквивалентный уровень звука для помещений управления, рабочих комнат). Реальный уровень шума - 50дБА. Источниками шума в помещениях ОПУ являются компьютеры, кондиционеры, внешние шумы. Защита от шума производится в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80. Для снижения шума применяются следующие пути: уменьшение шума в источнике, акустическая обработка помещений, уменьшение шума по пути его распространения.

Электромагнитное поле может воздействовать на человека как непосредственно, если он находится вблизи ЛЭП, или других устройств высокого напряжения, так и наведенным напряжением, которое в переходных рабочих режимах или при авариях, возникает на находящихся вблизи ЛЭП проводах связи, на некоторых металлических предметах, несвязанных с землей.

Воздействуя на живую ткань организма, электромагнитное поле вызывает переменную поляризацию молекул и атомов, составляющих клетки, в результате чего происходит их опасный нагрев. Развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, пищеварения и некоторых биохимических показателей крови.

Электромагнитное поле, как совокупность переменных электрического и магнитного полей, оценивается векторами напряженностей – электрической E , В/м, магнитной H , А/м. Воздействие электромагнитного поля зависит от величин напряженностей E и H , времени воздействия, частоты. Основным параметром, характеризующим биологическое действие электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц), является электрическая напряженность E . Магнитная составляющая при промышленной частоте заметного влияния на организм не оказывает, так как при 50 Гц вредное биологическое действие проявляется при $H = 150 - 200$ А/м, а в

действующих установках значение H не превышает 25 А/м. Нормы для электрической напряженности, согласно ГОСТ 12.1.006 – 84, приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Допустимые времена пребывания в электромагнитном поле

Напряженность поля E , кВ/м	5	10	15	20	25
Допустимое время пребывания в электрическом поле на протяжении восьми часового рабочего дня	8 ч	3 ч	1,5 ч	10 мин	5 мин

Для защиты персонала от воздействия электромагнитных полей применяют стационарные и временные экранирующие устройства. Стационарные устройства предназначены для работ, проводимых непосредственно на территории подстанции. Это козырьки, навесы, перегородки из металлической сетки на раме из уголковой стали. Временные экранирующие устройства предназначены для линейных работ. Это экранирующие люльки и изолирующие лестницы. Применяется также металлизированный проводящий костюм, представляющий собой электрически замкнутую систему. Он выполняется из тканевого полотна с металлизированной гибкой сеткой, все части которой соединены друг с другом. Костюм состоит из куртки, брюк и подшлемника.

Основная опасность при обслуживании РУ подстанции является опасность поражения электрическим током. Источником опасности являются открытые токоведущие части и токоведущие части с изоляцией, которая может оказаться по каким либо причинам нарушенной. Воздействие тока на организм человека можно разделить на биологическое, термическое, электролитическое. Оно вызывает различные нарушения в организме, вызывая как местное поражение тканей и органов, так и общее поражение организма. Существует два вида поражения электрическим током: электрический удар и местные электрические травмы. К травмам относятся ожоги, электрические знаки, электрометаллизация кожи, механические поражения и электроофтальмия. При электрическом ударе воздействию тока подвергается нервная система, что может привести к параличу

жизненно важных систем организма – сердечной мышцы и дыхательных мышц. Интенсивность воздействия тока на организм определяется множеством факторов, например длительностью прохождения тока, путем прохождения тока через тело, родом тока, индивидуальными особенностями человека и его физическим состоянием в момент поражения током.

Согласно требованиям ПТБ, работы, производимые в действующих электроустановках, в отношении принятия мер безопасности разделяются на следующие четыре категории.

1. Работы, выполняемые при полном снятии напряжения, производимые в установках, где со всех токоведущих частей, в том числе и вводов, снято напряжение, нет незапертого входа в помещения, в которых размещены электроустановки, находящиеся под напряжением. Так, например, текущий ремонт силового трансформатора осуществляется при полном снятии как высшего напряжения (со стороны питания), так и низшего. Ревизия и чистка аппаратуры распределительных устройств подстанций и ремонтно-строительные работы в электропомещениях производятся при полном снятии напряжения со всех токоведущих частей.

2. Работы, выполняемые при частичном снятии напряжения, производимые в открытой электроустановке, расположенной в отдельном помещении, где снято напряжение только с тех присоединений, на которых производится работа, или где напряжение полностью снято, но есть незапертый вход в помещение соседней электроустановки, находящейся под напряжением. К этим видам работ относятся поочередный вывод в ремонт и проведение профилактических испытаний изоляции и отдельных электросиловых установок.

3. Работы, выполняемые без снятия напряжения вблизи токоведущих частей и на токоведущих частях электроустановок, находящихся под напряжением. К ним относятся работы, требующие принятия технических и организационных мероприятий по предотвращению возможности приближения работающих людей и используемой ими ремонтной оснастки и инструмента к токоведущим частям на опасное расстояние, а также работы, производимые непосредственно на токоведущих частях, с помощью специальных средств защиты. Эти работы

приходится выполнять в столь опасных условиях для сохранения питания потребителей на период обслуживания. К таким работам относятся взятие пробы и доливка масла в трансформаторах, измерения электроизмерительными клещами, фазировка силовых трансформаторов и кабельных линий.

4. Работы, выполняемые без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, при которых исключено случайное прикосновение или приближение к токоведущим частям и не требуется принятие специальных мер. К таким работам относятся, чистка от пыли кожухов электрооборудования при наличии в РУ постоянного ограждения токоведущих частей, уборка электропомещений.

Техническими мероприятиями по обеспечению безопасности работ в электроустановках являются:

- отключение ремонтируемого оборудования и принятие мер против ошибочного обратного включения или самовключения, образование видимого разрыва;

- установка временных ограждений не отключенных токоведущих частей и вывешивание запрещающих плакатов "Не включать – работают люди" или "Не включать – работа на линии" и др.;

- присоединение переносного заземления - закоротки к заземляющей шине стационарного заземляющего устройства и проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях, которые для безопасности проведения работ подлежат замыканию накоротко и заземлению;

- наложение переносных заземлений на отключенные токопроводы после проверки отсутствия на них напряжения или включение специальных заземляющих ножей разъединителей;

- ограждение рабочего места с вывешиванием разрешающего плаката "Работать здесь".

При отключении ремонтируемого оборудования отключению подлежат не только те токоведущие части, на которых будут производиться работы, но и те, от которых до работающих будет менее 0,7 м при напряжении электроустановки до 15 кВ, 1 м при напряжении от 15 до 35 кВ, 1,5 м – от 35 до 110 кВ, 2,5 м – 220 кВ.

При ремонтных работах в ОРУ, и необходимости подъема рабочих на конструкции, следует оградить зону работы канатом с вывешенными на нем плакатами: "Стой! Напряжение", - обращенные надписью внутрь огражденного пространства. В том месте, где рабочие должны входить внутрь ограждения оставляется проход и вывешивается плакат "Входить здесь". Место подъема на конструкцию указывается плакатом "Влезать здесь".

При работах без снятия напряжения вблизи или непосредственно на токоведущих частях. Следует обеспечить соответствующее расположение работающих по отношению к токоведущим частям, соблюдая минимально допустимые расстояния до них. Работающий должен располагаться так, чтобы находящиеся под напряжением токоведущие части электроустановки находились перед ним и только с одной из боковых сторон. Недопустимо работать, если не отключенные токоведущие части будут находиться сзади работника, а также работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние от токоведущих частей до любой части тела станет меньше допустимого. Приближение рук работающего к токоведущим частям, находящимся под напряжением должно быть не менее длины изолирующей части применяемых защитных средств – электроизмерительных и изолирующих клещей, штанг и другого оборудования.

2.16 Разработка инструкции по монтажу распределительного шкафа электроснабжения

Технологическая последовательность выполнения работ

При монтаже оборудования тепlopункта:

- проверить исправность действия освещения и вентиляции;
- произвести разметку помещения для установки настенного, напольного оборудования и металлоконструкций;
- установить по отвесу и скрепить каркасы напольного оборудования;
- смонтировать и покрасить металлоконструкции;
- установить настенное оборудование;

- смонтировать и покрасить шинную проводку;
- проложить и включить кабель;
- произвести монтаж проводки заземления;
- произвести прозвонку монтажа;
- замерить сопротивление заземлений;
- произвести настройку оборудования.

Установка распределительного щитка.

Устанавливаем и крепим щиток к стене с помощью закладных деталей.

Проводим все необходимые провода внутрь электрического щитка и замазываем его.

Занимаемся соединением устройств защиты. Для этого на дин-рейку одеваем в нужной последовательности устройства защиты.

Чтоб установить, любое модульное устройство, будь то автомат, УЗО и т.п. на дин-рейку, необходимо его сперва навешать, а затем надавить на нижнюю часть, как показано на изображениях ниже, тогда оно надежно зафиксируется.

Делаем разводку. Схема подключения автоматических выключателей самая простая, в верхнюю клемму заводит фазу, а в нижнюю помещаем фазный провод нужной группы. В дифференциальные автоматы кроме фазы заводится и ноль, через соответствующие клеммы сверху (с маркировкой “N”), а снизу так же помещаются ноль и фаза необходимой группы. Дифференциальный автомат защищает, как и обычный от перегрузок, а так же от утечки тока. По сути это автоматический выключатель и устройство защитного отключения (УЗО) в одном корпусе.

Сперва соединяем между собой все вводы фаз у автоматов, для этого воспользуемся специальной шиной. В том месте, где установка шины не возможна, заменим ее простой перемычкой из провода большого сечения, 6 мм.кв. Так же соединяем и вводы нолей между собой у дифференциальных автоматических выключателей, если у вас нет соединительной шины, можно выполнить соединение перемычками из провода.

Далее снимаем оболочку с проводов входящих в распределительный щиток. Берем клеммную колодку, идущую в комплекте, и устанавливаем в щитке. Колодка

разделена на две части, левая часть для проводов защитного заземления (РЕ), а правая для нейтральных, нулевых рабочих проводов.

Подключаем все провода, всех групп, защитного заземления (желтые с зеленой полосой) к колодке, в т.ч. вводной провод (желтый с зеленой полосой).

Устанавливаем собранную нами ранее Din-рейку, с модульными защитными механизмами на ней, в свое посадочное место и затягиваем крепежные болты.

Затем подключаем к левой части клеммной колодки провода рабочего нуля (синий) тех групп, которые подключаются без дифференциального автомата, а так же вводной ноль. А так же соединяем эту часть колодки с соответствующими клеммами дифференциальных автоматов, в которую должен входить рабочий ноль. Так, как мы заранее их соединили между собой перемычками, достаточно подключить к любой одной клемме.

Таким же образом подключаем вводной фазный провод (коричневый), к соответствующей клемме автомата.

Соединяем выходы дифференциальных автоматических выключателей с проводами соответствующих розеточных групп, белый, фазный, провод в клемму с маркировкой «2/1», а синий, нейтральный, в клемму с маркировкой «N».

После того, как все подключено, устанавливаем лицевую панель электро щитка и закрываем замки (отмеченные на изображении ниже) с помощью прямой отвертки. Закрепляем рамку с дверцей, с помощью двух болтов, снизу и сверху, к основанию. На этом установка и разводка щитка завершена, осталось произвести маркировку всех автоматов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе выполнено электроснабжение теплопункта.

Работа была выполнена в соответствии с требованиями ПУЭ, ПЭЭБ, ПТБ.

Дана характеристика объекта электроснабжения.

Произведён расчёт нагрузки теплопункта на основании чего выполнен выбор силовых трансформаторов и компенсирующих устройств, кроме этого произведен выбор защитной аппаратуры и проводников. Выполнен расчет токов короткого замыкания и проверка электрооборудования. Произведен расчет защитного контура заземления.

Так же произведен расчет технико-экономических показателей.

Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта. Выбраны меры по технике безопасности, электробезопасности, противопожарной защите и промышленной санитарии, воздействия на окружающую среду. И сделаны выводы.

Теплопункт является экологически безопасным объектом, который может эксплуатироваться без нанесения вреда обслуживающего персонала и окружающей среде при соблюдении всех правил и норм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беркович А.М. Основы техники релейной защиты [Текст] /: А.М. Беркович, В.В. Молчанов, В.А. Семенов. – Москва: Энергоатомиздат, 1984.- 375 с.
2. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Текст]: ввод в действие с 01.01.1995.- Москва.: Издательство стандартов, 1994.
3. Государственное унитарное предприятие Республики Мордовия «ЛИСМА». Производство ламп общего и специального назначения.
[Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://www.lismaguprm.ru/index.php?id=51&type=2&viewid=892> – Загл. с экрана.
4. Завод НВА г. Рассказово [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://zavod-nva.com/catalog/transformatory/vysokovoltnye/suhie/tsz/250/>-Загл. с экрана.
5. ЗАО НПП «АКВААВТОМАТИКА» [Электронный ресурс] – Режим доступа http://aquaauto.ru/catalog/nvo_abb/
6. Копырин В.С., Бородацкий Е.А. Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемого электропривода // Силовая электроника, 2006 №2.
7. Компания ИЕК [Электронный ресурс] - <http://www.iek.ru/company/1/>– Загл. с экрана.
8. НТП ЭПП-94. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий [Текст]: ввод в действие с 01.01.1994.- ОАО "ВНИПИ Тяжпромэлектропроект", 1994.
9. О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения) [Текст]: приказ Министерства промышленности и энергетики РФ №49 от 22.02.2007 г.

10. ООО "Элком-Энерго" [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://elcom-energo.ru> – Загл. с экрана.
11. ОАО "Энергопром" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.enprom.ru/rus/order/order.htm?form=3> -Загл. с экрана.
12. ООО "Электротехкомплект" Автомат [Электронный ресурс] – Режим доступа http://elektrotexkom.ru/avtm_seny– Загл. с экрана.
13. Правила устройства электроустановок [Текст]: ПУЭ: Издание 7: утв. Министерством топлива и энергетики РФ 06.10.1999: введ в действие с 01.07.2000.- Москва.: Издательство НЦ ЭНАС, 1999.
14. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [Текст]: введ в действие с 23.03.1998.- Москва.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.
15. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок [Текст]: введ в действие с 01.01.93.- ОАО "ВНИПИ Тяжпромэлектропроект", 1992.
16. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования [Текст] /ред. Ю. Г. Барыбин [и др.]. - Москва. : Энергия, 1991. - 464 с. : ил.
17. Справочная книга для проектирования электрического освещения [Текст] / Г.М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва. : Энергоатомиздат, 1992. - 448 с. : ил.
18. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [Текст]: введ в действие с 20.05.2011.-М.: ОАО "ЦПП", 2011.
19. Щитки осветительные ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ, ЯОУ. ... ЩИТ ОСВЕЩЕНИЯ ОЩВ-6, производство и поставки щитков освещения ОЩ, ОЩВ, УОЩВ [Электронный ресурс] electric.myprom.ru/shhitki-osvetitelnye-op-oshh-oshhv-uoshhv-yaou.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Формуляр расчёта электрических нагрузок

Исходные данные					Расчётные величины			Эффективное число ЭП пэ	Коэффициент расчётной нагрузки Кр	Расчётная мощность			Расчётный ток Iр, А			
По заданию технологов			По справочным данным			КиРн	КиРнтgф			nP ² _н	активная Pр, кВт	реактивная Qр, квар		полная Sp, кВ·А		
Номер по плану	Наименование ЭП	Кол-во	Ном. Мощность Pн, кВт одного ЭП, P _н	общая, P _н	Коэффициент использования, Ки										cos φ	tgφ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3.1.4.1	Насос	2	85	170	0,7	0,93	0,40	119	47,03	14450						
5.1	Насос	1	30	30	0,7	0,91	0,46	21	9,57	900						
	Итого РП1	3		200	0,7	0,93	0,40	140	56,60	15350	3	1,14	159,6	62,26	171,31	260,59
	ЩАО	3	0,018	0,054	0,85	0,95	0,33	0,045	0,015	0,001	3	1	0,045	0,015	0,047	0,072
	Итого по I секции шин без учета КУ	3		200	0,7	0,93	0,40	140	56,60	15350	3	1	140	62,26	153,22	233,07
10	КУ													-15		22,82
	Итого по I секции шин с учетом КУ	3		200	0,7	0,946	0,34	140	47,26	15350			140	47,26	147,76	224,77
3.2.4.2	Насос	2	85	170	0,7	0,93	0,40	119	47,03	14450						
6.1	Насос	1	1,7	1,7	0,7	0,8	0,75	1,19	0,89	2,89						
7.1-7.3	Погружные насосы	3	1,3	3,9	0,7	0,77	0,83	2,73	2,26	5,07						
8.1	Насосы в погружном исполнении	1	1,7	1,7	0,7	0,8	0,75	1,19	0,89	2,89						
	Итого по РП2	7		177,3	0,7	0,925	0,41	124,11	51,08	14460,85	2	1	124,11	56,19	136,24	207,23
9	ЩО	3	0,058	0,174	0,85	0,95	0,33	0,15	0,05	0,010	3	1	0,1479	0,05	0,16	0,24
	Итого по II секции шин без учета КУ	10		177,474	0,70	0,925	0,41	124,26	51,13	14460,86	2	1	124,26	56,24	136,39	207,47
10	КУ													-15		22,82
	Итого по II секции шин с учетом КУ	10		177,474	0,70	0,95	0,33	124,26	41,24	14460,86			124,26	41,24	130,92	199,15
	Итого по ТП с учетом КУ	13		377,474		0,95	0,33	264,26	88,50	29810,86	5	0,93	245,76	97,35	264,34	402,10

Таблица А.2 – Выбор автоматических выключателей

Место установки выключателя	Условное буквенное обозначение автоматического выключателя на схеме	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности		Предварительный выбор уставки токовой отсечки					Выбор установки защиты от перегрузки				
			Un.авт., В	Un.сети, В	In.авт., А	Iр, А	Icu, кА	I ⁽³⁾ по, кА	Кр	Кз	Iпик, А	Iр.уст.то, А	Iфакт.уст.то, А	Кз.min	Кз.max	Iр.уст.пер.min, А	Iфакт.уст.пер., А	Iр.уст.пер.max, А
РП1	QF6, QF7	ВА88-35	400	380	250	152,78	35	6,6	1,15	2	993,07	2284,061	2500	1,1	1,3	184,86	200	218,48
РП1	QF8	ВА88-32	400	380	100	56,35	25	6,6	1,15	2	366,25	842,375	1000	1,1	1,3	68,18	60	80,58
КТП	QF1,	ВА88-35	400	380	320	260,59	35	6,6	1,15	2	782	1798,6	3200	1,1	1,3	315,31	320	372,64
КТП	QF2, QF5	ВА88-32	400	380	32	22,82	25	6,6	1,15	2	-	-	320	1,1	1,3	27,61	32	32,63
РП2	QF9, QF10	ВА88-35	400	380	250	152,78	35	6,6	1,15	2	1069,46	2459,758	2500	1,1	1,3	184,86	200	218,48
РП2	QF11,	ВА88-32	400	380	5	3,89	25	6,6	1,15	2	23,37	53,751	50	1,1	1,3	4,71	5	5,56
РП2	QF12 QF13, QF14	ВА88-32	400	380	5	3,09	25	6,6	1,15	2	15,47	35,581	50	1,1	1,3	3,74	5	4,42
РП2	QF15	ВА88-32	400	380	5	3,89	25	6,6	1,15	2	23,37	53,751	50	1,1	1,3	4,71	5	5,56
КТП	QF3	ВА88-35	400	380	320	207,23	35	6,6	1,15	2	622	1430,6	3200	1,1	1,3	250,75	320	296,34
КТП	QF4	ВА88-32	400	380	5	0,24	25	6,6	1,15	2	-	-	50	1,1	1,3	-	-	-
КТП	QF16	ВА88-32	400	380	5	0,072	25	6,6	1,15	2	-	-	50	1,1	1,3	-	-	-
КТП	3QF	ВА88-35	400	380	320	224,77	35	6,6	1,15	2	674,3	1550,89	3200	1,1	1,3	271,97	320	321,42
КТП	1QF, 2QF	ВА88-35	400	380	630	402,1	35	6,6	1,15	2	1206,3	2774,49	6300	1,1	1,3	486,54	630	575,00

Таблица А.3 - Выбор магнитных пускателей

Условное буквенное обозначение контактора на схеме	Тип контактора	Категория применения	Коммутационная износостойкость, млн. циклов	Наличие реверса	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке					Число и вид блок-контактов	Тип дополнительного модуля блок-контактов	Число дополнительных модулей блок-контактов	Род тока катушки контактора	Номинальное напряжение катушки контактора, В
					Un.конт., В	Un.сети, В	In.конт., А	Ip, А	Rконт.доп., кВт	Pp, кВт						
KM3.1-KM3..2, KM4.1-KM4.2	КТИ-5185	АС-3	0,8	нереверсивные	400	380	160	152,78	85	85	1 з + 1 р ПКЛ -11(М)	2р+2з ПКЛ -22(М)	2	переменный	220	
KM5.1	КМИ-46512	АС-3	1,4	нереверсивные	400	380	65	56,35	30	30	1 з + 1 р ПКЛ -11(М)	2р+2з ПКЛ -22(М)	2	переменный	220	
KM6.1	КМИ-10910	АС-3	1,7	нереверсивные	400	380	9	3,89	4	1,7	1 з + 1 р ПКЛ -11(М)	2р+2з ПКЛ -22(М)	2	переменный	220	
KM7.1-KM7.3	КМИ-10910	АС-3	1,7	нереверсивные	400	380	9	3,09	4	1,3	1 з + 1 р ПКЛ -11(М)	2р+2з ПКЛ -22(М)	2	переменный	220	
KM8.1	КМИ-10910	АС-3	1,7	нереверсивные	400	380	9	3,89	4	1,7	1 з + 1 р ПКЛ -11(М)	2р+2з ПКЛ -22(М)	2	переменный	220	

Таблица А.4 - Выбор кабельных линий

Обозначение линии в проекте	Линия		Тип кабеля (провода, шнур)	Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке					Проверка по механической прочности	Потеря напряжения в линии						Итоговое сечение, мм ²
	откуда	куда		$s, \text{мм}^2$	$I_{\text{дл.доп.}}, \text{А}$	K_4	$I_{\text{дл.доп.}} \cdot \Gamma^n \cdot K_4 \geq I_p$	$I_p, \text{А}$		$S_{\text{мин}}, \text{мм}^2$	$R_0, \text{МОм/м}$	$X_0, \text{МОм/м}$	$L, \text{м}$	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	
Н3.1, Н4.1	РП1	Насос	ВВГнг	50	225	-	225	152,78	1	0,43	0,085	27	0,93	0,37	0,81	50
Н5.1	РП1	Насос	ВВГнг	10	90	-	90	56,35	1	2,13	0,099	13	0,91	0,41	0,66	10
НР П1	РУ	РП1	ВВГнг	95	330	-	330	260,59	1	0,22	0,081	26	0,93	0,37	0,72	95
Н3.2, Н4.2	РП2	Насос	ВВГнг	50	225	-	225	152,78	1	0,43	0,085	26	0,93	0,37	0,78	50
Н6.1	РП2	Насос	ВВГнг	1,5	27	-	27	3,89	1	14,09	0,126	27	0,8	0,60	0,54	1,5
Н7.1- Н7.3	РП2	Погружные насосы	ВВГнг	1,5	27	-	27	3,09	1	14,09	0,126	36	0,77	0,64	0,55	1,5
Н8.1	РП2	Насосы в погружном исполнении	ВВГнг	1,5	27	-	27	3,89	1	14,09	0,126	30	0,8	0,60	0,60	1,5
НР П2	РУ	РП2	ВВГнг	50	225	-	225	207,23	1	0,43	0,085	41	0,925	0,38	1,66	50
Н9	РУ	ЩО	ВВГнг	1,5	27	-	27	0,24	1	14,09	0,126	42	0,95	0,31	0,06	1,5
Н1 0	РУ	ЩАО	ВВГнг	1,5	27	-	27	0,07	1	14,09	0,126	42	0,95	0,31	0,02	1,5
НК У	РУ	КУ	ВВГнг	2,5	38	-	38	22,82	1	8,48	0,116	10		1,00	0,01	2,5

Таблица А.5 - Расчет фонда заработной платы рабочих

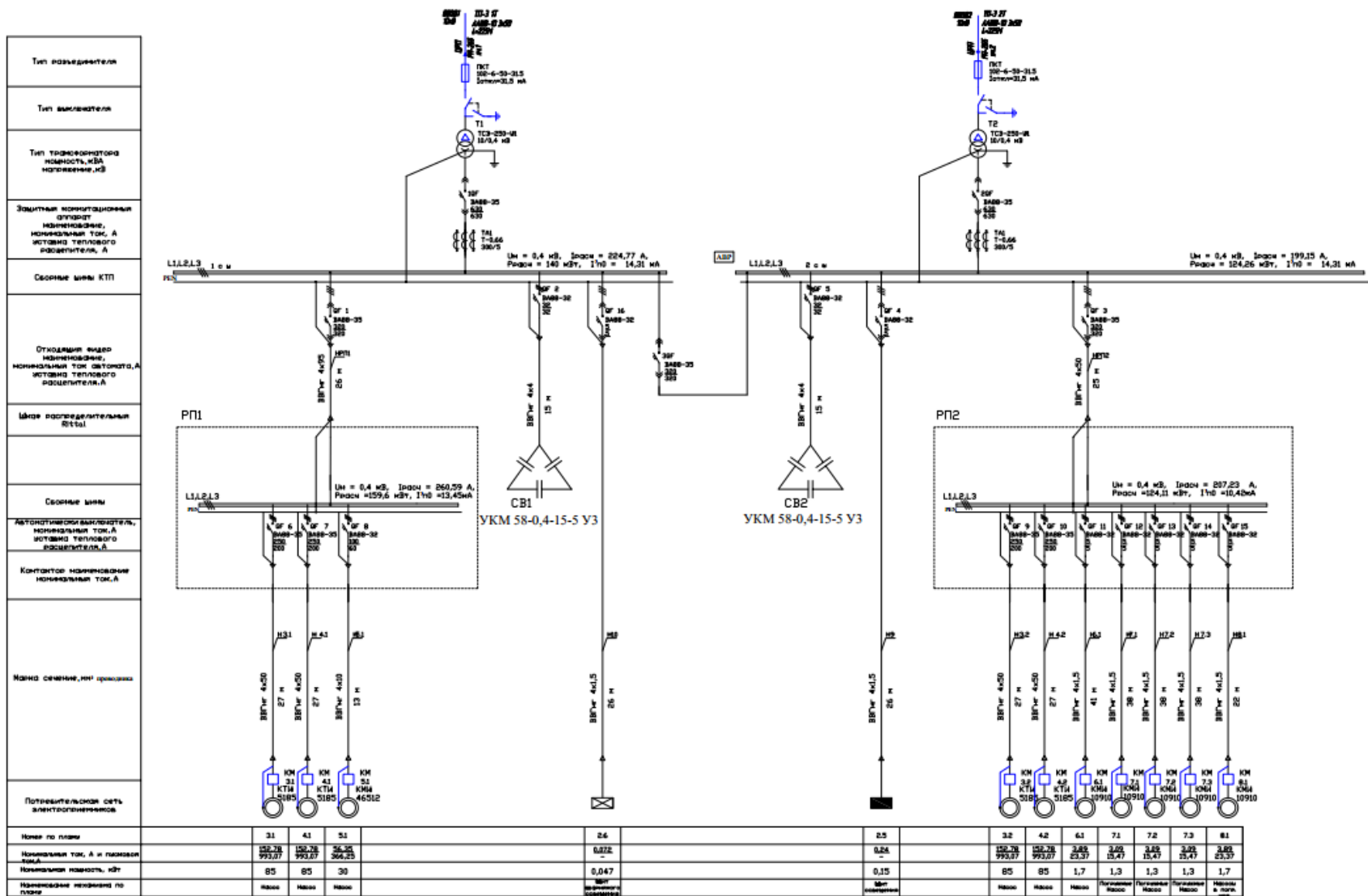
Наименование профессии	Списочный состав	Разряд	Фонд основной заработной платы								Фонд доп. зар. платы (10%), ·10 ⁻³	Всего годовой фонд зар. Платы, ·10 ⁻³
			Кол-во чел/ч	Часовая тарифная ставка, ·10 ⁻³	Зар. Плата по тарифу, ·10 ⁻³	Доплаты			Итого, ·10 ⁻³	С учетом РК (20%), ·10 ⁻³		
						Премия (35%), ·10 ⁻³	Прочие (10%), ·10 ⁻³	Всего доплат, ·10 ⁻³				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Эл.монтер 5р.	9	5	22788	0,173	3948,021	1381,875	394,796	1776,836	5724,857	6869,808	686,978	7556,786
Эл.монтер бр.	10	6	25320	0,206	5222,250	1827,788	522,225	2350,013	7572,180	9086,616	908,655	9995,271
Эл.сварщик	4	5	10128	0,173	1754,676	614,130	175,461	789,591	2544,267	3053,111	305,300	3358,410
Слесарь	4	5	10128	0,173	1754,676	614,130	175,461	789,591	2544,267	3053,111	305,300	3358,410
Итого												24268,877

Таблица А.6 - расчет заработной платы ИТР

Занимаемая должность	Списочный состав	Оклад в месяц, руб.	Фонд основной заработной платы					Фонд доп. зар. платы (10%)	Всего годовой фонд зар. платы	
			Сумма окладов за год, руб.	Доплаты			С учетом РК (20%)			
				За работу в вечернее и ночное время (10%)	За работу в праздничные дни (10%)	Премия (35%),				Итого
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Начальник участка	1	50000	550000	55000	55000	192500	302500	1023000	102300	1125300
Мастер	2	31250	687500	68750	68750	240625	378125	1278750	127875	1406625
Итого										2531925

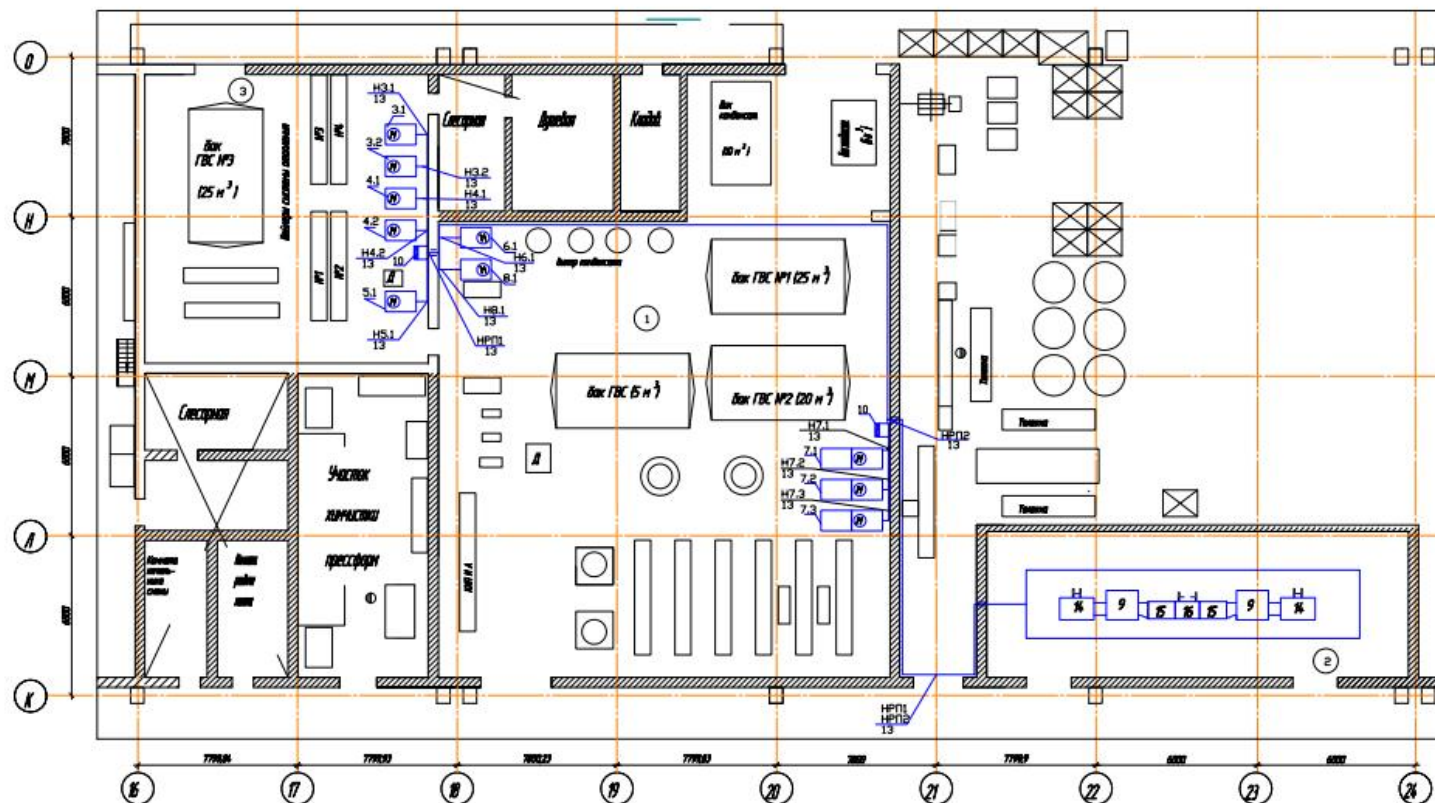
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Принципиальная схема электроснабжения тепловыпуска



ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Схема расположения оборудования



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

Номер по плану	Наименование	Площадь м²
1	Теплопункт	421,2
2	Кондуктная трансформаторная подстанция	108
3	Бойлерная	215,3

Поз. обоз.	Обозначение	Наименование	Кол	Масса	Прим-чание
9	T1, TP	Электробоорудование трансформатора ТЭС 250/6	2		
10	РП	Панель распределительная	2		
11	ЩО	Щит освещения общий	1		
12	ЩАО	Щит освещения освещения	1		
13		Тяга стояков ГВС 18734-9	2		
14		Мног. входы многого назначения	2		
15		Мног. входы многого назначения	2		
16		Мног. секционные	1		

Поз. обоз.	Обозначение	Наименование	Кол	Масса	Прим-чание
		Технологические оборудование			
3.1-3.4		Насос	2		
4.1-4.2		Насос	2		
5.1		Насос	1		
6.1		Насос	1		
7.1-7.3		Покрываем насос	3		
8.1		Насосы в котельной котельной	1		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Система уравнивания потенциалов

1. В соответствии с ПУЭ изд.7 (п.7.1.87) и ГОСТ Р 50571.10-96 для уравнивания потенциалов в каждой электроустановке здания выполняется система уравнивания потенциалов, соединяющей между собой следующие проводящие части:
- защитный проводник (РЕ или PEN проводник) питающей линии;
 - защитный проводник рабочего заземления;
 - металлические трубы коммуникации, входящих в здание;
 - металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования;
 - металлические части строительных конструкций здания;
2. Ящик с главной заземляющей шиной установить в тех. помещении цокольного этажа. Шина РЕ должна обеспечить возможность размена (отсоединения) заземляющего проводника и проводников уравнивания потенциалов. Конструкция размена должна позволять его отсоединение только при помощи инструмента, быть механически прочным и обеспечить непрерывность электрической цепи.

