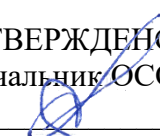


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ
ВО «МАГУ»)**

РАССМОТРЕНО:
на заседании УМС ФГБОУ ВО «МАГУ»
Протокол № 1 от « 01 » октября 2016 г.

УТВЕРЖДЕНО:
начальник ОСОД ФГБОУ ВО «МАГУ»

Л.В. Милякова
« 01 » октября 2016 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ
РАБОТ**

программы подготовки специалистов среднего звена
базовой подготовки
по специальности

**08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и
гражданских зданий**

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выпускная квалификационная работа, выполненная в виде дипломного проекта, должна быть актуальной, решения и выводы, предложенные в работе должны иметь новизну и практическую значимость.

Темы дипломных проектов должны отвечать современным требованиям науки, техники, производства и экономики, включать основные производственные вопросы и соответствовать по степени сложности объёму теоретических знаний и практических навыков, полученных студентами в процессе обучения.

По структуре дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части. В пояснительной записке даётся теоретическое и расчётное обоснование принятых в проекте технических решений. В графической части принятое техническое решение должно быть представлено в виде чертежей, схем, графиков, диаграмм.

Дипломный проект выполняется студентом филиала в соответствии с заданием.

Задания на дипломный проект рассматриваются цикловой комиссией, подписываются руководителем проекта и утверждаются заместителем директора по учебной и воспитательной работе.

В заданиях предусматриваются расчётно-конструкторские вопросы, вопросы технологии, механизации и автоматизации, экономики и организации производства, охраны труда и окружающей среды.

Примерное содержание задания на дипломный проект:

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Географическая, климатическая и экономическая характеристика района. Условия эксплуатации электрооборудования. Характеристика существующей системы электроснабжения проектируемого объекта. Обеспечение надежности электроснабжения и качества электроэнергии. Перспективы развития проектируемого объекта и связанные с этим задачи реконструкции электрооборудования.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Энергетическая характеристика приёмников электрической энергии. Выбор категории по надёжности электроснабжения. Выбор рода тока и уровня питающего напряжения. Расстановка электроприёмников на плане объекта. Разработка схемы внешнего и внутреннего электроснабжения.

Расчёт освещения проектируемого объекта. Расчёт электрических нагрузок и выбор трансформаторов. Компенсация реактивной мощности. Расчёт силовой кабельной сети. Расчёт токов короткого замыкания в сети напряжением до и выше 1000В. Выбор аппаратов управления и защиты в сети напряжением до и выше 1000В.

3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Режим работы предприятия. Проектирование календарного графика выходов рабочих. Годовой баланс рабочего времени. Расчёт штатной численности рабочих. Расчёт годового фонда заработной платы. Расчёт энергетических затрат по объекту. Расчёт амортизационных отчислений. Расчёт материальных затрат по объекту. Техничко-экономические показатели.

4 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Анализ опасных и вредных производственных факторов. Мероприятия по охране труда и окружающей среды. Профилактика электротравматизма. Противопожарные мероприятия.

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Однолинейная схема электроснабжения
2. План расположения технологического оборудования и электрооборудования с указанием мест и способов прокладки кабельной сети
3. План освещения и осветительной сети
4. На усмотрение руководителя проекта

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка дипломного проекта оформляется на листах формата А4 машинописным текстом. Объём пояснительной записки – 55-70 листов. Текст, рисунки, схемы, таблицы и формулы выполняются чёрным цветом с использованием графических редакторов AutoCAD 2010 (Russian), AutoCAD Electrical 2010 (Russian), Microsoft Office Excel, Microsoft Office Word. При оформлении используется шрифт TNR № 14, междустрочный интервал – 1,5 (0 пт).

Расстояние от рамки до границы текста: слева – 5 мм, справа – 3,5 мм; сверху – 10 мм; снизу – 25 мм; при абзаце или красной строке – 15 мм слева.

Описки, графические неточности, ошибки в расчётах не допускаются.

Пояснительные записки, содержащие сплошной текст, делятся на разделы и подразделы. Каждый раздел пояснительной записки следует начинать с нового листа. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записки. Изложение материала должно идти от первого лица множественного числа.

Сокращение слов в тексте и подписях под иллюстрациями не допускается. Исключение составляют общепринятые сокращения.

Оформление текста пояснительной записки и графической части производится в соответствии с действующими стандартами ЕСКД.

Рисунки и схемы выполняются на той же бумаге что и текст. При необходимости для изображения рисунков могут быть использованы дополнительные цвета. Рекомендуется применять сплошную нумерацию рисунков, схем и таблиц. Все рисунки и таблицы должны иметь, кроме номеров, названия. Названия таблиц пишутся НАД таблицами, а названия рисунков – ПОД рисунками. Выравнивание названий у таблиц осуществляется по левому краю, у рисунков – по центру.

На всех листах должны быть рамки и микроштампы с указанием номеров страниц. Первый лист – титульный, второй лист – задание (не

нумеруется), третий лист – содержание, четвёртый лист – введение с основной надписью высотой 40 мм в нижней части листа. Лист с началом общей части имеет номер 4.

ВВЕДЕНИЕ

(начинается с новой страницы)

Здесь производится описание состава проекта, целей и задач выполняемых расчётов. Объём раздела – один лист. На этом листе пояснительной записки в нижней части листа выполняется основная надпись (штамп) высотой 40 мм.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

(начинается с новой страницы)

В этой части проекта даётся географическая, климатическая и экономическая характеристика проектируемого объекта. Далее следует дать описание технологического процесса, проанализировать существующую схему электроснабжения и уровень соответствия электрооборудования современным технологиям. Также рекомендуется охарактеризовать условия эксплуатации электрооборудования, режим работы проектируемого объекта и количество рабочих смен.

Пример

В качестве примера рассматривается проект модернизации оборудования и электроснабжение пекарни.

1.1 Географическая, климатическая и экономическая характеристика района

Мурманская область находится на северо-западе России. Почти вся ее территория находится за Северным полярным кругом и занимает весь Кольский полуостров. Ее территория составляет 144,9 тыс.кв.км.

Территория Мурманской области по природно-климатическим условиям не имеет аналогов в мире и значительно отличается от других регионов, находящихся на той же географической широте. Значительную часть зимы длится полярная ночь, а летом светит солнце круглые сутки – полярный день. Времена года не совпадают с

общепринятыми климатическими зонами. По всей Мурманской области распространена подзолистая почва – песчаные почвы, с примесью камней и валунов, с повышенной кислотностью.

Промышленность подразделяется на отрасли тяжелой, легкой и пищевой промышленности. Тяжелую промышленность в г.Кировске представляет ОАО «Апатит», легкую промышленность – швейная фабрика в районе н.п. Коашва, пищевую промышленность, которая включает в себя хлебопекарное и кондитерское производство представляет Апатитский хлебозавод и ИП Величко, колбасное производство – Мурманский мясокомбинат и т.д.

1.2 Условия эксплуатации электрооборудования

Электрооборудование пекарни используется ежедневно, рабочая смена пекарей с 05.00 до 12.00 и с 12.00 до 19.00, в ночное время пекарня не работает. Температура в цехах от +23⁰С до +30⁰С. Цеха оснащены вентиляцией.

При прохождении преддипломной практики стало известно, что электротехнического персонала на предприятии нет, используется наемный труд. Обслуживание электроустановок и электрооборудования производится по мере необходимости. Стоит отметить, что в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» потребитель обязан обеспечить:

- 1) содержание электроустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями настоящих Правил, правил безопасности и других нормативно-технических документов;
- 2) своевременное и качественное проведение технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, испытаний, модернизации и реконструкции электроустановок и электрооборудования.
- 3) надежность работы и безопасность эксплуатации электроустановок;
- 4) учет, рациональное расходование электрической энергии и проведения мероприятий по энергосбережению;

5) проведение необходимых испытаний электрооборудования, измерительных приборов и средств учета электрической энергии и т.д.

Таким образом, из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что электрооборудование эксплуатируется в удовлетворительном режиме.

1.3 Характеристика существующей системы электроснабжения проектируемого объекта

Ранее в здании пекарни находилось ателье по пошиву одежды, а также магазин бытовых товаров. Полагаю, что в тот период времени данное здание можно было бы отнести ко второй категории надежности электроснабжения, так как перерыв в работе ателье или магазин не мог бы повлечь за собой опасность для жизни людей, массовый брак продукции или нарушение сложного технологического процесса.

Электроприемники II категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недовыпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей. Для электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники пекарни можно отнести к I категории.

Электроприемники I категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприемников I категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроснабжение проектируемого объекта должно осуществляться по двум кабельным линиям, для того чтобы в случае аварийной ситуации можно было произвести необходимые переключения и избежать нарушения технологии производства продукции. На сегодняшний день, электроснабжение пекарни осуществляется по одной кабельной линии проложенной от РП-5 до электрощитовой. Вторая линия существует, но не используется, коммутационная ячейка вводного рубильника находится в разобранном состоянии.

Таблица 1 – Исходные данные электроприёмников хлебопекарни

Наименование помещения	Наименование электрооборудования	Количество электрооборудования, шт.	Мощность, кВт	Напряжение, В
Цех для разделки теста	Расстойные шкафы	2	1,9	220
	Печь ротационная	4	7	380
	Пекарский жарочный шкаф	4	4	380
	Тестораскаточная машина	1	0,4	380
Цех для замеса теста	Тестомес	2	1,1	220
	Мукопросеиватель	1	0,2	380
Складское помещение	Холодильная установка	1	0,7	220
Помещение магазина	Витрина универсальная	2	0,8	220
Вентиляционная комната	Приточная установка	1	11	380
Вентиляционная комната	Вытяжка	1	7,5	380

1.4 Обеспечение надежности электроснабжения и качества электроэнергии

Для обеспечения соответствующей категории надежности электроснабжения и для повышения качества электроэнергии необходимо провести полную реконструкцию внешней и внутренней силовой сети: заменить существующие кабельные линии, питающие пекарню; заменить морально устаревшее электрооборудование; спроектировать систему АВР; выбрать более энергоэффективное оборудование для сети освещения и т.д. Немаловажным является и то, что необходимо заново рассчитать нагрузку используемого оборудования, для того чтобы: правильно выбрать установочные провода; рационально распределить нагрузку в силовых щитах и щитах освещения; выбрать коммутационную аппаратуру для защиты электрооборудования и т.д.

1.5 Перспективы развития проектируемого объекта и связанные с этим задачи реконструкции электрооборудования

В здании пекарни используется только первый этаж, для производства хлебобулочных изделий из дрожжевого теста. При прохождении преддипломной практики удалось выяснить, что владелец данной пекарни в перспективе хотел бы организовать на втором этаже кондитерский или макаронный цех.

Для правильного выбора электрооборудования необходимо ознакомиться с технологическим процессом приготовления хлебобулочных изделий рис.1.

После ознакомления с технологическим процессом производства продукции пекарни, было принято решение спроектировать кондитерский цех. Пекарня производит свою продукцию, не используя никаких химических добавок, реализуют свою готовый продукт через магазины города Кировска и микрорайона Кукисвумчорр, поэтому целесообразно и экономически выгодно открыть кондитерский цех, так как основные поставщики кондитерских изделий либо город Апатиты, либо поставщики из области. Если же открыть кондитерский цех в пекарне потребители будут получать не только вкусную продукцию, но и полезную!

Также при проведении реконструкции сети электроснабжения можно значительно сократить затраты на электроэнергию, применив в новой силовой сети энергоэффективные технологии.

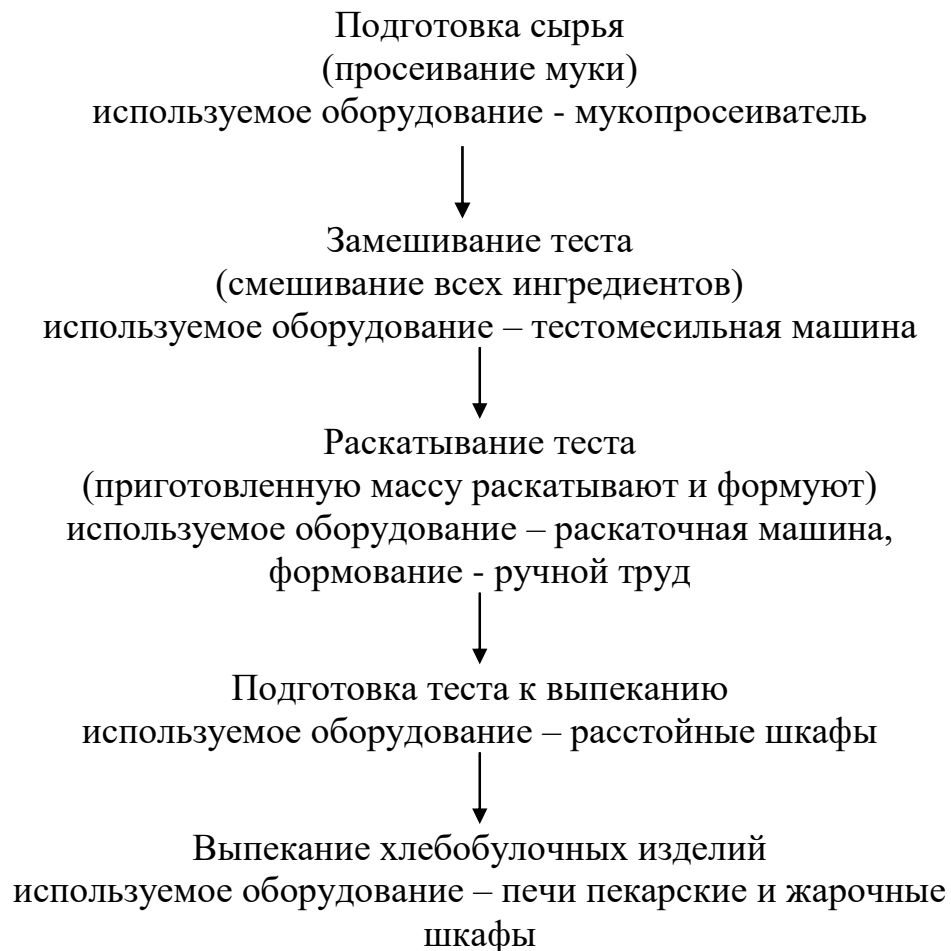


Рисунок 1 – Схема технологического процесса приготовления хлебобулочных изделий

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Энергетическая характеристика приёмников электрической энергии

Здесь указываются все данные работающих потребителей электроэнергии по форме таблицы 2. Для этого необходимо выбрать электродвигатели соответствующего типа и мощности в справочной литературе. Для потребителей общепромышленных установок рекомендуется применить электродвигатели переменного или постоянного тока, асинхронные или синхронные, современных серий, с короткозамкнутым или с фазным ротором.

Пример.

Приемником электрической энергии называется электрическая часть производственной установки, получающая электроэнергию от источника и преобразующая её в механическую, тепловую, химическую, световую энергию, в энергию электростатического и электромагнитного поля.

Для привода всех электроприёмников выбираем соответствующие электродвигатели и указываем их технические данные в таблице 2.

Для заполнения таблицы необходимо произвести расчёт номинальных и пусковых токов. Например:

1) округлитель теста:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном} \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{0,75 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,87 \cdot 0,8} = 5,1 \text{ A}$$

$$I_{пуск} = K_{пуск} \cdot I_{ном} = 7 \cdot 5,1 = 35,1 \text{ A, где:}$$

$P_{ном}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт (2, с. 98-106)

$U_{ном}$ – номинальное напряжение, В

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности

η – коэффициент полезного действия

$K_{пуск}$ – кратность пускового тока по отношению к номинальному

Таблица 2 – Энергетическая характеристика приёмников электрической энергии
хлебопекарни

Наименование оборудования	Тип электродвигателя	Количество оборудования	Наименование цеха	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$P_{\text{нов}}, \text{кВт}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$I_{\text{пуск}}, \text{А}$	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$	η
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Расстойный шкаф	—	3	Цех для выпекания	380	2	9,8	—	0,98	0,2	0,75
Печь ротационная	—	5	Цех для выпекания	380	46,5	76	—	0,98	0,2	0,65
Пекарская печь	—	6	Цех для выпекания	380	26,5	43,3	—	0,98	0,2	0,65
Округлитель теста	4A71A2У3	1	Цех для выпекания	220	0,75	5,1	35,7	0,87	0,57	0,8
Тестораскаточная машина	4A80В	2	Цех для выпекания	220	1,5	20,9	143	0,8	0,75	0,8
Тестомес	4A80В	4	Цех для замеса теста	220	2,2	28	196	0,87	0,57	0,75

Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мукопросеиватель	4АА56	2	Цех для замеса теста	380	0,25	0,78	1,75	0,7	1,0	0,9
Упаковочная машина	4АА63	2	Подсобное помещение	220	0,55	6,0	42	0,59	1,2	0,9
Холодильная установка	—	2	Склад, подсобное помещение	220	0,55	4,5	—	0,65	1,3	0,8
Витрина	—	2	Помещение магазина	220	0,71	6,9	—	0,98	0,2	0,8
Вентиляционная установка приточно-вытяжная	4А80А	2	Вентиляционная камера	220	1,5	10,5	73,5	0,8	0,75	0,85
Аппарат для приготовления пончиков	—	1	Кондитерский цех	220	5,5	31,6	—	0,91	0,45	0,9
Освещение	—	—		220	4,42	—	—	0,98	0,2	0,9

2.2 Выбор категории надёжности электроснабжения

В соответствии с требованиями ПУЭ все потребители электроэнергии относятся к 1-ой, 2-ой или 3-й категории надёжности электроснабжения. Выбор категории влияет на стоимость монтажа и эксплуатации, надёжность схемы, на количество подстанций, питающих фидеров (линий) и трансформаторов.

Необходимо определить категорию всех потребителей и проектируемого объекта в целом, а также обосновать выбор категории.

Пример.

Электроприёмники I категории – это электроприёмники, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушения функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Электроприёмники II категории – это электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому невыпуску продукции, массовым простоям рабочих мест, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприёмники III категории – все остальные электроприёмники, не подходящие под определения I и II категории.

Хлебопекарня относится к первой категории по надёжности электроснабжения, так как перерыв в работе приведет к нарушению сложного технологического процесса, следствием этого будет являться массовый брак продукции, повреждение основного оборудования.

Электроприёмники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их

электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления.

2.3 Выбор рода тока и уровня питающего напряжения

Род тока и величина напряжения выбираются в соответствии с паспортными данными работающего оборудования и с учётом экономических показателей и потерь электроэнергии. Так, например, при применении напряжения 660 В вместо 380 В ток нагрузки уменьшается в $\sqrt{3}$ раз, то есть соответственно можно уменьшить сечение жил проводов и кабелей и потери на нагрев. Однако в этом случае потребуются установка дополнительных трансформаторов 660/380-220 В для питания осветительной сети, бытовых электроприборов и компьютерной сети.

Далее следует обосновать выбор рода тока и величины напряжения на всех ступенях, в том числе для освещения. Обосновать – значит указать, по какой причине выбрано то или иное значение величины напряжения.

Пример для хлебопекарни.

Так как оборудование хлебопекарни, участвующее в технологическом процессе, оборудовано двигателями переменного тока (асинхронные двигатели), то выбираем род тока – переменный.

Применяем напряжение 380В. Данное напряжение позволяет объединить питание силовой и осветительной нагрузки. Для электроосвещения применяем напряжение 220В.

2.4. Распределение мощности по силовым щитам и расстановка электроприемников

Для выполнения данного раздела необходимо составить планы цехов. На плане каждого цеха нужно расставить все электроприемники, ТП (трансформаторные подстанции), РП (распределительные пункты) и указать, как проходят питающие линии от ТП до РП и от РП до каждого электроприёмника. Планы выполняются в масштабе, удобном для понимания

взаимосвязи между элементами оборудования и облегчения анализа работы схемы электроснабжения. После этого выполняется таблица с указанием всех длин кабельных и воздушных линий. Длина линий потребуется в расчётах по выбору сечений и типов питающих кабелей или проводов воздушных ЛЭП+; длину следует принимать с учётом провисаний и изгибов (+ 10-15 %).

На рисунке показаны все электроприёмники цеха, распределительные пункты (РП), трансформаторные подстанции (ТП), а также расстояния между вертикальными опорными колоннами и размеры здания.

Расстановку электроприёмников на плане объекта следует выполнять в следующем порядке:

1. Располагаем технологическое оборудование цеха в соответствии с технологическим процессом цеха;
2. Производим привязку оборудования к осям или стенам здания;
3. Выбираем место расположения ТП (ближе к мощным электроприёмникам);
4. Выбираем место расположения РП и ЩО (щитов освещения);
5. Прокладываем кабели от ТП до РП, учитывая способ прокладки (в каналах, по стенам, по потолку, в трубах или шинопроводы);
6. Прокладываем кабели от РП до всех приёмников;
7. Определяем расстояние и длину одиночных (от РП до каждого отдельного электроприёмника), групповых (от ТП до каждого РП) и магистральных (от трансформатора до секции шин РУНН) кабелей с учётом изгибов и провисаний (+10-15 % от длины кабеля).

Пример для хлебопекарни.

2.4.1 Распределение мощности по силовым щитам

Таблица 3 – Распределение мощности в ЩС-1

Наименование помещения	Электрооборудование	Кол-во, шт.	Мощность, кВт	Напряжение, В	Фаза	Общая мощность фазы, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Цех для выпекания	пекарская печь	1	26,5	380	А	
	округлитель теста	1	0,71	220		
	ротационная печь	1	46,5	380		
Цех для замеса теста	мукопросеиватель	1	0,25	380		
	тестомесы	2	4,4	220		
Магазин	витрины	2	1,41	220		
Цех для выпекания	пекарская печь	1	26,5	380	В	79,5
	ротационная печь	1	46,5	380		
	тестораскаточная машина	2	3	220		
	расстойный шкаф	1	2	220		
Вентиляторная	вентиляционная установка	1	1,5	220		

Продолжение таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7
Цех для выпекания	пекарская печь	1	26,5	380		
	ротационная печь	1	46,5	380		
	расстойный шкаф	2	6	220		
Склад	холодильная установка	1	0,61	220		
Кондитерский цех	Аппарат для выпекания пончиков	1	5,5	220		
Подсобное помещение	ХОЛОДИЛЬНИК	1	0,55	220	С	79,61
ОБЩАЯ МОЩНОСТЬ ЩС - 1						238,88

Таблица 4 – Распределение в ЩС – 2

Наименование помещения	Электрооборудование	Кол-во, шт	Мощность, кВт	Напряжение, В	Фаза	Общая мощность фазы, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Цех для выпекания	ротационная печь	1	46,5	380		
	пекарская печь	1	26,5	380		

Продолжение таблицы 4.

1	2	3	4	5	6	7
Кондитерский цех	аппарат для приготовления пончиков	1	5,5	220	А	78,5
Цех для выпекания	Пекарская печь	1	26,5	380	В	80,25
	Ротационная печь	1	46,5	380		
	мукопросеиватель	1	0,25	380		
Цех для замеса теста	тестомесы	2	4,4	380		
	Упаковочные машины	2	1,1	220		
Вентиляционная камера	Вентилятор	1	1,5	220		
Цех для выпекания	Ротационная печь	1	46,5	380	С	73,6
	Пекарская печь	1	26,5	380		
Подсобное помещение	холодильник	1	0,61	220		
ОБЩАЯ МОЩНОСТЬ ШС - 2						232,05

2.4.2 Расстановка электроприёмников на плане первого и второго этажей

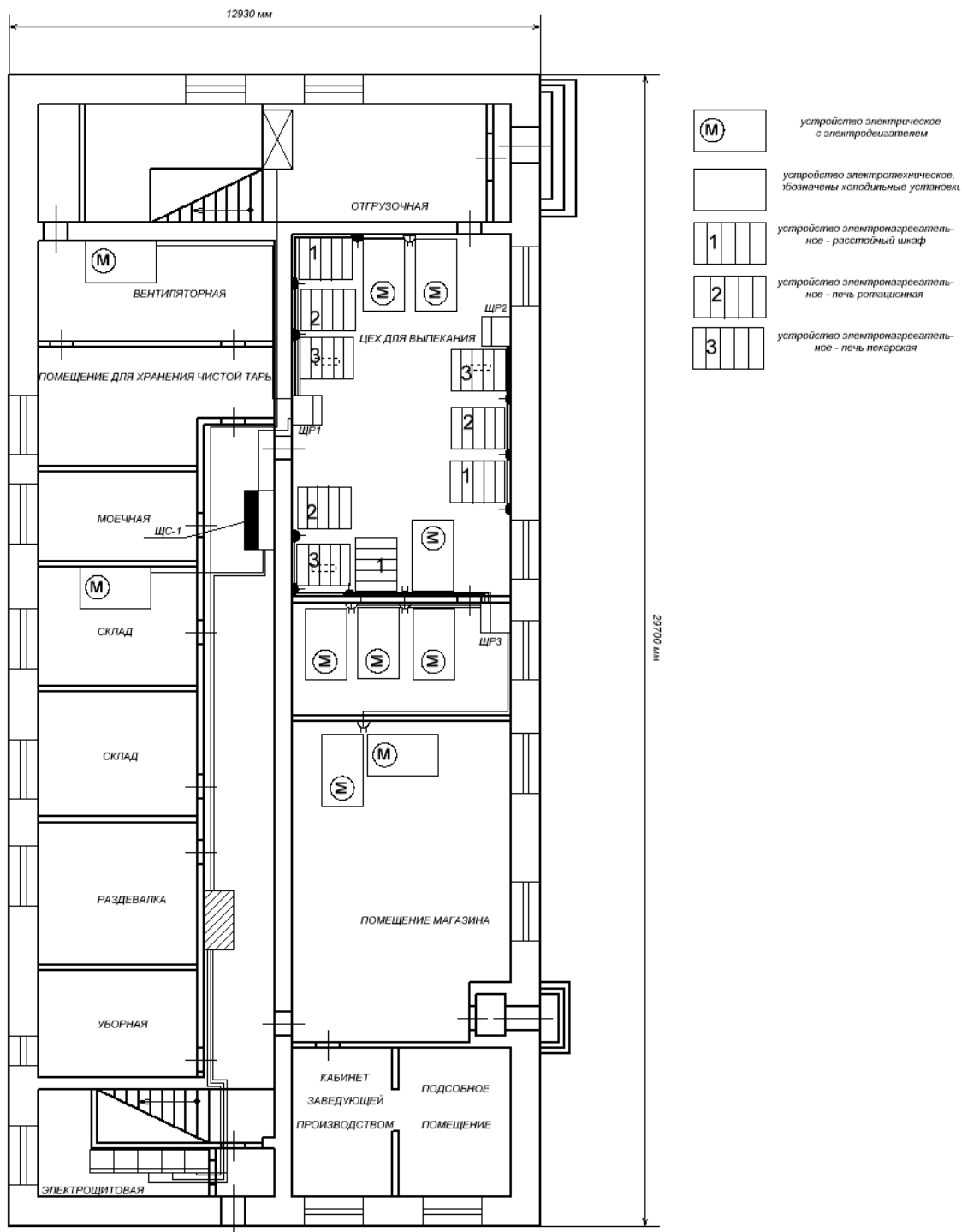


Рисунок 2 – Расстановка электроприемников первого этажа

2.5 Разработка схемы внешнего и внутреннего электроснабжения

Здесь определяется количество подстанций – ТП или КТП, количество питающих линий от ГПП или ЦРП до цеховых ТП (или КТП). Выбирается тип схемы – радиальная, магистральная или комбинированная. Принимается решение о количестве трансформаторов в каждой цеховой ТП. Для повышения надёжности электроснабжения можно принять комбинированную схему, однако она имеет большую стоимость. Для уменьшения потерь напряжения при большой мощности электроприёмников применяется схема глубокого ввода высокого напряжения 35 кВ, поэтому в цехах могут быть установлены соответствующие силовые трансформаторы.

Количество питающих линий от ГПП до ТП зависит от категории надёжности электроснабжения – для потребителей 1-ой и 2-ой категории необходимы линии резервного питания. На рисунке показана примерная схема электроснабжения с указанием источников питания (трансформаторов), автоматических выключателей, распределительных пунктов (РП), шинопроводов, щитов освещения, а также мест и способов прокладки кабельных линий.

После разработки схемы следует дать её описание по следующему плану:

1. Указать, в соответствии с какой категорией надёжности электроприёмники проектируемого объекта получают питание
2. Пояснить, какие требования ПУЭ предъявляются к схемам электроснабжения объектов указанной категории надёжности и как эти требования реализованы на разработанной схеме
3. Пояснить, чем конструктивно представлены на разработанной схеме питающие и распределительные сети проектируемого объекта
4. Указать, сколько РП и ШРА имеется в схеме, как осуществляется их электроснабжение, обосновать выбор ШРА (если имеется)
5. Пояснить, чем конструктивно представлены осветительные сети и как осуществляется их электроснабжение (шинопровод осветительный, щит освещения, РУ осветительной сети и т.д.); если для питания сети освещения необходимы осветительные трансформаторы, то следует обосновать причину их установки.

Пример для хлебопекарни.

Электроснабжение хлебопекарни осуществляется от городской районной подстанции №5, со второй секции шин, по двум кабельным линиям, проложенным в земле (траншее). К зданию пекарни пристроено КТП, с двумя масляными трансформаторами. Так как потребитель первой категории в электрощитовой пекарни между первой и второй секцией шин необходимо установить АВР. Пример схемы внешнего электроснабжения хлебопекарни приведен на рис.4. Схема внутреннего электроснабжения приведена на рис.5.

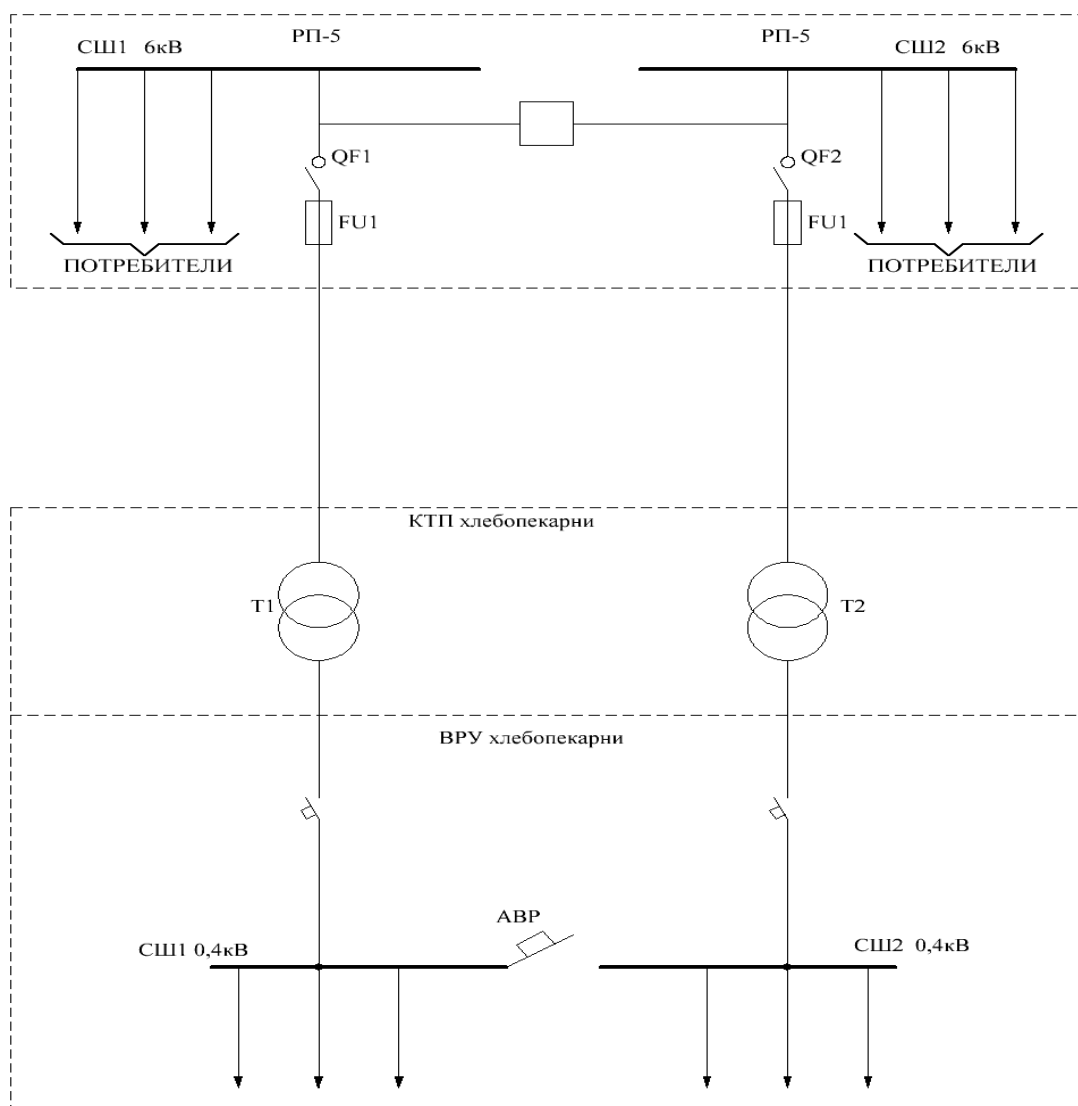


Рисунок 4 – Схема внешнего электроснабжения хлебопекарни

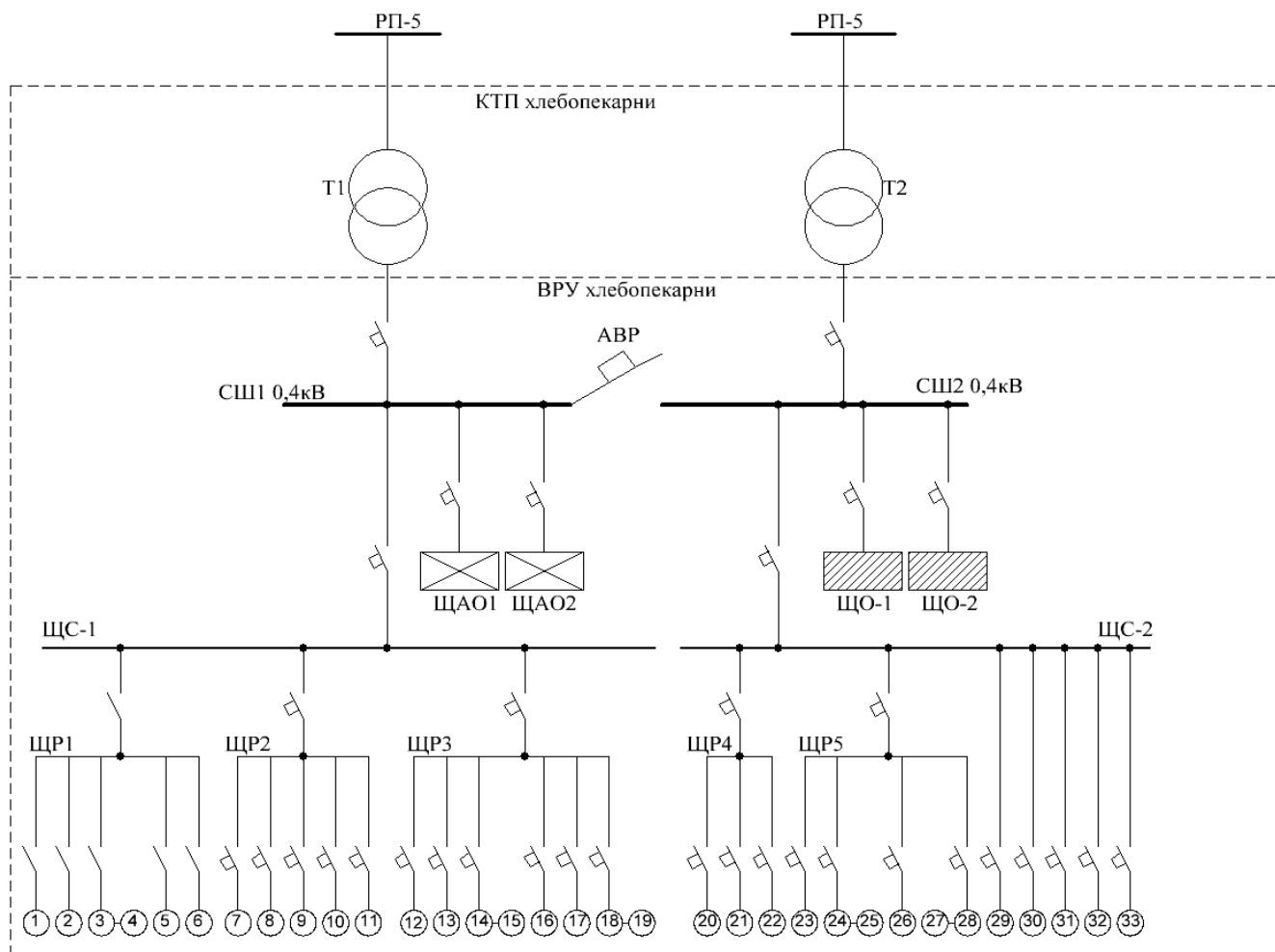


Рисунок 5 – Схема внутреннего электроснабжения хлебопекарни

2.6 Расчёт электрических нагрузок

2.6.1 Расчет освещения

Расчет производим методом коэффициента использования светового потока. Для расчета сети освещения применяем светодиодные светильники.

Светодиод – это полупроводниковый прибор, основанный на *p-n* переходе и предназначенный для излучения света в видимом диапазоне. Выпускаемые промышленностью светодиоды состоят из кристалла полупроводника, заключенного в линзу из полимерного материала (например, эпоксидной смолы).

К основным достоинствам светодиодов относят их долговечность и высокую надежность. Срок службы составляет 100 тысяч часов.

По достигнутым значениям световой отдачи светодиоды давно обогнали лампы накаливания и вплотную приблизились к люминесцентным лампам.

К основным достоинствам светодиодов относится их длительный срок службы, поэтому они не нуждаются в частой замене. Кроме того, они очень компактны, при низком напряжении и очень небольших токах создают высокий уровень освещенности, имеют большую ударную прочность, не дают ни инфракрасного, ни ультрафиолетового излучения.

Для сети освещения применим некоторые серии светодиодных светильников, их характеристики приведены в табл.5.

Таблица 5 – Технические характеристики светодиодных светильников

Серия	Количество светодиодов	Общий световой поток, лм	Потребляемая мощность, Вт	Степень защиты светодиодного модуля	Габаритные размеры (А×В×С)
1	2	3	4	5	6
«L INDUSTRY» 48/5800/60	48	5800	60	IP67	79x1064x100
«L INDUSTRY» 48/5376/60	48	5376	60	IP67	79x1064x100
«L INDUSTRY» 36/4390/45	36	4390	45	IP67	79x1064x100
«L INDUSTRY» 36/4032/45	36	4032	45	IP67	79x1064x100

Продолжение таблицы 5.

1	2	3	4	5	6
NLT LED OFFICE B	Информация отсутствует	2800	42	IP20	62x1170x138
Светильник для складов	80	5418	60	IP40	Длина 450мм, диаметр 325мм

Рассчитываем необходимое количество светильников для помещения магазина.

1. Определяем требуемую норму освещенности (E , лк) по СНиП 23-05-95 приложение И.

$$E_{min} = 300 \text{лк}$$

2. Выбираем светильник типа NLT LED OFFICE B, коэффициент полезного действия светильника 70%, тип КСС-Г1.

3. Рассчитываем расчетную высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_c - h_p, \text{ где}$$

H – высота помещения, м;

h_c – высота по размерам светильника, м;

h_p – высота рабочей поверхности, м.

$$h = 3 - 0,2 - 0,8 = 2 \text{ м.}$$

4. Определяем индекс помещения

$$i = \frac{S}{h(A+B)}, \text{ где}$$

S – площадь помещения, м²;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м;

A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м.

$$i = \frac{44,7}{2(8,37+5,6)} \approx 1,7$$

5. По таблице определяем коэффициенты пола, потолка и стен.

$\rho_{пот.} = 70\%$ - побеленный потолок;

$\rho_{ст.} = 30\%$ - стены оклеенные светлыми обоями;

$\rho_p = 10\%$ - коэффициент отражения рабочей поверхности, принимается 10%.

По таблице находи коэффициент использования светового потока осветительной установки(η).

$\eta_{ном.} = 73\%$

тогда, $\eta_{св.ном.} = \eta_{ном.} \cdot \eta_{св.} = 0,7 \cdot 0,73 = 0,511$

6. Рассчитываем суммарный световой поток от всех светильников необходимых для создания необходимой освещенности:

$$\Phi = \frac{E_{min} \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\eta_{св.ном.}}, \text{ где}$$

Φ – суммарный световой поток, лм;

K_3 – коэффициент запаса, обеспечивающий необходимый уровень освещенности в течении всего времени эксплуатации ($K_3 = 1,3$);

Z – коэффициент неравномерности для светодиодных светильников ($Z \approx 1,1$).

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,6 \cdot 44,7 \cdot 1,1}{0,511} = 48150,3 \text{ лм}$$

7. По таблице с техническими характеристиками, находим общий световой поток ($\Phi_{св.}$) нашего светодиодного светильника, он равен 2800лм.

8. Определяем количество светильников:

$$N = \frac{\Phi}{\Phi_l}$$

, где N – количество светильников, шт.

$$N = \frac{48150,3}{2800} = 17,2 \approx 18 \text{ штук}$$

9. Рассчитывает мощность всех светильников:

$P_{общ.} = P_l \cdot N$, где

$P_{общ.}$ – общая мощность всех светильников, кВт;

P_l – мощность одного светильника, Вт.

$$P_{\text{общ.}} = 42 \cdot 18 = 756 \text{Вт} = 0,756 \text{кВт}$$

Далее расчет производится аналогично, поэтому полученные данные заносим в таблицу.

Таблица 6 – Данные расчета освещения

Помещение	Норма освещенности, лк	Площадь помещения, м ²	Серия светильника, световой поток светильника, лм	Количество светильников, шт.	Мощность светильника, Вт	Общая мощность, кВт
1	2	3	4	5	6	7
1 этаж						
Магазин	300	44,7	NLT LED OFFICE B, 2800	18	42	0,756
Кабинет заведующей производством	200	10	NLT LED OFFICE B, 2800	3	42	0,126
Раздевалка	50	14,8	NLT LED OFFICE B, 2800	1	42	0,042
Уборная	75	11	NLT LED OFFICE B, 2800	2	42	0,084
Цех для выпекания	200	55,1	«L INDUSTRY» 5800	6	60	0,396
Цех для замеса теста	200	16,8	«L INDUSTRY» 5800	2	60	0,12

Продолжение таблицы 6.

1	2	3	4	5	6	7
Отгрузочная	50	10	«L INDUSTRY» 5800	1	60	0,06
Вентиляционная	200	15	«L INDUSTRY» 4032	4	45	0,135
Помещение для хранения чистой тары	200	15,4	«L INDUSTRY» 5800	3	60	0,18
Подсобное помещение	50	2,9	Лампа накаливания	1	40	0,04
Склад 1	75	12,5	Светильник, 5418	1	60	0,06
Склад 2	75	13	Светильник для складов, 5418	1	60	0,06
Моечная	200	12,4	«L INDUSTRY» 5800	2	60	0,12
Электрощитовая и помещение КТП	75	9,28	«L INDUSTRY» 5800	2	60	0,12
Коридор	50	36	«L INDUSTRY» 4032	3	45	0,135

Продолжение таблицы 6.

2 этаж						
1	2	3	4	5	6	7
Склад 1	75	15,7	Светильник для складов, 5418	1	60	0,06
Склад 2	75	15,8	Светильник для складов, 5418	1	60	0,06
Подсобное помещение	75	20,2	NLT LED OFFICE B, 2800	2	42	0,084
Цех для замеса и подготовки теста	200	69,7	«L INDUSTRY» 5800	8	60	0,48
Моечная	200	12,4	«L INDUSTRY» 5800	2	60	0,12
Помещение для упаковки продукции	200	10	NLT LED OFFICE B, 2800	4	42	0,168
Малый коридор	50	19,3	«L INDUSTRY» 4032	1	42	0,042
Вентиляционная	200	13,9	«L INDUSTRY» 4032	3	42	0,135
Кондитерский цех	200	26,9	«L INDUSTRY» 4032	5	45	0,225

Продолжение таблицы 6.

1	2	3	4	5	6	7
Цех для выпекания	200	40,6	«L INDUSTRY» 5800	5	60	0,3
Уборная			NLT LED OFFICE B, 2800	2	42	0,084
Главный коридор	50	19,3	«L INDUSTRY» 4032	3	75	8,34
Лестницы (левая, правая)	100	30	NLT LED OFFICE B, 2800	4	42	0,168

2.6.2 Распределение мощности по осветительным щитам

Таблица 7 – Распределение мощности ЩО-1 (1 этаж)

Наименование	Количество	Мощность, кВт	Напряжение, В	Фаза	Общая мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
Электрощитовая	2	0,12	220	А	0,843
Уборная, раздевалка	3	0,126	220		
Склад 1,2	2	0,12	220		
Моечная	2	0,12	220		
Помещение для хранения чистой тары	3	0,18	220		
Вентиляционная камера, подсобное помещение	4	0,177	220		

Продолжение таблицы 7.

1	2	3	4	5	6
Кабинет зав. производством	3	0,126	220	В	0,837
Цех для замеса теста	2	0,12	220		
Цех для выпекания	6	0,396	220		
Коридор, отгрузочная	4	0,195	220		
Подсобное помещение	1	0,06	220	С	0,816
Помещение магазина	18	0,756	220		
ОБЩАЯ МОЩНОСТЬ ЩО - 1					2,496

Таблица 8 – Распределение мощности ЩО-2 (2 этаж).

Наименование	Количество	Мощность, кВт	Напряжение, В	Фаза	Общая мощность, кВт
1	2	3	4	5	6
Уборная, левая лестница	4	0,168	220	А	0,717
Склад 1,2	2	0,12	220		
Подсобное помещение, главный коридор	5	0,219	220		
Помещение для упаковки продукции, подсобное помещение	5	0,121	220		
Цех для выпекания	5	0,3	220	В	0,705
Кондитерский цех	5	0,225	220		
Вентиляционная, малый коридор	4	0,18	220		

Продолжение таблицы 8.

1	2	3	4	5	6
Цех для замеса теста	8	0,48	220	С	0,684
Моечная, правая лестница	4	0,204	220		
ОБЩАЯ МОЩНОСТЬ ЩО - 2					2,106

2.7 Расчёт мощности и выбор трансформаторов

Расчёт мощности и выбор трансформаторов можно производить методом коэффициента использования по методике, изложенной ниже.

1. Рассчитать активную мощность $P_{расч.}$ каждого электроприёмника, используя одну из следующих формул:

- Для электроприёмников, работающих в длительном режиме:

$$P_{расч.} = P_{ном} \times K_u \times n, \text{ где } n - \text{ количество электроприёмников}$$

- Для электроприёмников, работающих в повторно-кратковременном режиме:

$$P_{расч.} = P_{ном} \times \sqrt{ПВ} \times n, \text{ где } ПВ - \text{ продолжительность включения, о.е.}$$

- Для электроприёмников, работающих в длительном режиме, мощность которых задана полной мощностью:

$$P_{расч.} = S_{ном} \times \cos \varphi \times n$$

- Для электроприёмников, работающих в ПКР, мощность которых задана полной мощностью:

$$P_{расч.} = S_{ном} \times \sqrt{ПВ} \times \cos \varphi \times n$$

2. Рассчитать реактивную мощность $Q_{расч.}$ каждого электроприёмника по формуле:

$$Q_{расч.} = P_{расч.} \times \operatorname{tg} \varphi$$

3. Сложить активные мощности всех электроприёмников.

4. Сложить реактивные мощности всех электроприёмников.

5. Рассчитать полную мощность всех электроприёмников по формуле:

$$S_{расч} = \sqrt{\Sigma P_{расч}^2 + \Sigma Q_{расч}^2}$$

6. Выбрать количество, тип и мощность трансформатора, расшифровать его марку.

7. Проверить коэффициент загрузки трансформатора в нормальном и аварийном режимах:

$$\beta_{ав.} = S_{расч} \text{ 1 и 2 кат.} / S_{ном. трансф.}; \beta_{норм.} = S_{расч} / 2 S_{ном. трансф}$$

Пример

Пример расчёта приведён для абстрактного объекта, не рассматриваемого в данном методическом пособии.

Рассчитываем мощность и выбираем трансформаторы для ТП. Напряжение сети внешнего электроснабжения 10 кВ, напряжение электроприёмников цеха 0,4 кВ.

Таблица 9 – Исходные данные для расчёта

Оборудование	Количество	Категория надёжности	K_u	$\operatorname{tg} \varphi$	$P_{\text{ном}}$, кВт ($S_{\text{ном}}$, кВА)	ПВ, %
1	2	3	4	5	6	7
вентилятор	3	1	0,9	0,62	18,5 кВт	ДР
печка	2	1	0,75	0,25	75 кВА	ДР
Щит освещения	1	1	1	0,9	15 кВт	ДР
Сварочный трансформатор	2	3	0,6	0,75	30 кВА	60

Решение:

1. Расчётная активная мощность электроприёмников:

1.1 для вентилятора: $P_{\text{расч.1}} = P_{\text{ном}} \times K_u \times n = 18,5 \times 0,9 \times 3 = 50 \text{ кВт}$

1.2 для печки: $P_{\text{расч.2}} = S_{\text{ном}} \times \cos \varphi \times n = 75 \times 0,97 \times 2 = 145,5 \text{ кВт}$

1.3 для щита освещения: $P_{\text{расч.3}} = P_{\text{ном}} \times K_u \times n = 15 \times 1 \times 1 = 15 \text{ кВт}$

1.4 для сварочного трансформатора: $P_{\text{расч.4}} = S_{\text{ном}} \times \sqrt{\text{ПВ}} \times \cos \varphi \times n = 30 \times \sqrt{0,6} \times 0,8 \times 2 = 37,5 \text{ кВт}$

2. Расчётная реактивная мощность электроприёмников:

2.1 для вентилятора: $Q_{\text{расч.1}} = P_{\text{расч.1}} \times \operatorname{tg} \varphi = 50 \times 0,62 = 31 \text{ квар}$

2.2 для печки: $Q_{\text{расч.2}} = P_{\text{расч.2}} \times \operatorname{tg} \varphi = 145,5 \times 0,25 = 36,5 \text{ квар}$

2.3 для щита освещения: $Q_{\text{расч.3}} = P_{\text{расч.3}} \times \operatorname{tg} \varphi = 15 \times 0,9 = 13,5 \text{ квар}$

2.4 для сварочного трансформатора: $Q_{\text{расч.4}} = P_{\text{расч.4}} \times \operatorname{tg} \varphi = 37,5 \times 0,75 = 28 \text{ квар}$

3. Суммарная активная мощность всех электроприёмников:

$$\Sigma P_{\text{расч}} = P_{\text{расч.1}} + P_{\text{расч.2}} + P_{\text{расч.3}} + P_{\text{расч.4}} = 50 + 145,5 + 15 + 37,5 = 248 \text{ кВт}$$

4. Суммарная реактивная мощность всех электроприёмников:

$$\Sigma Q_{\text{расч}} = Q_{\text{расч.1}} + Q_{\text{расч.2}} + Q_{\text{расч.3}} + Q_{\text{расч.4}} = 31 + 36,5 + 13,5 + 28 = 109 \text{ квар}$$

5. Полная расчётная мощность всех электроприёмников:

$$S_{расч} = \sqrt{\Sigma P_{расч}^2 + \Sigma Q_{расч}^2} = \sqrt{248^2 + 109^2} = \sqrt{73385} = 271 \text{ кВА}$$

6. Полная расчётная мощность электроприёмников 1-й и 2-й категории:

$$S_{расч\ 1\ и\ 2\ кат} = \sqrt{\Sigma P_{расч\ 1\ и\ 2\ кат}^2 + \Sigma Q_{расч\ 1\ и\ 2\ кат}^2} = \sqrt{(50 + 145,5 + 15)^2 + (31 + 36,5 + 13,5)^2} = \sqrt{50871,25} = 225,5 \text{ кВА}$$

7. Так как в цехе имеются электроприёмники 1 категории, то выбираем два трансформатора с номинальной мощностью, величина которой является ближайшей большей к расчётной мощности электроприёмников 1-й и 2-й категорий. Подходят трансформаторы типа ТМ-250/10/0,4, где Т – трёхфазный, М – масляный, 250 – номинальная мощность трансформатора, кВА; 10 – напряжение обмотки высшего напряжения (первичной), кВ; 0,4 – напряжение обмотки низшего напряжения (вторичной), кВ.

8. Коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном и аварийном режимах:

$$\beta_{ав.} = S_{расч\ 1\ и\ 2\ кат} / S_{ном. трансф} = 225,5 / 250 = 0,9$$

$$\beta_{норм.} = S_{расч} / 2 S_{ном. трансф} = 271 / 2 \times 250 = 0,54$$

В нормальном режиме трансформаторы работают с недогрузкой, поэтому есть возможность подключения электроприёмников 3-й категории.

ПУЭ предъявляют к величине коэффициента загрузки следующие требования:

- Для потребителей 1-ой категории – $\beta_{ав.} = 0,8-0,9$; $\beta_{норм.} = 0,65-0,7$
- Для потребителей 2-ой категории – $\beta_{ав.} = 0,8-0,9$; $\beta_{норм.} = 0,7-0,8$
- Для потребителей 3-й категории – $\beta_{норм.} \leq 0,95$.

$$I_{ном1} = \frac{1,1 \times S_{ном}}{\sqrt{3} \times U_{ном1}} = \frac{1,1 \times 250}{\sqrt{3} \times 10} = 16 \text{ А}$$

$$I_{ном2} = \frac{1,1 \times S_{ном}}{\sqrt{3} \times U_{ном2}} = \frac{1,1 \times 250}{\sqrt{3} \times 0,4} = 397 \text{ А}$$

$$\cos \varphi = \frac{\sum P_{расч}}{\sum S_{расч}} = \frac{248}{271} = 0,915$$

Составляем таблицу с данными трансформатора по форме таблицы 10.

Таблица 10 – Технические данные трансформатора

Тип трансформатора	U ₁ , кВ	U ₂ , кВ	I _{ном1} , А	I _{ном2} , А	Потери, кВт		U _{к.з.} , %	cos φ	β
					P _{х.х.}	P _{к.з.}			
ТМ-250/10	10	0,4	16	397	0,94	3,70	4,5	0,915	0,54

Пример для хлебопекарни.

Для выбора типа и количества трансформаторов, нам необходимо произвести следующие расчеты:

1. Рассчитываем активную мощность основного оборудования:

$$P_p = n \cdot P_{ном} \cdot K_c, \text{ где}$$

n – количество однотипных электроприемников;

K_c – коэффициент спроса конкретной характерной группы электроприемников, принимается по справочным материалам;

P_{ном} – номинальная мощность электроприемников.

Расстойный шкаф:

$$P_p = 3 \cdot 0,75 \cdot 2 = 4,32 \text{ кВт}$$

Далее расчет производим аналогично, поэтому полученные результаты заносим в таблицу

Таблица 11 – Данные расчета активной мощности электроприемников

Электроприемник	P _{ном} , кВт	Количество электроприемников	K _c	P _p , кВт
1	2	3	4	5
Расстойный шкаф	2	3	0,75	4,32
Ротационная печь	46,5	6	0,75	209,25
Пекарская печь	26,5	6	0,65	103,35

Продолжение таблицы 11.

1	2	3	4	5
Округлитель теста	0,75	1	0,9	0,68
Тестораскаточная машина	1,5	2	0,75	2,25
Тестомес	2,2	4	0,75	6,60
Мукопросеиватель	0,25	2	0,9	0,45
Упаковочные машины	0,55	2	0,9	0,99
Холодильник	0,61	2	0,8	0,98
Витрина	0,71	2	0,8	1,14
Вентиляционная установка	1,5	2	0,85	2,55
Освещение	4,419	-	0,9	3,98
Аппарат для приготовления пончиков	5,5	1	0,91	5,01
Суммарная активная мощность ΣP_p				341,53

2. Рассчитываем реактивную мощность приемников

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

P_p – расчетная реактивная мощность электроприемника (из таблицы), кВт ;

$\operatorname{tg}\varphi$ – соответствует $\cos\varphi$, определяемому по справочнику.

Например, расстойный шкаф:

$$Q_p = 4,32 \cdot 0,2 = 0,864 \text{ кВар}$$

Далее расчет производим аналогично, поэтому полученные результаты заносим в таблицу 12.

Таблица 12 – Данные расчета реактивной мощности электроприемников

Электроприемник	P_p , кВт	$tg\varphi$	Q_p , кВт
1	2	3	4
Расстойный шкаф	4,32	0,2	0,86
Ротационная печь	209,25	0,2	41,85
Пекарская печь	103,35	0,2	20,67
Округлитель теста	0,675	0,57	0,38
Тестораскаточная машина	2,25	0,75	1,69
Тестомес	6,6	0,57	3,76
Мукопросеиватель	0,45	1	0,45
Упаковочные машины	0,99	1,2	1,19
Холодильник	0,976	1,2	1,17
Витрина	1,136	0,2	0,23
Вентиляционная установка	2,55	0,75	1,91
Освещение	3,9771	0,43	1,71
Аппарат для приготовления пончиков	5,005	0,45	2,25
Суммарная активная мощность ΣQ_p			78,13

3. Рассчитываем полную мощность электроприемников:

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

S_p – полная расчетная мощность электроприемников, кВ·А;

$$S_p = \sqrt{341,53_p^2 + 78,13_p^2} = \sqrt{116642,74 + 6104,3} = 350,35 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Выбираем трансформатор для КПП хлебопекарни ТМ 400/6/0,4 (трансформатор масляный, мощностью 40 кВ·А, напряжение первичной обмотки 6 кВ, вторичной – 0,4кВ), в количестве двух штук, так как потребитель первой

категории надежности электроснабжения. Паспортные данные трансформатора заносим в таблицу.

Таблица 13 – Паспортные данные трансформатора

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВ·А	Сочетание напряжений		Потери, кВт		Напряжение к.з., %	Ток х.х., %
		ВН	НН	х.х.	к.з.		
ТМ 400/6/0,4	400	6	0,4	0,95	5,5	4,5	2,1

1. Рассчитываем коэффициент загрузки в нормальном режиме:

$$\beta_{Н} = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} = \frac{350,35}{2 \cdot 400} = 0,42$$

$\beta_{Н} = 0,42$ – соответствует требованиям ПУЭ, коэффициент загрузки в нормальном режиме для потребителей первой категории должен быть не более $0,65 \div 0,7$

2. Рассчитываем коэффициент загрузки в аварийном режиме, т.е. работают потребители только первой и второй категории от одного трансформатора, второй – вышел из строя:

$$P_{1кат.} = 337,55 \text{ кВт}; Q_{1кат.} = 76,42 \text{ кВар}; S_{1кат.} = 346,1 \text{ кВ·А}$$

$$\beta_{Н} = \frac{S_{P_{1кат.}}}{S_H} = \frac{346,1}{400} = 0,87$$

$\beta_{Н} = 0,87$ – соответствует требованиям ПУЭ, коэффициент загрузки в аварийном режиме для потребителей всех категорий должен быть не более $0,85 \div 0,9$.

2.7 Компенсация реактивной мощности

Если коэффициент мощности не соответствует норме, то требуется произвести компенсацию реактивной мощности в соответствии с принятой методикой. Производится расчёт компенсирующего устройства и составляется схема его подключения.

ПУЭ рекомендует величину коэффициента мощности $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,95 \div 0,97$, а $\text{tg} \varphi_{\text{ном}} = 0,25 \div 0,28$.

Пример

Выбираем компенсирующее устройство для трансформатора ТМН-6300/110/6.

$$\Sigma P_p = 3184,36 \text{ кВт}$$

$$\Sigma Q_p = 2421,6 \text{ кВар}$$

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S_{\text{расч}}} = \frac{3184,36}{4000,5} = 0,795$$

$$\text{tg} \varphi = 0,76$$

Производим расчеты компенсирующего устройства, подключенного к шинам напряжением 6кВ.

Определяем расчетную реактивную мощность:

$$Q_p = P_p * \text{tg} \varphi = 3184,36 * 0,76 = 2420 \text{ кВар}$$

Определяем необходимую мощность конденсаторной установки:

$$Q_k = P_p * (\text{tg} \varphi - \text{tg} \varphi_{\text{ном}}) = 3184,36 * (0,76 - 0,25) = 1624 \text{ кВар}$$

Выбираем конденсаторную установку типа КМ-6,3-13

$$U = 6000 \text{ В}, \quad Q_1 = 13 \text{ кВар}, \quad C_k = 1,04 \text{ мкФ}$$

Принимаем соединение конденсаторов в треугольник и определяем ёмкость на одну фазу:

$$C_\phi = \frac{Q_k * 10^3}{3U^2 * 2\pi * f} = \frac{1624000}{3 * 6^2 * 2 * 3,14 * 50} = 47,88 \text{ мкФ}$$

Определяем количество конденсаторов на фазу:

$$n = \frac{C_\phi}{C_k} = \frac{47,88}{1,04} = 47 \text{ шт}$$

Определяем общее число конденсаторов в конденсаторной батарее:

$$m = 3 * n = 3 * 47 = 141 \text{ шт}$$

Определяем фактическую мощность конденсаторной установки:

$$Q_{к \text{ факт}} = m * Q_1 = 141 * 13 = 1833 \text{ кВар}$$

$$Q_{к \text{ факт}} > Q_{к} (1833 > 1624)$$

Имеется резерв реактивной мощности позволяющий поддерживать требуемую величину $\cos \varphi$ с некоторым запасом.

Определяем фактический $\text{tg} \varphi$:

$$\text{tg} \varphi = \frac{Q_p - Q_{к \text{ факт}}}{P_p} = \frac{2420 - 1833}{3184} = 0,18$$

Значение $\text{tg} \varphi = 0,18$ соответствует значению $\cos \varphi = 0,98$. Это значит, что требования ПУЭ выполняются т.к. $0,98 > 0,97$.

Составляем схему

подключения:

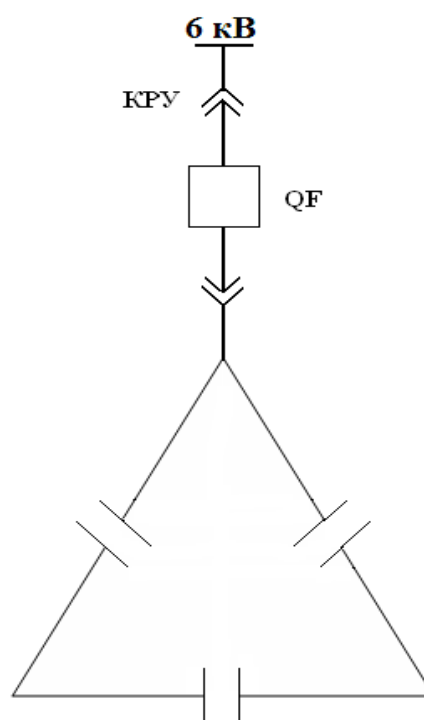


Рисунок 8 – Схема присоединения конденсаторов к шинам напряжением 6 кВ

Пример для хлебопекарни.

Рассчитываем средневзвешенный коэффициент мощности:

$$\cos\varphi_{cp.} = \frac{P_p}{S_p} = \frac{341,53}{350,35} = 0,97;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{cp.} = \frac{Q_p}{P_p} = \frac{76,13}{341,53} = 0,22$$

ПУЭ рекомендует величину коэффициента мощности $\cos\varphi_H = 0,95-0,97$; $\operatorname{tg}\varphi_H = 0,25-0,28$. В нашем случае коэффициент мощности соответствует норме, следовательно, компенсации реактивной мощности не требуется.

2.8 Расчет токов к.з. в сети напряжением выше 1000В

Расчёт токов к.з. для высоковольтных сетей производится по методу базисных единиц. Метод базисных единиц основан на применении базисных величин, то есть относительных величин, приведённых к одной основной (базисной) величине.

Для расчёта токов к.з. в сети напряжением выше 1000 В необходимы данные о мощности системы S_c (МВ·А) и сопротивлении системы X_c на шинах РПС. Эти данные можно получить на предприятии в службе главного энергетика, либо из варианта задания на курсовое проектирование.

Порядок расчёта:

1. Выбирается базисная мощность S_b ; базисная мощность выбирается произвольно, но её величина должна быть кратна 50 (в большинстве случаев базисную мощность принимают равной мощности системы);
2. Выбирается базисное напряжение на всех ступенях напряжения:

$$U_b = 1,05 \cdot U_{ном}$$

3. Производится расчёт относительных базисных сопротивлений:

- системы

- воздушных и кабельных линий
- трансформатора ГПП

4. Составляется расчётная схема и схема замещения. Например:

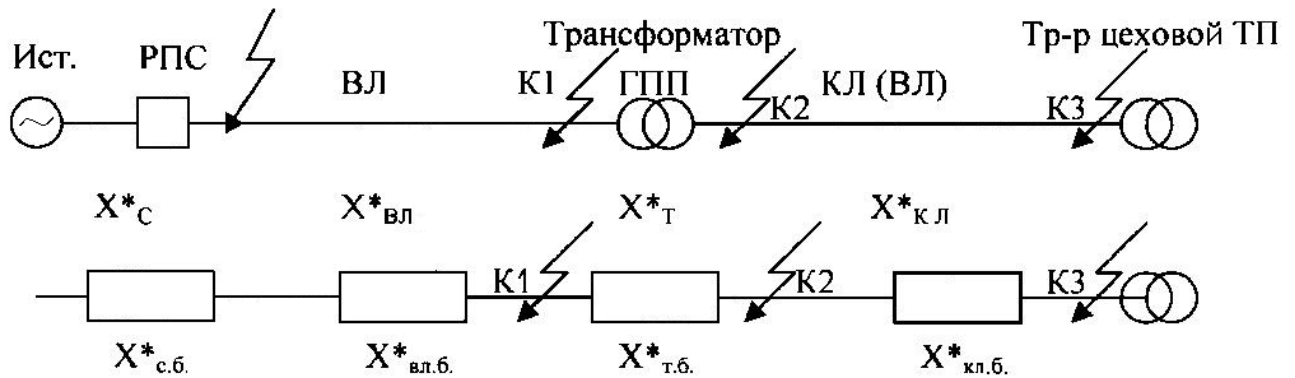


Рисунок 9 – Расчётная схема и схема замещения для расчёта токов к.з. в сети напряжением выше 1000 В

5. Определяется результирующее сопротивление до каждой точки к.з. (1,2,3) $X^*_{б\text{ рез}}$ путём сложения сопротивлений отдельных элементов (системы, ВЛ, трансформатора, КЛ). Например, для точки К2:

$$X^*_{б\text{ рез } 2} = X^*_{б\text{ с}} + X^*_{б\text{ вл}} + X^*_{б\text{ тр}}$$

6. Определяется расчётное сопротивление до каждой точки к.з.:

$$X^*_{б\text{ расч}} = \frac{X^*_{б\text{ рез}} \cdot S^*_{с}}{S^*_{с}}$$

7. Если $X^*_{б\text{ расч}} < 3$, то токи к.з. определяют по расчётным кривым [см. Приложение]; если $X^*_{б\text{ расч}} > 3$, то токи к.з. в различные моменты времени будут равны, то есть: $I_0 = I_{0,2} = I'' = I_{\infty}$, а также мощности к.з. $S_0 = S_{0,2} = S_{\infty}$.

8. Базисный ток $I_b = \frac{S_b}{\sqrt{3} \cdot U_b}$; базисный ток рассчитывается для каждой

$$\sqrt{3} \cdot U_b$$

ступени напряжения, то есть для ступени 6, 35 или 110 кВ, отдельно.

Рассчитанные токи к.з. применяются для проверки линий и аппаратов на термическую и электродинамическую стойкость.

Основные значения токов к.з.:

- I_0 – начальное значение тока к.з. в момент времени $t = 0$; определяется с целью выбора токовых уставок МТЗ и проверки чувствительности защиты;
- $I_{0,2}$ – ток отключающей способности в момент времени $t = 0,2c$; определяется с целью проверки способности силовых выключателей срабатывать и отключать линию в режиме к.з.;
- I_∞ – ток термической стойкости в момент времени $t = \infty$; определяется для проверки линий и аппаратов на термическую стойкость в режиме к.з.;
- $i_{уд}$ – ударный ток к.з.; определяется для проверки линий и аппаратов на электродинамическую стойкость в режиме к.з.

Пример для хлебопекарни.

1. Составляем расчетную схему и схему замещения токов короткого замыкания выше 1000В:

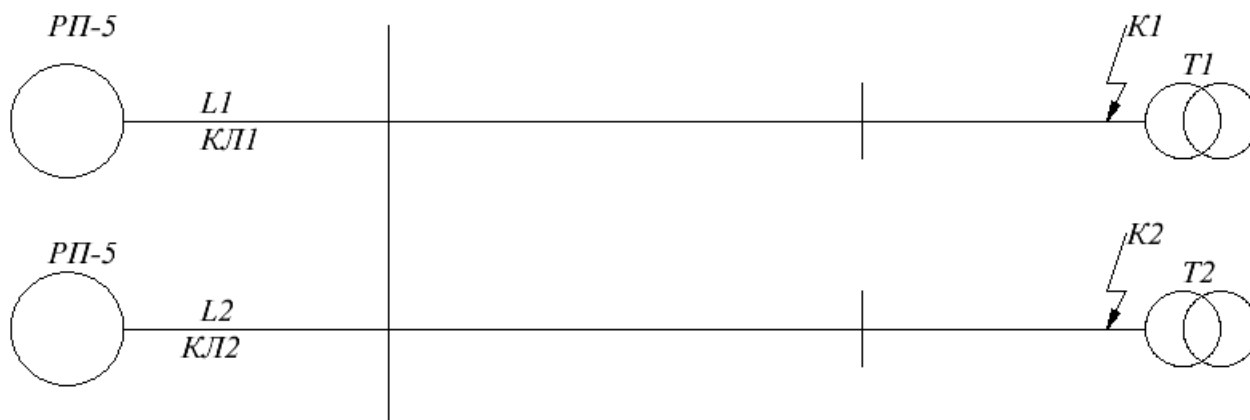


Рисунок 10 – Расчетная схема токов короткого замыкания выше 1000В

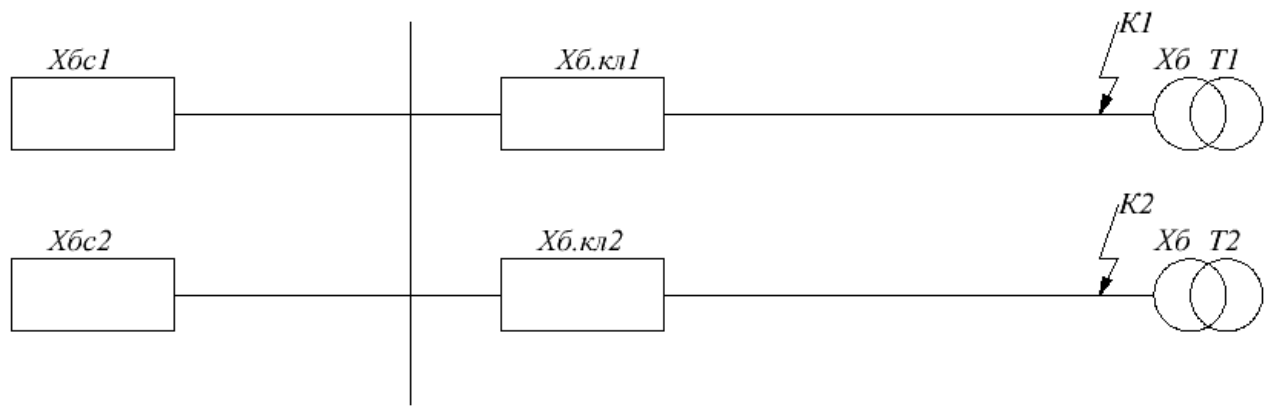


Рисунок 11 – Схема замещения токов короткого замыкания выше 1000В

2. Исходные данные для расчета:

$S_c=200\text{МВ}\cdot\text{А}$; $S_\sigma=200\text{МВ}\cdot\text{А}$; $X_c=0,23$; $U_{\text{ном.}}=10\text{кВ}$; $L1,L2 =180\text{м} (0,18\text{км})$;

$U_{\text{к.з.}}=4,5\%$

3. Рассчитываем базисное напряжение (U_σ):

$U_\sigma=1,05\cdot 10=10,5\text{кВ}$

4. Рассчитываем базисный ток (I_σ):

$$I_\sigma = \frac{S_\sigma}{\sqrt{3} \cdot U_\sigma}, \text{ где}$$

S_σ – базисная мощность системы, МВ·А

$$I_\sigma = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 11\text{МВА}$$

5. Рассчитываем базисное сопротивление системы (X_σ) для $K1=K2$:

$$X_\sigma = \frac{X_c \cdot S_\sigma}{S_c} = \frac{0,23 \cdot 200}{200} = 0,23\text{Ом}$$

6. Рассчитываем базисное сопротивление кабельной линии ($X_{\text{б.кл.}}$)

$$X_{\text{б.кл.}} = \frac{X_0 \cdot S_\sigma \cdot L1}{U_\sigma^2} = \frac{0,08 \cdot 200 \cdot 0,18}{200} = 0,014\text{Ом}$$

$X_{\text{б.кл.}}= 0,014\text{ Ом}$ для точек $K1=K2$

7. Рассчитываем результирующее сопротивление от источника до точек короткого замыкания ($X_{рез1}$):

$$X_{рез.1} = X_{\delta} + X_{\delta.кл} = 0,23 + 0,014 = 0,24 \text{ Ом}$$

8. Рассчитываем расчетное сопротивление для каждой точки к.з. $K1=K2$

$$X_{расч} = \frac{X_{рез} \cdot S_c}{S_{\delta}} = \frac{0,24 \cdot 200}{200} = 0,24 \text{ Ом}$$

9. Рассчитываем мощности и токи для каждой точки к.з.:

$$I_0 = K_{t=0} \cdot I_{\delta} = 1,59 \cdot 11 = 17,49 \text{ кА, при } K_{t=0} = 1,59;$$

$$I_{\infty} = K_{t=\infty} \cdot I_{\delta} = 1,58 \cdot 11 = 17,38 \text{ кА, при } K_{t=\infty} = 1,58;$$

$$I_{0,2} = K_{t=0,2} \cdot I_{\delta} = 1,41 \cdot 11 = 15,51 \text{ кА, при } K_{t=0,2} = 1,41;$$

$$S_0 = K_{t=0} \cdot S_{\delta} = 1,59 \cdot 200 = 380 \text{ МВ} \cdot \text{А, при } K_{t=0} = 1,59;$$

$$S_{\infty} = K_{t=\infty} \cdot S_{\delta} = 1,58 \cdot 200 = 316 \text{ МВ} \cdot \text{А, при } K_{t=\infty} = 1,58;$$

$$S_{0,2} = K_{t=0,2} \cdot S_{\delta} = 1,41 \cdot 200 = 282 \text{ МВ} \cdot \text{А, при } K_{t=0,2} = 1,41$$

10. Рассчитываем ударный ток для точек к.з. $K1=K2$:

$$I_{уд.} = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_{к.з.} = 1,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 17,49 = 32,2 \text{ кА}$$

$K_y = 1,3$ – для ТП

11. Полученные данные заносим в таблицу:

Таблица 14 – Данные расчёта токов короткого замыкания выше 1000В

Точки к.з.	I_0 , кА	I_{∞} , кА	$I_{0,2}$, кА	$I_{уд.}$, кА	$X_{расч.}$
K1=K2	17,49	17,38	15,51	32,2	0,24

2.9 Выбор питающих линий напряжением выше 1000 В

Для выбора кабельных линий напряжением выше 1000 В необходимо иметь:

- схему внутреннего электроснабжения
- значения номинального напряжения и номинального тока первичной обмотки силовых трансформаторов
- значения токов термической стойкости в режиме к.з.

Выбор силовых кабелей и проводов воздушных ЛЭП высокого

напряжения производится с учётом способа прокладки и материала жил. Основной фактор, по которому осуществляется выбор сечения токоведущей жилы – длительно допустимый ток нагрузки. Проверка выбранного сечения производится по следующим факторам:

- по допустимым потерям напряжения
- по экономической плотности тока
- по термической стойкости к токам к.з.

Пример для хлебопекарни.

1. Рассчитываем допустимый ток нагрузки с учетом коэффициента загрузки кабеля:

$$I_{\text{раб}} = \frac{2 \cdot K_3 \cdot S_{\text{ном.тр-ра}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{2 \cdot 1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 10} = 48,5 \text{ А, где}$$

K_3 – коэффициент запаса мощности, $K_3 = 1,1$

$S_{\text{ном.тр-ра}}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение, кВ

$I_{\text{дон}} = 80 \text{ А, условие } I_{\text{дон}} > I_{\text{расч.}} (80 > 48,5)$

Из таблицы справочного пособия выбираю кабель сечением 10 мм², с алюминиевыми жилами, в алюминиевой оболочке, броня из двух стальных лент с антикоррозионным защитным покрытием, проложенного в земле, марки ААБ 3х10

2. Проверяю по допустимым потерям напряжения:

$$S_{\Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{раб}} \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U_{\text{дон}}}, \text{ где}$$

$$\Delta U_{\text{дон}} = 5\% \cdot U_{\text{ном}} = 0,05 \cdot 6000 = 300 \text{ В;}$$

$\gamma = 32$ – удельная проводимость для алюминиевых жил, м/Ом·мм²;

l – длина кабеля, м.

$$S_{\Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 48,5 \cdot 180 \cdot 0,81}{32 \cdot 300} = \frac{12233,3}{9600} = 1,3 \text{ мм}^2$$

3. Проверяем по экономической плотности тока:

Принимаем плотность тока $j = 1,4 \text{ А/мм}^2$ ($T_{max}=3000$ часов использования максимума нагрузки в год):

$$S_{эк} = \frac{I_{раб}}{J_{эк}} = \frac{48,5}{1,4} = 35 \text{ мм}^2$$

4. Проверяем по термической стойкости в режиме короткого замыкания:

Согласно расчётам $I_{\infty}=17,38 \text{ кА}$

$$S_{терм} = \frac{I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{\phi}}}{C} = \frac{17380 \cdot \sqrt{0,2}}{90} = 86 \text{ мм}^2, \text{ где}$$

$\sqrt{t_{\phi}} = 0,45$ – время действия защиты (0,2 с);

C – термический коэффициент до 10кВ = 90

I_{∞} – установившийся ток к.з., А

Окончательно выбираем негибкий кабель ААБ-6-3х95 напряжением 10 кВ, с сечением токоведущей жилы 95 мм², проложенный в земле.

5. Определяем фактические потери напряжения в кабеле:

$$\Delta U_{факт} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{раб} \cdot l \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 48,5 \cdot 180 \cdot 0,81}{32 \cdot 95} = 4 \text{ В}$$

6. Проверяем полные потери напряжения в сети:

Проверка линий по условию полных потерь напряжения в сети проводится с целью определения величины напряжения в конце линии, то есть определяется, в допустимых ли пределах находится величина полных потерь напряжения с учётом потерь в обмотках трансформатора. При этом учитываются потери в трансформаторе и в кабеле. Подсчитываются суммарные потери во всей линии, а затем они сравниваются с допустимыми потерями. Допустимые потери напряжения составляют в нормальном режиме для силовых электроприёмников – 5% от номинального напряжения трансформатора, в пусковом режиме – 20%.

Пример

От городской распределительной подстанции по кабельной линии длиной $L = 180$ м получает питание трансформатор городской ТП ТМ

400/6, потребляющий ток величиной 48,5 А. Требуется проверить кабель по допустимым потерям напряжения в нормальном режиме. Коэффициент загрузки трансформатора при расчёте получился равным $\beta_{\text{норм}} = 0,42$, $\cos \varphi = 0,97$, марка кабеля ААБ-6 – 3×95.

1. Рассчитываем активные потери в трансформаторе:

$$U_a = \frac{P_k}{10 \times S_{\text{ном тр}}} = \frac{3700}{10 \times 400} = 0,925\% , \text{ где}$$

P_k – потери к.з. трансформатора, Вт

$S_{\text{ном тр}}$ – номинальная мощность трансформатора, кВ·А

Все эти данные берутся из паспортных данных трансформатора.

2. Рассчитываем реактивные потери в трансформаторе:

$$U_p = \sqrt{U_k^2 - U_a^2} = \sqrt{4,5^2 - 0,925^2} = 4,4\% , \text{ где}$$

U_k – потери к.з. в трансформаторе (берутся из паспортных данных трансформатора).

3. Полные потери напряжения в трансформаторе:

$$\Delta U_{\text{тр}} = \frac{\beta \cdot (U_a \cdot \cos \varphi + U_p \cdot \sin \varphi) \cdot U_{\text{ном тр}}}{100} = \frac{0,42 \cdot (0,925 \cdot 0,97 + 4,4 \cdot 0,38) \cdot 400}{100} = 4,32 \text{ В}$$

4. Суммарные потери напряжения в линии:

$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{\text{тр}} + \Delta U_{\text{каб}} = 4,32 + 4 = 8,32 \text{ В}$, что явно меньше допустимых потерь, которые равны: $\Delta U_{\text{дон}} = 0,05 \cdot 6000 = 300 \text{ В}$ ($326 < 600$).

2.10 Выбор питающих линий напряжением до 1000 В

Здесь необходимо выбрать питающие линии для одиночных электроприёмников, для групп электроприёмников, а также магистральные питающие линии, если таковые имеются. Расчёт и выбор сечения токоведущей жилы проводится по длительно допустимому току нагрузки. Проверка выбранного сечения осуществляется с учётом следующих факторов:

- допустимые потери напряжения

- экономическая плотность тока
- механическая прочность жил

Эти расчёты производятся аналогично расчётам для линий напряжением выше 1000В (проверка на термическую стойкость проводится только для высоковольтных линий).

Пример для хлебопекарни.

Выбираем кабель для пекарской печи, расчетная длина до места установки розетки – 3,5м.

1. Рассчитываем допустимый ток нагрузки кабеля:

$$I_{\text{раб}} = \frac{P_{\text{ном.}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}, \text{ где}$$

$P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность электроприемника, кВт;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение, В;

η – коэффициент полезного действия электроприемника;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности электроприемника, определяемый по справочникам.

$$I_{\text{раб}} = \frac{26,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,98} = 43,3 \text{ А}$$

2. Проверяем по длительно допустимым потерям напряжения:

$$S_{\Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{раб.}} \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U_{\text{доп.}}}, \text{ где}$$

$$\Delta U_{\text{доп}} = 5\% \cdot U_{\text{ном}} = 0,05 \cdot 380 = 19 \text{ В};$$

$\gamma = 53$ – удельная проводимость для медных жил, м/Ом·мм²;

l – длина кабеля, м.

$$S_{\Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 43,3 \cdot 3,5 \cdot 0,95 \cdot 0,98}{53 \cdot 19} = 0,26 \text{ мм}^2$$

3. Проверяем по экономической плотности тока:

Принимаем плотность тока $j = 3 \text{ А/мм}^2$ ($T_{\text{max}}=3000$ часов использования максимума нагрузки в год):

$$S_{\text{эк}} = \frac{I_{\text{раб}}}{j_{\text{эк}}} = \frac{43,3}{3} = 14,4 \text{ мм}^2$$

4. Окончательно выбираем кабель ПВГ-380-4×16+1×10мм²

Жила – круглая из мягкой проволоки. При сечении от 16мм² выполняется многопроволочной. Изоляция – из полиэтилена высокого давления. Оболочка — светотермостойкий ПВХ пластикат. Назначение: передача и распределение электрической энергии в стационарных установках с номинальным переменным напряжением 0,4, 0,66 или 1,0 кВ частотой 50 Гц. Условия эксплуатации и монтажа: прокладка — в кабельной канализации, тоннелях, помещениях, по стенам зданий и сооружений и на открытом воздухе при температуре не ниже -15 °С. Не рекомендуется прокладка в земле; монтажные радиусы изгиба при прокладке — не менее 10 и 7,5 наружных диаметров соответственно для одножильных и многожильных кабелей; рабочая температура эксплуатации — от -50 до +50 °С; длительно допустимая температура нагрева жил при эксплуатации — 70 °С; допустимый нагрев жил в аварийном режиме — 80 °С при длительности не более 8 часов в сутки и 1000 часов за весь срок службы в нормальных условиях эксплуатации не менее 30 лет.

4. Далее расчет аналогичный, поэтому заносим полученные данные в таблицу.

Таблица 15 – Данные расчета кабелей напряжением до 1000В

Наименование потребителя	Тип провода, мм ²	Длина, м	I _{раб} , А	S _{ΔU} , мм ²	S _э , км

					мм ²
1	2	3	4	5	6
Пекарская печь	ПВГ-4×16+1×10	3,5	43,3	0,26	14,4
Пекарская печь	ПВГ-4×16+1×10	4	43,3	0,3	14,4
Пекарская печь	ПВГ-4×16+1×10	6	43,3	0,65	14,4
Пекарская печь	ПВГ-4×16+1×10	7,5	43,3	0,55	14,4
Пекарская печь	ПВГ-4×16+1×10	7,5	43,3	0,55	14,4
Пекарская печь	ПВГ-4×16+1×10	4	43,3	0,3	14,4
Расстойный шкаф	ПВГ-3×4	3,5	9,8	0,06	3,3
Расстойный шкаф	ПВГ-3×5	8,5	9,8	0,14	3,3
Расстойный шкаф	ПВГ-3×6	7,5	9,8	0,12	3,3
Расстойный шкаф	ПВГ-3×7	7,5	9,8	0,12	3,3
Мукопросеиватель	ПВГ-4×2+1×1,5	10	0,78	0,009	0,26
Мукопросеиватель	ПВГ-4×2+1×1,6	5	0,78	0,004	0,26
Тестомесы 1 эт.	ПВГ-3×10	8	28	0,38	9,3
Тестомесы 2 эт.	ПВГ-3×10	5	28	0,24	9,3
Округлитель теста	ПВГ-3×2,5	6	5,1	0,09	1,7
Ротационная печь	ПВГ-4×35+1×25	3	76	0,38	25,3
Ротационная печь	ПВГ-4×2+1×25	6	76	0,77	25,3
Ротационная печь	ПВГ-4×2+1×25	6	76	0,77	25,3
Ротационная печь	ПВГ-4×35+1×25	5	76	0,64	25,3
Ротационная печь	ПВГ-4×2+1×25	8	76	1	25,3
Ротационная печь	ПВГ-4×2+1×25	5	76	0,64	25,3

Тестораскаточные машины	ПВГ-3×10	9	20,9	0,26	7
Вентиляционная установка	ПВГ-3×4	10	10,5	0,14	3,5
Витрины	ПВГ-3×4	10	6,9	0,07	2,3
Холодильник	ПВГ-3×1,4	10	4,5	0,04	1,5
Холодильник	ПВГ-3×1,5	8	4,5	0,035	1,5
Упаковочные машины	ПВГ-3×2,5	20	6	0,18	2

Продолжение таблицы 15.

1	2	3	4	5	6
Вентиляционная установка	ПВГ-3×4	15	10,5	0,16	3,5
Аппарат для приготовления пончиков	ПВГ-3×16	12	31,6	0,6	10,5
от ЭЩ до ЩС-1	ПВГ-4×185+1×150	20	464,4	9	154,8
от ЭЩ до ЩО-1	ПВГ-4×10+1×6	10	10,3	0,1	3,6
от ЭЩ до ЩАО-1	ПВГ-3×1,5	25	0,35	0,000 3	0,13
от ЩС-1 до ЩР1	ПВГ-4×50+1×35	4	150	1,1	50
от ЩС-1 до ЩР2	ПВГ-4×50+1×36	18	148,7	0,99	49,6
от ЩС-1 до ЩР3	ПВГ-4×70+1×50	12	160,1	1,5	53,3
от ЭЩ до ЩО-2	ПВГ-4×10+1×6	10	10,3	0,1	3,6
от ЭЩ до ЩС-2	ПВГ-4×150+1×120	18	445,3	6,6	149
от ЩС-1 до ЩР4	ПВГ-4×10+1×6	13	23,3	0,33	7,7
от ЩС-1 до ЩР5	ПВГ-4×50+1×25	18	150,9	1,2	50
от ЭЩ до ЩАО-2	ПВГ-3×1,5	12	0,15	0,001	0,13

				5	
от КТП до ЭЩ	ПВГ- 4×185+1×150	8	464,9	6,6	155

2.11 Расчет токов к.з. в сети напряжением до 1000 В

В проекте принята система с заземлённой нейтралью при напряжении до 1000 В. В данной системе могут происходить трёхфазные, двухфазные и однофазные короткие замыкания. Трёхфазный ток к.з. применяется для проверки аппаратов на коммутационную способность, а однофазные – для проверки чувствительности защиты.

Расчёт трёхфазного и однофазного токов к.з. проводим методом именованных единиц (с учётом активного и реактивного сопротивления всех участков цепи). Ток к.з. по закону Ома на любом участке цепи зависит от напряжения ($U_{ном}$) и суммарного сопротивления (активного R и реактивного X) от источника до точки к.з. Если расстояние между точками к.з. меньше 10 м, то токи к.з. в этих точках можно считать примерно одинаковыми.

Расчёт однофазных токов к.з. проводим с целью проверки чувствительности защиты от однофазных коротких замыканий на землю или корпус:

$$K_{ч} = \frac{I^{(1)}_{к}}{I_{отс}} \geq 1,5$$

Пример для хлебопекарни.

Составляем расчетную схему токов короткого замыкания до 1000В:

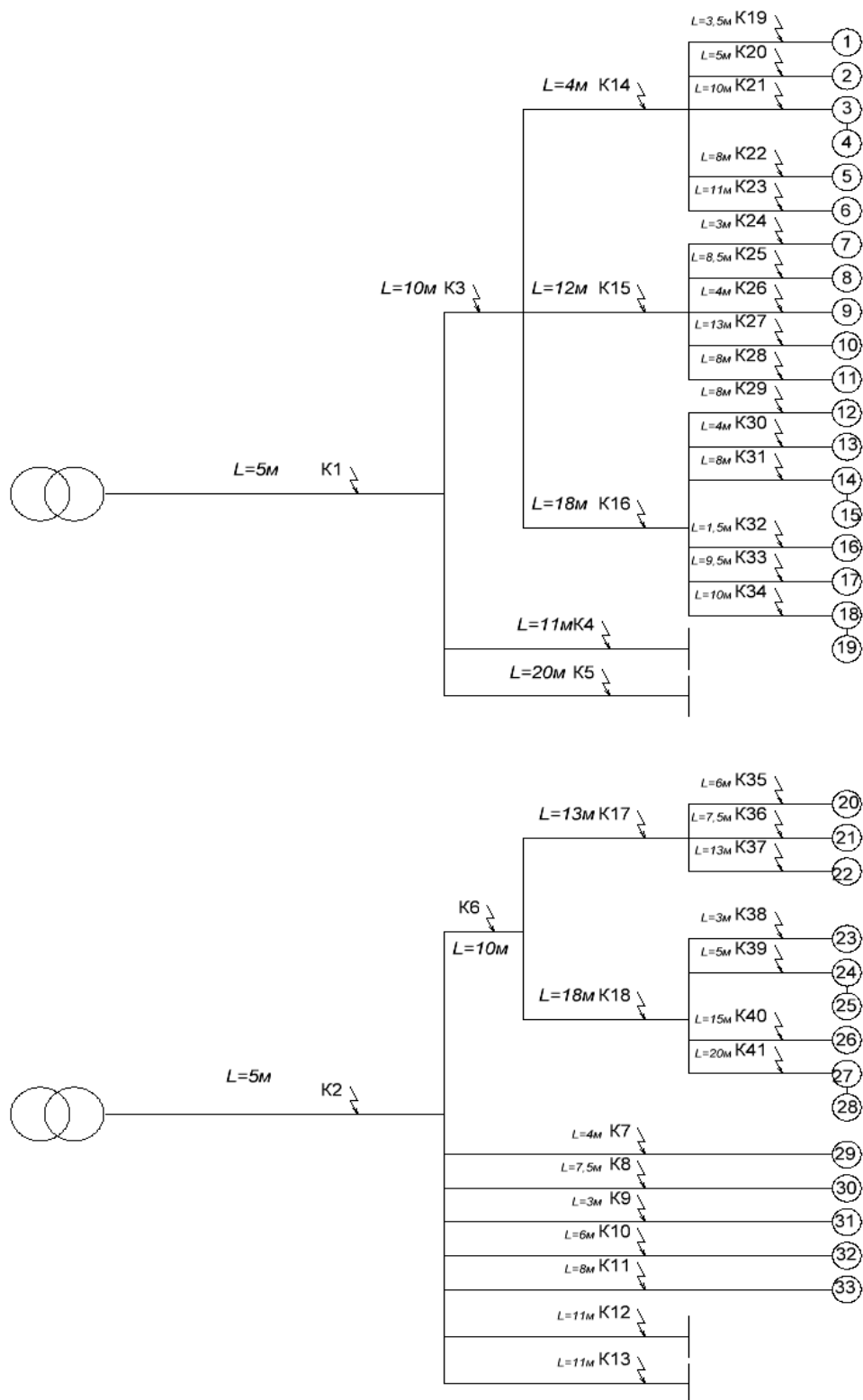


Рисунок 12 – Расчетная схема токов к.з. до 1000В

2.11.1 Расчёт активного и индуктивного сопротивления трансформатора:

$$R_T = \frac{P_K}{3 \cdot I_{2T}^2} = \frac{5900}{3 \cdot 578^2} = 0,0055 \text{ Ом, где}$$

R_T – активное сопротивление трансформатора, Ом

P_K – потери напряжения к.з. ($P_K = 5,9$ кВт)

I_{2T}^2 – ток во вторичной обмотке трансформатора, А

$$I_{2T}^2 = \frac{S_{НОМ}}{U_{к.з.} \cdot \sqrt{3}} = \frac{400}{0,4 \cdot \sqrt{3}} = 578 \text{ А}$$

$$X_T = \frac{10 \cdot U_{к.з.} \cdot U_2}{S_{НОМ}} = \frac{10 \cdot 4,5 \cdot 0,4^2}{400} = 0,018 \text{ В}$$

$U_{к.з.}$ – напряжение к.з. в трансформаторе (4,5%)

2.11.2 Расчет активного и индуктивного сопротивлений элементов схемы:

1. Активное сопротивление кабеля:

$$r_k = \frac{l}{\gamma \cdot S}, \text{ где}$$

l – длина кабеля,

S – его сечение,

γ – коэффициент для алюминия или меди;

$$r_{к1} = \frac{l_1}{\gamma \cdot S_1} = \frac{8}{50 \cdot 150} = 0,011 \text{ Ом}$$

2. Индуктивное сопротивление кабеля:

$$x_k = x_0 \cdot l, \text{ где}$$

x_0 – удельное сопротивление жил кабеля;

$$x_{к1} = x_0 \cdot l_1 = 0,07 \cdot 0,01 = 0,0007 \text{ Ом};$$

3. Полное активное и индуктивное сопротивление до точки КЗ:

$$R = r_{mp} + r_k = 0,0055 + 0,011 = 0,0165 \text{ Ом};$$

$$X = x_{mp} + x_k = 0,018 + 0,0007 = 0,019 \text{ Ом.}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,0165^2 + 0,019^2} = 0,0193 \text{ Ом}$$

4. Ток трехфазного КЗ для точек К1 и К2:

$$I_{к1,к2}^{(3)} = \frac{U_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,0193} = 12121,2 \text{ А}$$

5. Ток однофазного КЗ для точек К1 и К2:

$$I_{к1,к2}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z} = \frac{220}{0,019} = 11578,9 \text{ А}$$

Далее расчет производится аналогично, поэтому все данные заносим в таблицу

Таблица 16 – Данные по расчетам токов к.з. до 1000В

Кабельная линия	Наименование оборудования	Длина кабеля, м	Точка к.з.	U _{ном} кВ	Сопrotивление до точки к.з., Ом		I ⁽³⁾ , А	I ⁽¹⁾ , А
					R ₁ , Ом	X ₁ , Ом		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
от КТП до ЭЩ	-	8	К1,К2	0,4	0,0165	0,019	12121,2	11578,9
от ЭЩ до ЩС-1	-	20	К3	0,4	0,0197	0,0324	6153,9	5804,7
от ЭЩ до ЩАО-2	-		К4	0,4				
от ЭЩ до ЩАО-1	-		К5	0,4				
от ЭЩ до ЩС-2	-	10	К6	0,4	0,0188	0,0317	6250	5978,3
от ЩС-2 до	пекарской печи	4	К7	0,4	0,0238	0,032	5797,1	5527,6
от ЩС-2 до	пекарской печи	7,5	К8	0,4	0,028	0,032	5405,4	5176,5
от ЩС-2 до	ротационной печи	3	К9	0,4	0,0205	0,032	6153,8	5804,7
от ЩС-2 до	ротационной печи	6	К10	0,4	0,022	0,0321	5970,2	5641
от ЩС-2 до	холодильной установки	8	К11	0,22	0,13	0,0318		1642
от ЭЩ до ЩО-2	-	11	К12	0,4	0,0725	0,031	2941,2	2788,4
от ЭЩ до ЩО-1	-	11	К13	0,4	0,11	0,0387	2105,3	2000
от ЩС-1 до ЩР1	-	5	К14	0,4	0,0213	0,0327	5928,6	5641
от ЩС-1 до ЩР2	-	18	К15	0,4	0,0269	0,034	5333,3	5069,1
от ЩС-1 до ЩР3	-	12	К16	0,4	0,0231	0,033	5714,3	5459
от ЩС-2 до ЩР1	-	13	К17	0,4	0,024	0,033	5714,3	5392,2
от ЩС-2 до ЩР2	-	15	К18	0,4	0,0488	0,033	3960,4	3735,1
от ЩР1 до	пекарской печи	3,5	К19	0,4	0,045	0,065	2926,7	2784,8
от ЩР1 до	ротационной печи	5	К20	0,4	0,0242	0,033	5714,3	5378,9
от ЩР1 до	тестораскаточных маш.	10	К21	0,22	0,0413	0,0334	-	4143,1
от ЩР1 до	расстойного шкафа	8	К22	0,22	0,037	0,033	-	4408,8

от ЩР1 до	вентиляционной уст.	11	К23	0,22	0,0763	0,034	-	2641,1
от ЩР2 до	пекарской печи	3	К24	0,4	0,031	0,034	5026,4	4782,6
от ЩР2 до	ротационной печи	8,5	К25	0,4	0,0317	0,035	4938,3	4690,8
от ЩР2 до	расстойного шкафа	4	К26	0,22	0,0469	0,0343	-	3786,6

Продолжение таблицы 16.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
от ЩР2 до	расстойного шкафа	13	К27	0,22	0,0469	0,0343	-	3786,6
от ЩР2 до	холодильной установки	8	К28	0,22	0,13	0,033	-	1641,8
от ЩР3 до	пекарской печи	8	К29	0,4	0,0331	0,034	4877,9	4641,3
от ЩР3 до	округлителя теста	4	К30	0,22	0,0551	0,033	-	3421,5
от ЩР3 до	тестомесов	8	К31	0,22	0,0391	0,0336	-	4263,6
от ЩР3 до	мукопросеивателя	1,5	К32	0,4	0,0431	0,0331	4258,1	4051,6
от ЩР3 до	ротационной печи	9,5	К33	0,4	0,0285	0,04	5263,2	4988,7
от ЩР3 до	витрин	10	К34	0,22	0,0731	0,03	-	2784,8
от ЩР4 до	ротационной печи	6	К35	0,4	0,027	0,0334	5405,4	5128,2
от ЩР4 до	пекарской печи	7,5	К36	0,4	0,033	0,0335	4878	4661
от ЩР4 до	аппарат для пончиков	13	К37	0,22	0,04	0,034	4395,6	4198,5
от ЩР5 до	мукопросеивателя	3	К38	0,4	0,0888	0,033	2439	2320,7
от ЩР5 до	тестомесов	5	К39	0,22	0,0588	0,034	-	3240
от ЩР5 до	вентиляционной уст.	15	К40	0,22	0,124	0,034	-	1718,7
от ЩР5 до	упаковочных машин	20	К41	0,22	0,21	0,0344	-	1032,9
от ЩР5 до	мукопросеивателя	3	К38	0,4	0,0888	0,033	2439	2320,7

2.12 Выбор аппаратов управления и защиты напряжением до 1000 В

Здесь необходимо выбрать:

- пускатели для всех одиночных электроприёмников
- автоматические выключатели для всех одиночных электроприёмников
- автоматы для групп электроприёмников (для РП)
- вводные автоматы РУНН и автоматы отходящих линий

В соответствии с требованиями ПУЭ от токовых перегрузок и коротких замыканий защищаются электрические сети:

а) проложенные открыто незащищёнными изолированными проводниками с

горючей оболочкой или изоляцией внутри помещения;

б) осветительные электрические сети в жилых, общественных и торговых зданиях, служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети для бытовых и переносных электроприёмников, а также пожароопасных зонах;

в) силовые – на промышленных предприятиях, в жилых и общественных зданиях, а также в торговых помещениях, где по режиму работы может возникнуть длительная токовая перегрузка проводов и кабелей;

г) во взрывоопасных зонах.

Пускатели выбираются по номинальным параметрам и току нагрузки. Ток уставки теплового реле пускателя должен быть на 5-10 % больше тока нагрузки электроприёмника. Автоматические выключатели выбираются по номинальным параметрам, току нагрузки и току пускового режима одиночного электроприёмника или группы электроприёмников; проверка осуществляется по току отсечки и коэффициенту чувствительности.

Результаты расчёта и выбора сводятся в таблицу, где приводятся номинальные и расчётные данные автоматических выключателей, в том числе ток трёхфазного к.з. и ток отсечки автоматов.

Пиковые (максимальные) нагрузки определяются так:

- для электродвигателей с короткозамкнутым ротором пиковой считается величина пускового тока;
- для освещения лампами накаливания – 3 величины номинального фазного тока осветительной сети;
- для освещения газоразрядными лампами – 1,25 величины номинального фазного тока;
- для электродвигателей с фазным ротором – 2,5 величины тока нагрузки электродвигателя (или номинального тока статора);
- для сварочных трансформаторов и электротермических установок – 3 величины тока нагрузки.

Пример для хлебопекарни.

Для защиты оборудования будем использовать автоматические выключатели ВА 77-29 «Щит». Они предназначены для обеспечения нормального режима протекания тока в цепи, его отключения и защиты цепи при коротких замыканиях и перегрузках.

1. Находим автоматические выключатели для пекарской печи:

$$I_{ном.} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{26500}{1,7 \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,98} = 43,3 \text{ А}$$

Выбираю автомат ВА77 – 29 с номинальным током расцепителя 50 А.

$$I_{ном.а} = 50 \text{ А},$$

$$I_{ном.р} = 50 \text{ А},$$

$$I_{отс} = I_{ном.р} \cdot 10 = 500 \text{ А}$$

2. Проверяем чувствительность защиты:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{КЗ}}^{(1)}}{I_{отс}} = \frac{2788,4}{500} = 5,6 > 1,5$$

Далее расчет аналогичный, поэтому полученные данные заносим в таблицу

Таблица 17 – Выбор автоматических выключателей

Потребитель	$I_{ном.}$ А	$I_{1minк.з.}$ А	Тип автомата	$I_{ном.а.}$ А	$I_{расц.}$ А	$I_{отс.}$ А	$K_{\text{ч}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Пекарская печь	43,3	2788,4	ВА 77-29-1	50	50	500	5,6
Пекарская печь	43,3	2788,4	ВА 77-29-1	50	50	500	5,6
Пекарская печь	43,3	2788,4	ВА 77-29-1	50	50	500	5,6
Пекарская печь	43,3	2788,4	ВА 77-29-1	50	50	500	5,6
Пекарская печь	43,3	2788,4	ВА 77-29-1	50	50	500	5,6

Пекарская печь	43,3	2788,4	ВА 77-29-1	50	50	500	5,6
Расстойный шкаф	9,8	3786,6	ВА 77-29-1	10	10	100	37,9
Расстойный шкаф	9,8	3786,6	ВА 77-29-1	10	10	100	37,9
Расстойный шкаф	9,8	3786,6	ВА 77-29-1	10	10	100	37,9
Мукопросеиватель	0,78	2320,7	ВА 77-29-1	1	1	10	232,1

Продолжение таблицы 17.

1	2	3	4	5	6	7	8
Мукопросеиватель	0,78	2320,7	ВА 77-29-1	1	1	10	232,1
Тестомесы	28	3240	ВА 77-29-1	32	32	320	10
Тестомесы	28	3240	ВА 77-29-1	32	32	320	10
Округлитель теста	5,1	3421,5	ВА 77-29-1	6	6	60	57
Ротационная печь	76	4690,8	ВА 51Г-31-1	100	80	800	5,9
Ротационная печь	76	4690,8	ВА 51Г-31-1	100	80	800	5,9
Ротационная печь	76	4690,8	ВА 51Г-31-1	100	80	800	5,9
Ротационная печь	76	4690,8	ВА 51Г-31-1	100	80	800	5,9
Ротационная печь	76	4690,8	ВА 51Г-31-1	100	80	800	5,9
Ротационная печь	76	4690,8	ВА 51Г-31-1	100	80	800	5,9
Тестораскаточные машины	20,9	4141,3	ВА 77-29-1	25	25	250	16,6
Витрины	6,9	2784,8	ВА 77-29-1	10	10	100	27,8
Вентиляционная установка	10,5	2641,1	ВА 77-29-1	16	16	160	16,5
Вентиляционная установка	10,5	2641,1	ВА 77-29-1	16	16	160	16,5

Упаковочные машины	6	1032,9	ВА 77-29-1	6	6	60	17,2
Аппарат для приготовления пончиков	31,6	4198,5	ВА 77-29-1	32	32	320	13,1
Холодильник	4,5	1641,8	ВА 77-29-1	5	5	50	32,8
Холодильник	4,5	1641,8	ВА 77-29-1	5	5	50	32,8
ЩР1	150	5641	ВА51Г-31	160	160	1600	3,5

Продолжение таблицы 17.

1	2	3	4	5	6	7	8
ЩР2	148,7	5069,1	ВА51Г-31	160	160	1600	3,2
ЩР3	160	5459	ВА51Г-31	160	160	1600	3,4
ЩР4	150,9	3735,1	ВА51Г-31	160	160	1600	2,3
ЩР5	23,8	5392,2	ВА 77-29-1	25	25	250	21,7
ЩС-1	464,4	5804,7	ВА51-39	630	500	3500	1,6
ЩС-2	377,9	5978,3	ВА51-37	400	400	4000	1,51
ЩО-1	21,6	2000	ВА 77-29-1	25	25	250	80
ЩО-2	10,3	2788,4	ВА 77-29-1	16	16	160	17,4
ЩАО-1	0,35	558,4	ВА 77-29-1	1	1	10	55,8
ЩАО-2	0,43	1466,7	ВА 77-29-1	1	1	10	146,7
для 1 СШ	391,1	11578,9	ВА 55-39	400	400	3911	3
для 2 СШ	391,1	11578,9	ВА 55-39	400	400	3911	3

2.13 Выбор аппаратов управления и защиты выше 1000 В

Здесь необходимо выбрать аппараты управления и защиты, установленные на ГПП и в цеховой ТП. К ним относятся:

- силовые выключатели
- разъединители
- отделители и короткозамыкатели
- разрядники
- комплектные распределительные устройства

Выбор аппаратов производится по следующим параметрам:

- условиям эксплуатации
- рабочему напряжению
- рабочему току нагрузки
- токам термической и электродинамической стойкости в режиме к.з.

Для потребителей 1-ой категории по надёжности электроснабжения лучше выбирать силовые выключатели. Для потребителей 2-ой и 3-й категорий и при небольшой мощности можно выбирать разъединители и выключатели нагрузки. Вообще, лучше выбирать комплектное оборудование (КРУ и КТП), поскольку такое оборудование выпускается на напряжение 10, 36, 110 кВ. Следует выбирать современные коммутационные аппараты и современные средства защиты. Для цеховых ТП можно принять как комплектное, так и некомплектное оборудование, в том числе. Вместо силовых выключателей устанавливать разъединители и выключатели нагрузки, так как эти аппараты дешевле комплектных устройств с силовыми выключателями. В этом случае следует обосновать принятое решение и показать конструкцию и компоновку некомплектного РУ – 6(10) кВ.

Пример для хлебопекарни.

На основании исходных данных и значений токов короткого замыкания, полученных в результате расчетов (таблица 4) осуществляем выбор аппаратов

управления и защиты. Основными аппаратами управления и защиты в сетях выше 1000 В являются силовые выключатели. Выбранные аппараты проверяем в соответствии с параметрами, приведенными в таблице 14. Проверка автоматов управления напряжением выше 1000 В производится по следующим параметрам: $U_{ном.}$, $I_{ном.}$, $I_{откл.}$, $I_{терм.}$ – ток термической стойкости, $I_{дин.}$ – ток электродинамической стойкости, при этом необходимо, чтобы номинальные данные аппаратов превышали или соответствовали расчетным данным.

Таблица 18 – Расчетные данные для выбора силового выключателя

$U_{ном.}$, кВ	$I_{раб}$, А	$I_{к 0,2}$, кА	$i_{уд}$, кА
6	48,5	15,5	32,2

Выбираем вакуумный выключатель ВВ-10-20 (первая буква – выключатель, вторая буква – вакуумный, 10 – номинальное напряжение, 20 – ток отключения).

Таблица 19 – Параметры проверки силового выключателя высокого напряжения

Характеристика	Формула	Численные значения и вывод
Номинальный ток продолжительного режима, А	$I_{раб} \leq I_{ном}$	48,5 < 630 соответствует
Номинальный ток отключения, кА	$I_{к 0,2} \leq I_{откл.}$	15,5 < 20 соответствует
Ток электродинамической стойкости, кА	$I_{дин.} \geq i_y$	52 > 32,2 соответствует
Номинальное напряжение выключателя, кВ	$U_{раб} \leq U_{ном}$	6 < 10, соответствует

Выбираем комплектное распределительное устройство выкатного типа КРУ2 – 10 с номинальным током сборных шин 1 кА.

2.14 Выбор режима нейтрали трансформатора и расчет заземляющего устройства

Меры защиты от поражения электрическим током зависят от режима нейтрали электрической сети. Электрические сети 2-35кВ могут проектироваться с изолированной или с заземленной через дугогасящий реактор нейтралью. В сетях с глухозаземленной нейтралью нейтраль трансформатора присоединена к заземляющему устройству. В сетях с изолированной нейтралью (система IT) нейтраль трансформатора изолирована от земли или присоединена через большое сопротивление. Система с заземленной нейтралью (система TN), применяется в общепромышленных установках при напряжении до 1000В, и в сетях напряжением 110кВ и выше. Эта система является более выгодной, так как можно получить от одного трансформатора две ступени напряжения.

В сетях с глухозаземленной нейтралью если произошло замыкание на корпус электрооборудования, не связанного с землей, то человек, стоящий на земле и прикоснувшийся к этому электрооборудованию, окажется под полным фазным напряжением, и через него будет проходить ток. Для предупреждения поражения электрическим током при замыкании на корпус поврежденный участок должен быть отключен от сети как можно быстрее, чтобы сократить до минимума время, в течении которого это оборудование будет представлять опасность для обслуживающего персонала. В этих целях в сетях с глухозаземленной нейтралью применяют защитное зануление. В сетях напряжение до 1000В с заземленной нейтралью применяют трехпроводные и пятипроводные сети. В однофазной сети – три провода: первый – фаза (L1), второй – ноль (N), третий – заземляющий (PE). В пятифазной сети: первый

провод – фаза А (L1), второй – фаза В (L2), третий – фаза С (L3), четвертый ноль (N), пятый – заземляющий (PE).

Зануление – это соединение частей оборудования, нормально не находящихся по напряжением, с нулевым проводом, который в свою очередь заземляется. Такое соединение применяется в четырехпроводной системе с глухозаземленной нейтралью (TN) для защиты корпусов, которые могут оказаться под напряжением в результате нарушения изоляции. Соединение это выполняется проводником, который называется заземляющим. Занулению подлежат корпуса электрических машин, аппаратов, светильников, кабельные конструкции, металлические конструкции щитов, панелей и т.п.

Защитное заземление – это преднамеренное металлическое соединение с землей в сетях переменного тока с изолированной нейтралью.

В качестве заземлителей ПУЭ рекомендует в первую очередь использовать естественные заземлители: проложенные в земле в металлические трубопроводы, кроме трубопроводов горючих жидкостей, газов и смесей.

В качестве искусственных заземлителей применяют вертикально забитые в землю отрезки угловой стали длиной 2,5-3м и горизонтально проложенные круглые и прямоугольные стальные полосы, которые служат для связи вертикальных заземлителей. Для заземлителей из угловой стали толщина полки должна быть не менее 4мм.

Вертикальные заземлители заглубляют в землю так, чтобы их верхние концы выступали над дном траншеи на 100-200мм. Выступающие концы заземлителей соединяют сваркой с горизонтальными проводниками из круглой стали диаметром не менее 10мм или из стальных полос сечением не менее 50мм² и толщиной не менее 4мм, также проложенных по дну траншеи. Вывод от контура заземления в сеть заземления внутрь сооружения выполняют двумя стальными полосами каждая сечением не менее 50мм² при толщине полосы не менее 4мм, присоединенными к контуру заземления в двух местах, при этом каждая полоса присоединена по отдельности. Внутри сооружений стальная

полоса заземления должна иметь сечение не менее 24мм² при толщине не менее 3мм. Число вертикальных заземлителей определяют расчетом.

Пример для хлебопекарни.

Используем вертикальный заземлитель – угловую сталь размером 50×50×5мм, длиной 3м; горизонтальный заземлитель – стальная полоса 40×4мм, расстояние между уголками 4,5м; уголки забиты по контуру хлебопекарни; глубина заложения 0,7м; грунт крупный песок с валунами с удельным сопротивлением 2000Ом·м.

Согласно требованиям ПУЭ заземляющее устройство для заданного объекта

$$R_{з.норм} \leq 40\text{М}$$

1. Определяем расчетное сопротивление грунта:

$$\rho_{расч.} = \Psi \rho_0, \text{ где}$$

ρ_0 – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

Ψ – климатический коэффициент, определяемый по справочнику в соответствии с климатической зоной (1,2)

$$\rho_{расч.} = 1,2 \cdot 2000 = 2400\text{Ом} \cdot \text{м}$$

2. Находим предельно допустимое сопротивление заземляющего устройства с учетом удельного сопротивления грунта:

$$R_3 = \frac{\rho_{зр}}{100} \cdot R_{з.норм.} = \frac{2000}{100} \cdot 4 = 80\text{Ом}$$

3. Определяем сопротивление одиночного вертикального заземлителя:

$$R_{1верт.} = \left(\frac{0,366 \cdot \rho_{расч.}}{l} \right) \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \text{ где}$$

$d=0,95b$; b – ширина полки уголка; $t' = t_0 + 0,5l = 0,7 + 0,5 \cdot 3 = 2,2\text{м}$;

$$R_{1верт.} = \left(\frac{0,366 \cdot 2400}{3} \right) \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 3}{0,038} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 688,1 \text{ Ом}$$

4. Находим количество вертикальных заземлителей:

$$n_6 = \frac{R_6}{\eta_6 \cdot R_3}, \text{ где}$$

η_6 – коэффициент использования вертикальных заземлителей ($\eta_6=0,6$)

$$n_6 = \frac{688,1}{0,6 \cdot 80} = 14,3$$

5. Длина горизонтального заземлителя (полосы):

$$L = 1,05 \cdot n_6 \cdot a, \text{ где}$$

a – расстояние между уголками, м.

$$l = 1,05 \cdot 14,3 \cdot 4,5 = 67,6 \text{ м}$$

6. Определяем сопротивление растеканию горизонтального заземлителя:

$$R_{\text{зоп}} = \left(\frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.}}}{l} \right) \cdot \lg \frac{l^2}{d t'} = \frac{0,366 \cdot 2400}{67,6} \cdot \lg \frac{67,6^2}{0,5 \cdot 0,04 \cdot 0,7} = 71,6 \text{ Ом}$$

7. Определяем действительное сопротивление растеканию горизонтального заземлителя с учетом коэффициента использования

$$R'_2 = \frac{R_2}{\eta_6} = \frac{71,6}{0,295} = 242,7 \text{ Ом}$$

8. Сопротивление растеканию заземлителей с учетом сопротивления горизонтального заземлителя:

$$R'_6 = R'_2 \cdot R_3 / (R'_2 - R_3) = 242,7 \cdot 80 / (242,7 - 80) = \frac{19460}{162,7} = 119,34 \text{ Ом}$$

9. Определяем точное количество вертикальных заземлителей:

$$n_6 = \frac{R_6}{\eta_6 \cdot R'_6} = \frac{688,1}{0,6 \cdot 119,34} = \frac{688,1}{71,6} = 9,6 \text{ шт. - принимаем к установке } 10$$

вертикальных заземлителей.

РАЗДЕЛ 3. КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Организационно-экономическая часть дипломного проекта включает в себя следующие подразделы:

- 1 Исходные данные
 - 2 Характеристика структуры управления участка (подразделения);
 - 3 Организация производства и труда на участке (в подразделении);
 - 4 Планирование затрат работы участка:
 - 4.1 Расчет трудоемкости работ по обслуживанию оборудования и расчет численности персонала;
 - 4.2 Расчет фонда заработной платы;
 - 4.3 Расчет расхода вспомогательных материалов;
 - 4.4 Расчет платы за пользование электроэнергией,
 - 4.5 Расчет амортизации основных средств;
 - 5 Сводная смета затрат на обеспечение электроснабжения участка и анализ структуры сметы
 - 6 Расчет технико – экономических показателей работы участка
- Для систематизации информации студенту предлагаются таблицы.
Каждый этап расчета сопровождается пояснением и выводами.

РАЗДЕЛ 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Исходными данными для выполнения дипломного проекта являются результаты, приведенные в «Специальной части дипломного проекта», а также материалы, собранные на практике.

Исходные данные:

1. Характеристика производственного подразделения предприятия и участка (организационная и производственная схема рудника, фабрики или

другого цеха предприятия, годовой объем добычи руды по руднику, годовой объем работ по фабрике или другому цеху, по участку, схема управления участком).

2. Режим работы рудника, фабрики, другого цеха и участка (годовой, недельный, суточный), графики выходов на работу рабочих.

3. Основные рабочие места. Организация ремонтных работ горного (фабричного) и электрического оборудования, организация дежурной службы электрослесарей. Обязанности электромеханической (ремонтной) службы участка. Принципы построения графиков ППР.

4. Нормативы численности рабочих, занятых обслуживанием и ремонтом горного оборудования.

5. Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонта электрооборудования.

6. Нормативы численности рабочих для обслуживания силовых и осветительных сетей горизонта, участка.

7. Длительность отпуска в календарных днях проектируемых рабочих, количество невыходов в год по прочим причинам.

8. Годовая плата за 1 кВт заявленной максимальной мощности, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы, руб.; заявленная и зафиксированная в договоре наибольшая: получасовая электрическая мощность, совпадающая с периодом максимальной нагрузки энергосистемы; тарифная ставка за 1 кВт-час активной электроэнергии, руб.; расход активной электроэнергии рудником в год, кВт-час.

9. Перечень и количество электрооборудования, участвующего в работе участка, балансовая стоимость и норма амортизационных отчислений в год единицы оборудования каждого вида.

10. Часовые тарифные ставки по разрядам, разряды, системы оплаты труда, профессии рабочих электромеханической (ремонтной) службы.

11. Районный коэффициент в %; средний процент полярных надбавок; средний процент доплат по отдельным рабочим за работу в ночное, вечернее

время и по прочим причинам; размер дополнительной заработной платы в %; размер отчислений от заработной платы в единый социальный налог в %.

12. Расход материалов за год, их цена за единицу.

13. Перечень и количество электрооборудования, участвующего в работе участка, мощность в кВт, потребляемую единицей оборудования, коэффициент использования оборудования. Исходные данные занести в таблицу.

РАЗДЕЛ 3. КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Исходные данные в дипломной работе оформляются в виде следующих таблиц

Таблица 1- Производственные показатели работы участка

Наименование показателей	Единица измерения	Числовые значения
1	2	3
Производительность участка	т/год	

Таблица 2-Сведения по оплате труда (например)

Наименование профессии	Разряд	Тарифная ставка, руб/час	Премия, %	Доплаты, %
1	2	3	4	5
Электромонтер (электромонтер)	II			
Электромонтер(электромонтер)	IV			
Электромонтер(электромонтер)	VI			
Дежурный электромонтер (электромонтер)	x			

Таблица 3-Расход материалов

Наименование	Единица измерения	Годовой расход	Цена за единицу, руб.
1	2	3	4
Датчик импульсов	шт.		
Элемент АРП11	шт.		
Кабель МБС ТОF 319 Semperit 16мм	шт.		
Перчатки диэлектрические	пар.		
Боты диэлектрические	пар.		
и т.д.			
Итого:	x	x	?

Таблица 4-Потребители электроэнергии

Наименование электрооборудования	Кол-во единиц эл.оборудов.,шт.	Мощность двигателя, кВт	Кол-во работы, час/год	Коэффициент использования
Оборудование				

и т.д.				
Итого		х	х	х

Таблица 5-Показатели затрат электроэнергии

Вид и направление использования энергии	Единицы измерения	Плановая цена за единицу (руб.)
Электроэнергия на технологические цели	кВт.час.	

Таблица 6 - Сведения для расчета годовой амортизации оборудования

Наименование оборудования	Количество	Балансовая стоимость, руб	Годовая норма амортизации
1	2	3	
Оборудование 1			
и т.д.			
Итого			х

Таблица 7 – Нормы трудоемкости ремонтов оборудования

Оборудование	Норма трудоемкости, чел-ч				Количество единиц оборудования	Трудозатраты
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТР		
1	2	3	4	5	Шт. 6	чел-ч в год 7
Оборудование 1						
и т.д.						
Итого	?	?	?	?	х	?

Примечание. В зависимости от темы дипломного проекта исходные данные должны давать полную информацию для его выполнения.

2. Организация производства и труда

2.1. Организационная и производственная структура подразделения предприятия.

Дается описание предприятия, организационно-правовая форма, цели и функции предприятия, направления деятельности.

Приводится определение организационной структуры, описывается организационная и производственная структура предприятия, их расшифровка.

В производственной структуре указываются основные и вспомогательные участки; дается их расшифровка.

В организационной структуре управления приводится состав отделов и служб управления, их расшифровка.

2.2. Структура управления участком

Дать характеристику применяемой структуры управления. В структуре указать соподчиненность работников на участке, включая электромеханика (механика, энергетика) участка.

Дается характеристика работ и должностных обязанностей работников

2.3. Организация труда на участке

2.3.1. Годовой и суточный режим работы рудника и участка

В этом пункте дать определение понятию «режим работы», охарактеризовать, что определяет режим работы. Дать характеристику годового и суточного режима работы, прерывного и непрерывного режима работы. При описании режима работы рудника или фабрики (иного цеха), участка необходимо дать следующие сведения:

- применяемый режим работы;
- число рабочих смен в течение суток;
- продолжительность рабочей смены в часах и длительность междусменных перерывов;
- продолжительность рабочей недели (число рабочих и выходных дней).

Режим работы дать по профессиям рабочих, должностям служащих.

2.3.2. Календарные графики выходов рабочих на работу

Дать определение графика выходов рабочих. Привести классификацию графиков. Обосновать выбор проектируемых графиков рабочих. Составить график выходов на проектируемый месяц.

Пример составления графика выходов рабочих на месяц представлен в таблице 8

Таблица 8 - График выходов рабочих (при прямом чередовании смен и четырьмя рабочими днями для дежурного персонала, с пятью рабочими днями двумя выходными для ремонтного персонала)

Профессия	Числа месяца																												Итого						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29	30	31			
Деж. электрослесари	А	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1	2	3	
	Б	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2	3	3	
	В	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	2	3	3
	Г	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	3	4
Рем. электрослесари		1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	3	

Условные обозначения:

1, 2, 3 – номера смен, 0 - выходные и праздничные дни.

Примечание.

- пояснить чередование смен: **прямое или обратное;**
- указать вид графика: **прерывный или скользящий;**
- пояснить условные обозначения;
- указать время начала и окончания смен.

2.3.3. Основные рабочие места, их организация

- В этом пункте необходимо описать:
- виды выполняемых ремонтов (текущий ремонт, капитальный ремонт)
- организацию ремонтов электрооборудования в условиях цеха и подразделения;
- конкретные виды осуществляемых на предприятии ремонтов оборудования;
- планирование ремонтов;
- кратко указать, как строится график ППР;
- обязанности ремонтной и дежурной службы;
- основные требования, предъявляемые к условиям труда;

2.2.4. Формы и системы оплаты труда

Дать определения формам и системам оплаты труда. Обосновать и раскрыть сущность принятых в проекте форм и систем оплаты труда рабочих.

Указать:

- тарифные разряды выполняемых работ;
- тарифные разряды рабочих;
- данные положения о премировании

Указать конкретно по каким системам оплаты труда оплачиваются рабочие проектируемых профессий.

2.3.3. Проектируемый баланс рабочего времени

В данном пункте дать определения ежегодного производственного календаря, годового баланса рабочего времени по календарю.

Таблица заполняется на основании производственного календаря на проектируемый год, практических данных, полученных на предприятии.

Для определения годового фонда рабочего времени и коэффициента списочного состава, необходимо составить баланс рабочего времени.

Баланс рабочего времени составляется в соответствии с режимом работы предприятия.

Таблица 9 - Проектируемый баланс рабочего времени

№ п/п	Элемент баланса рабочего времени	Электрослесари-ремонтники (при пятидневной рабочей неделе)	Дежурные электрослесари (при рабочем графике, отличном от пятидневной рабочей недели)
1	Календарное число дней в году	365	365
2	Число нерабочих дней подразделения	?	-
3	Число рабочих дней подразделения (Номинальный фонд рабочего времени)	?	?
4	Планируемые невыходы рабочего в течение года, в т.ч.:	сумма строк 4.1-4.6	сумма строк 4.1-4.6
4.1	Очередной отпуск в календарных днях	Исх.данные	Исх.данные
4.2	Выходные дни	-	?
4.3	Праздничные дни по календарю	Исх.данные	Исх.данные
4.4	Дни болезни	Исх.данные	Исх.данные
4.5	Выполнение общественных и государственных обязанностей	Исх.данные	Исх.данные
4.6	Прочие невыходы (командировки, дополнительный отпуск)	Исх.данные	Исх.данные
5	Количество планируемых рабочих дней в год в среднем на рабочего (Эффективный фонд рабочего времени)	гр.1 – гр.4	гр.1 – гр.4
6	Продолжительность рабочего дня, час.(в соответствии с режимом работы работника)	?	?
7	Годовой фонд времени работника (количество рабочих часов в год в среднем на одного человека) (в соответствии с режимом работы работника), час. (гр6*гр.5)	гр6*гр.5	гр6*гр.5
8	Коэффициент списочного состава	?	?

Число рабочих дней подразделения (Номинальный фонд рабочего времени) рассчитывается:

Календарное число дней в году – Число нерабочих дней подразделения.

При непрерывном режиме работы **Номинальный фонд рабочего времени равен Календарному фонду времени.**

Планируемый **Эффективный фонд рабочего времени работника** рассчитывается:

Число рабочих дней подразделения (Номинальный фонд рабочего времени) – Планируемые невыходы рабочего в течение года

Коэффициент списочного состава находится путем деления **числа рабочих дней подразделения** на **плановое количество рабочих дней в год в среднем на одного рабочего**.

Очередной и дополнительный отпуск в календарных днях берется по участку. При пятидневной рабочей неделе количество праздничных дней берется из Производственного календаря на текущий год (утверждается ежегодно Правительством РФ). В производственном календаре приведена норма рабочего времени на месяцы, кварталы и год в целом при 40-, 36- и 24-часовых рабочих неделях, а также количество рабочих и выходных дней при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями.

Выходные дни работника считаются следующим образом:

От номинального фонда рабочего времени участка отнимаются календарные дни отпуска, затем полученное число делится на 7 и умножается на 2.

3. Планирование затрат по электроснабжению участка (или иному процессу)

Целью данных разделов дипломного проекта является определение затрат на электроснабжение подразделения цеха или по иному процессу, в том числе и на единицу продукции. Например, заданием может быть определен расчет затрат:

- по электроснабжению участка;
- по транспортированию руды;
- по ремонту внутрирудничного транспорта;
- по содержанию и ремонту конвейерных линий и т. п.

При планировании затрат на электроснабжение участка учитываются следующие статьи затрат:

- материалы;
- электроэнергия;

- затраты на оплату труда производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизационные отчисления;
- прочие затраты.

Затраты определяются за год.

3.1 Расчет трудоемкости работ по обслуживанию оборудования и расчет численности персонала

Для расчета планового фонда заработной платы работников предприятия необходимо рассчитать списочную численность работников. Для расчета численности в курсовой работе применяется два метода:

- а) для работников, занятых непосредственно обслуживанием оборудования (электрослесарей-ремонтников) – в соответствии с трудоемкостью работ по обслуживанию оборудования
- б) для остальных работников (дежурных электрослесарей) – в соответствии с количеством рабочих мест и сменностью работы

3.1.1 Для расчета трудоемкости работ по обслуживанию оборудования необходимо составить график технического обслуживания и ремонта оборудования.

В зависимости от характера и объема проводимых работ ГОСТ 18322—78 плановые мероприятия при эксплуатации оборудования подразделяются на ежедневное (ЕТО) и периодическое (ТО-1 и ТО-2) технические обслуживания и текущий ремонт (ТР).

Ежесменное техническое обслуживание — основное и решающее профилактическое мероприятие, призванное обеспечить надежную работу оборудования между ремонтами.

При проведении ТО-1 выполняются все операции ЕТО, проверяется техническое состояние оборудования, выявляются и устраняются неисправности, заменяются изношенные элементы.

ТО-2 включает в себя все операции ТО-1, очистку внутренних узлов и поверхностей оборудования, замену смазки, перезарядку фильтров, восстановление антикоррозийных покрытий. ТР, помимо специальных работ, включает в себя все операции ТО-1 и ТО-2.

Более подробно содержание работ при проведении ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТР должно быть раскрыто в соответствующих разделах системы технического обслуживания и текущего ремонта применительно к конкретным группам оборудования.

Таким образом, регламентируются следующие виды работ.

ежедневное техническое обслуживание - ЕТО,

техническое обслуживание (ежемесячное) - ТО-1,

техническое обслуживание (полугодовое) - ТО-2,

текущий ремонт – ТР – один раз в год.

Объем трудозатрат при различной загрузке оборудования определяется по формуле

$$T_{об} = T_{ЕТО} \times \Pi_1 + T_{ТО-1} \times \Pi_2 + T_{ТО-2} \times \Pi_3 + T_{ТР} \quad (1)$$

где $T_{об}$ - трудозатраты на обслуживание и ремонт оборудования, чел-ч.;

$T_{ЕТО}$, $T_{ТО-1}$, $T_{ТО-2}$, $T_{ТР}$ - трудозатраты, чел-ч.;

Π_1 - продолжительность работы оборудования, дней;

Π_2 - число месяцев работы оборудования;

$\Pi_3 = 1$ при работе оборудования до 6 месяцев;

$\Pi_3 = 2$ при работе оборудования свыше 6 месяцев.

Общие трудозатраты на ТО-2 и ТР определяются по формуле

$$T_{(ТО-2)П} = T_{ТО-1} + T_{ТО-2} \quad (2)$$

где $T_{(ТО-2)П}$ - полные трудозатраты при проведении ТО-2, чел-ч

$$T_{ТРП} = T_{ТР} + T_{ТО-1} + T_{ТО-2} \quad (3)$$

где $T_{\text{ТР.П}}$ - полные трудозатраты при выполнении текущего ремонта, чел-ч.

Пример расчета

Пример расчета численности персонала, занятого техническим обслуживанием электрооборудования на основе норм трудоемкости.

На участке имеется три объекта ТРК-4-13, два ТРК-300М и пять насосов-6,5-13 и четыре резервуара 4-25. Продолжительность работы ТРК-4-13 равна 212 суток, ТРК-300М работают с круглогодичной загрузкой, Насосы-6,5-13 работают 3 месяца в году.

Для определения численности персонала, занятого техническим обслуживанием и текущим ремонтом, заносим данные о трудозатратах на ежедневное обслуживание (ЕТО), ежемесячное техническое обслуживание (ТО-1), полугодовое техническое обслуживание (ТО-2) и текущий ремонт (ТР) в таблицу графы 2, 3, 4, 5; количество единиц оборудования – графа 6.

В графе 7 рассчитываем суммарные трудозатраты человеко-часов в год.

Таблица – Пример расчета трудоемкости ремонта и технического обслуживания оборудования АЗС

Оборудование	Норма трудоемкости, чел-ч				Количество единиц оборудования	Трудозатраты
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТР		
1	2	3	4	5	6	7
ТРК-4-13	4,80	22,45	20,0	183,6	3	5420
ТРК-300М	1,11	5,38	4,58	43,1	2	
Резервуар -4-25	-	-	-	20,8	4	
Насос-6,5-13	-	1,87	1,4	10,4	5	
Итого:	3870	630	150	770		

По данным таблиц трудоемкости рассчитывается трудоемкость в чел. ч/год

$$\Sigma T_{\text{ЕТО}} = 4,80 \times 212 \times 3 + 1,11 \times 365 \times 2 = 3870$$

$$\Sigma T_{\text{ТО-1}} = 22,45 \times 7 \times 3 + 5,38 \times 12 \times 2 + 1,87 \times 3 \times 5 = 630$$

$$\Sigma T_{\text{ТО-2}} = 20 \times 2 \times 3 + 4,58 \times 2 \times 2 + 1,4 \times 5 = 150$$

$$\Sigma T_{\text{ТР}} = 183,6 \times 3 + 43,1 \times 2 + 10,4 \times 5 + 20,8 \times 4 = 770$$

по формуле (1)

$$T_{\text{об}} = 3870 + 630 + 150 + 770 = 5420$$

С учетом годового фонда рабочего времени одного человека, рассчитывается списочная численность персонала (электромонтеров по обслуживанию оборудования), необходимая для проведения квалифицированных работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту оборудования на объекте

$$N_{\text{яв}} = T_{\text{тр.п}} / \text{Годовой фонд времени работника} \quad (4)$$

где $N_{\text{яв}}$ – явочная численность персонала

Для расчета **списочной численности** персонала используется формула:

$$N_{\text{сп.}} = N_{\text{яв.}} * K_{\text{сп.с.}} \quad (5)$$

где $N_{\text{сп.}}$ – списочная численность рабочих, она определяется в целых числах и записывается в штатное расписание;

$N_{\text{яв}}$ – явочная численность

$K_{\text{сп.с.}}$ – коэффициент списочного состава

На основании расчетов из предыдущего примера:

С учетом количества рабочих часов в год в среднем одного человека (Баланс рабочего времени), например, равного 1890 ч/год, рассчитывается явочная численность персонала (электромонтеров-ремонтников), необходимая для проведения квалифицированных работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту оборудования на объекте

$$N = \frac{5420}{1890} = 2,9$$

По формуле (5) $N_{\text{сп.}} = N_{\text{яв.}} * K_{\text{сп.с.}}$ рассчитываем списочную численность работников.

$K_{\text{сп.с.}}$ рассчитывается в Таблице 9.

Для выполнения работы используются исходные данные, приведенные в таблице 7.

Количество единиц оборудования берется из исходных данных. Трудозатраты рассчитываются и заносятся в таблицу 10

Таблица 10 - Нормы трудоемкости ремонта и технического обслуживания оборудования

Оборудование	Норма трудоемкости, чел-ч				Количество единиц оборудования	Трудозатраты
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТР	Шт.	чел-ч в год
1	2	3	4	5	6	7
Оборудование 1						
и т.д.						
Итого	?	?	?	?	x	?

После расчета списочной численности всех электромонтеров по обслуживанию электрооборудования принимаем слесарей II разряда 20%, слесарей IV разряда 50% и слесарей VI разряда 30% от общей численности (или автор сам определяет необходимую пропорцию)

3.1.2 Списочная численность дежурных электромонтеров, исходя из количества рабочих мест и сменности работы, может быть рассчитана по следующей по формуле:

$$N_{\text{сп.}} = m * n * s * K_{\text{сп. с.}} \quad (6)$$

где **m** – количество рабочих, обслуживающих одно рабочее место,

n – количество рабочих мест,

s – количество смен в сутки (в соответствии с графиком выходов работников)

3.1.3 На основе расчета списочной численности **всех** рабочих следует составить штатное расписание по профессиям рабочих.

Дать определение штатному расписанию.

Таблица 11 - Штатное

расписание

Наименование профессии рабочих	Тарифный разряд	Списочная численность рабочих, чел.	Тарифная ставка, руб	
			за час	за смену
Дежурный электромонтер	?	?	?	?
Электромонтер по ремонту электрооборудования	II	?	?	?
Электромонтер по ремонту электрооборудования	IV	?	?	?
Электромонтер по ремонту электрооборудования	VI	?	?	?
Всего	x	?	x	x

3.2. Расчет фонда оплаты труда

Дать определения формам и системам оплаты труда. Обосновать и раскрыть сущность принятых форм и систем оплаты труда рабочих на участке;

В состав фонда заработной платы включается основная и дополнительная заработная плата работников:

Основная заработная плата включает:

оплата за отработанное время, в том числе: заработная плата, начисленная по тарифным ставкам, окладам и сдельным расценкам; премии и вознаграждения, носящие регулярный или периодический характер, независимо от источников их выплаты; доплаты и надбавки к тарифным ставкам и окладам; надбавки за выслугу лет; доплаты по районным коэффициентам; надбавки за работу на Севере и в других районах с тяжелыми природно-климатическими условиями; доплаты за работу во вредных или опасных условиях и на тяжелых работах; доплаты за работу в ночное время, выходные и праздничные дни и за сверхурочную работу; оплата отгулов; оплата за обучение и подготовку кадров

Дополнительная заработная плата включает:

оплата за неотработанное время, в том числе: оплата ежегодных и дополнительных отпусков; оплата дополнительных отпусков, предоставляемых

по коллективным договорам; оплата льготных часов подростков; оплата учебных отпусков; оплата за периоды обучения, повышения квалификации и переквалификации; оплата труда за время выполнения государственных или общественных обязанностей; единовременные (разовые) премии независимо от источников их выплаты; вознаграждение по итогам работы за год; годовое вознаграждение за выслугу лет; денежная компенсация за неиспользованный отпуск и др.

При расчете **годового фонда заработной платы** рабочих необходимо использовать данные, взятые по подразделению предприятия (участку): размер премии, доплат, районного коэффициента, полярных надбавок, дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы рабочих занятых в проектируемом процессе рассчитывается по форме, приведенной в таблице 12.

Полученный итог заноситься в соответствующую статью в сводной смете затрат.

Примечание к таблице 12

Графы 1,2,3,4,5,6,7 заполняются по данным **таблицы 11** «Штатное расписание».

В графе 2 указывается полное наименование профессии рабочих.

В графе 3 указывается система оплаты труда, применяемая на предприятии.

В графе 4 указывается тарифный разряд рабочего, чья годовая заработная плата рассчитывается.

В графе 5 указывается часовая тарифная ставка (из Исходных данных).

В графе 6 указываются данные из таблицы 9 (Проектируемый баланс рабочего времени).

1. Количество рабочих часов в год на 1 рабочего берется из **таблицы 9** «Проектируемый баланс рабочего времени».

2. Размер доплат можно принять при отсутствии ночных и вечерних смен 7 %, при наличии таких смен **30%**.

3. Размер премии **60%**;
4. Размер дополнительной заработной платы **25-30%**.
5. Доплаты берутся от заработной платы по тарифу, премии берутся от заработной платы с учетом доплат. Районный коэффициент и полярные надбавки начисляются на заработок с учетом доплат и премий.

Порядок расчета показателей таблицы 12:

$$\text{гр. 8} = \text{гр.6} * \text{гр.7}$$

$$\text{гр. 9} = \text{гр. 5} * \text{гр. 8}$$

$$\text{гр.11} = \text{гр.9} * \text{гр.10}/100$$

$$\text{гр. 12} = \text{гр. 9} + \text{гр. 11}$$

$$\text{гр. 14} = \text{гр. 12} * \text{гр. 13}/100$$

$$\text{гр. 15} = \text{гр. 12} + \text{гр. 14}$$

$$\text{гр. 17} = \text{гр. 15} * \text{гр. 16}/100$$

$$\text{гр. 19} = \text{гр. 15} * \text{гр. 18} / 100$$

$$\text{гр. 20} = \text{гр. 15} + \text{гр. 17} + \text{гр.19}$$

$$\text{гр. 22} = \text{гр. 20} * \text{гр. 21} / 100$$

$$\text{гр. 23} = \text{гр. 20} + \text{гр. 22}$$

Итоговая сумма в рублях записывается в соответствующую статью в сводной смете затрат.

После расчета годового фонда оплаты труда определяется средняя заработная плата рабочих за год и за месяц по формулам:

$$Z_{\text{ср_год}} = \frac{\sum Z_{\text{год}}}{N_{\text{раб}}} [\text{руб}], \quad Z_{\text{ср_мес}} = \frac{Z_{\text{ср_год}}}{N_{\text{мес}}} [\text{руб}]$$

$N_{\text{раб}}$. — количество рабочих по штатному расписанию;

$N_{\text{мес}}$. — количество месяцев в году.

3.3. Расчет стоимости расхода основных и вспомогательных материалов

В данном пункте необходимо привести определение оборотных фондов.

Вспомогательные материалы необходимы для обеспечения технологического процесса производства и представляют собой, например, смазки, рабочие жидкости, защитные материалы, катализаторы и т.д.

К хозяйственным принадлежностям относятся инструменты, приспособления, инвентарь, спецодежда и других средства индивидуальной и коллективной защиты, предусмотренных законодательством и другого имущества, не являющихся амортизируемым имуществом. Стоимость такого имущества включается в состав материальных расходов в полной сумме по мере ввода его в эксплуатацию или списания в производство.

Расход материалов за год определяется исходя из планового объема работ за год и удельных норм расхода материалов на единицу объема работ.

Удельная норма расхода материалов и цена за единицу принимается на основе практических данных.

Полученные результаты сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 - Расчет стоимости расхода материалов

№ п/п	Наименование	Годовой расход	Цена за единицу в рублях	Стоимость в рублях
1	Вспомогательные материалы:	?		?
	Солидол (например)	?		?
	Керосин	?		?
2	Зап. части	?		?
	И т.д.	?		?
3	Инвентарь и спецодежда	?		?
	Итого	х	х	?
	Неучтенные материалы (15 % от «Итого»)	х	х	?
	Всего:	х	х	?

Итоговая сумма в рублях записывается в соответствующую статью в сводной смете затрат.

3.4 Расчеты затрат на электроэнергию

Расходы на электричество составляют значительную часть эксплуатационных затрат участка рудника.

Основной расход электроэнергии – это электроэнергия на технологические цели.

В качестве плановых цен за энергоресурсы принять цены и тарифы, действующие на предприятии, где работает или проходит практику студент. Годовой расход электроэнергии берется из отчетных документов предприятия, либо значения расхода выдаются руководителем курсовой работы.

При оплате электроэнергии по двухставочному тарифу, т.е. оплачивается потребленная активная электроэнергия по одному тарифу, а часы максимума нагрузки оплачиваются по другому тарифу, расчет стоимости полной энергии, потребляемой предприятием (рудником, участком и п.п.) в год рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{руб} = a \times P_3 + B \times W, \text{ где}$$

a – годовая плата за кВт максимума нагрузки; P_3 – годовая максимальная нагрузка заявленная и зафиксированная в договоре; B – тарифная ставка за 1 кВт*час потребленной активной энергии в год; W – расход активной энергии в год.

Данные берутся на основе сведений, полученных по предприятию (руднику, участку и т.п.).

Стоимость одного киловатт-часа активной энергии по предприятию (производственному подразделению (цеху, участку и т.п.) рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{C_{руб}}{W} [\text{руб}]$$

Далее заполняется таблица 14.

Таблица 14-Расчет платы за пользование электроэнергией

Наименование единиц электрооборудования	Количество единиц электрооборудования	Мощность двигателя единицы эл. оборудования, Вт	Суммарная мощность в Вт	Количество часов работы эл. оборудования в год	Коэффициент использования	Годовой расход (потребление) электроэнергии, кВт	Стоимость одного кВт*ч	Затраты на электроэнергию
1	2	3	4	5	6	7	8	9
			гр.2*гр.3			гр.4*гр.5*гр.6		гр.7*гр.8
1.								
2.								
3. и т.д.								
Итого:	х	х	х	х	х		х	
Неучтенное оборудование - 10 %	х	х	х	х	х		х	
Потери электроэнергии - 15 %	х	х	х	х	х		х	
Итого	х	х	х	х	х		х	

Примечание к таблице 14.

Потери электроэнергии приняты 15 %.

Итоговая сумма в рублях записывается в соответствующую статью в сводной смете затрат.

При оплате электроэнергии по одноставочному тарифу расчет упрощается, в таблицу 14 заносятся сразу исходные данные – стоимость 1 кВт*часа электроэнергии.

3.5. Расчет амортизации основных фондов

В данном пункте необходимо привести определение основных фондов, основных средств, амортизации, амортизационных отчислений, перечислить способы начисления амортизации основных средств. Дать характеристику линейному способу начисления амортизации, который применяется в курсовом проекте.

При расчете амортизационных отчислений учитывается все оборудование, участвующее в проектируемом процессе и перечисленное в исходных данных

Сумма амортизационных отчислений в год определяется по формуле:

$$A = \frac{\Phi \times H_A}{100}, \text{руб.},$$

где Φ – стоимость электрооборудования, руб.;

H_A – годовая норма амортизации, %;

Расчеты амортизационных отчислений сводятся в таблицу 15.

Итоговая сумма в рублях записывается в соответствующую статью в сводной смете затрат.

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений

Оборудование	Количество	Первоначальная стоимость, руб.	Общая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Годовая сумма амортизации, руб.
1	2	3	4	5	6
			гр.2*гр.3		гр.4*гр.5/100
1.					
2.					
и т.д.					
Всего:	х	х	х	х	
Неучтенное оборудование, % от «Всего»	х	х	х	х	
Итого:	х	х	х	х	

4 Сводная смета затрат на обеспечение электроснабжения участка и анализ структуры затрат

Главной целью экономической части работы является определение затрат на обеспечение электроснабжения участка, в том числе и на единицу продукции. При планировании затрат на электроснабжение учитываются следующие статьи затрат:

- 1) фонд заработной платы рабочих;
- 2) отчисления от фонда заработной платы;
- 3) затраты на основные и вспомогательные материалы;
- 4) амортизация основных производственных фондов;
- 5) затраты на электроэнергию.

Составление сметы затрат по обеспечению электроснабжения участка является конечным результатом всех выполненных расчетов. В сводной смете затрат определяется общая сумма по статьям расходов по проектируемому процессу.

Отчисления на социальные нужды принимаются в соответствии с действующим законодательством.

Данные для сметы затрат берутся из предыдущих расчетов

Таблица 16 - Сводная смета затрат по обеспечению электроснабжения участка

№ стр.	Статьи затрат	Сумма затрат, руб.	Затраты на единицу продукции, руб/т	Удельный вес статей затрат в себестоимости, %
1	2	3	4	5
1	Затраты на вспомогательные материалы и запчасти			
2	Затраты на электроэнергию			
3	Затраты труда на заработную плату производственных рабочих			
4	Отчисления от фонда заработной платы в Фонды социального страхования			
5	Амортизационные отчисления			
6	Прочие затраты (если имеются)			
7	Итого			100,0

Для расчета затрат на единицу продукции необходимо каждую статью затрат разделить на объем продукции, выпускаемого участком.

Чтобы рассчитать удельный вес статей затрат в себестоимости, необходимо каждую статью разделить на итог и умножить на 100.

Расчет сводной сметы затрат завешается анализом структуры затрат, а именно выделяются затраты, занимающие наибольший и наименьший удельный вес с указанием возможных причин.

5 Техничко-экономические показатели работы участка

Хозяйственная деятельность предприятия характеризуется определенной системой технико –экономических показателей.

Технико-экономические показатели - система измерителей, характеризующая материально-производственную базу предприятий (производственных объединений) и комплексное использование ресурсов. Технико-экономические показатели применяются для планирования и анализа организации производства и труда, уровня техники, качества продукции, использования основных и оборотных фондов, трудовых ресурсов; являются основой при разработке техпромфинплана предприятия, установления прогрессивных технико-экономических норм и нормативов.

Все технико – экономические показатели тесно взаимосвязаны между собой, а каждый из них характеризует определенную сторону деятельности предприятия или отдельного подразделения.

Показатели рассчитываются на основе ранее полученных данных и записываются в таблицу 17.

Таблица 17 -Технико-экономические показатели по процессу

№ стр.	Наименование показателя	Единица измерения	Показатели
1	2	3	4
1	Годовой объем выпуска руды, (концентрата) и т.п.	тыс. т	исх. данных
2	Годовое потребление электроэнергии	кВт*ч	
3	Стоимость одного кВт*ч	руб.	
4	Расход электроэнергии на производство единицы продукции	кВт*ч/т	стр.2/стр.1
5	Затраты на электроэнергию	руб.	
6	Списочная численность электротехнического персонала	чел.	
7	Энерговооруженность труда	кВт*ч/чел.	стр.2/стр.6
8	Трудоемкость работ по обслуживанию оборудования	чел.часы	Итог по таб.10
9	Годовой фонд заработной платы электротехнического персонала	руб.	Итог по таб.12
10	Средняя зарплата одного рабочего в месяц	руб.	
11	Затраты на обеспечение электроснабжения участка	руб.	итог гр.3 таб.16
12	Затраты на обеспечение электроснабжения на единицу продукции	руб./т	итог гр.4 таб.16

При проведении модернизации, замене оборудования или схемы электроснабжения, необходимо указать, каким способом проводятся мероприятия - подрядным или хозяйственным способом.

Далее необходимо рассчитать сумму капитальных затрат (вложений) (K_M) на проведение модернизации, в составе которых учитывается:

стоимость приобретаемого или создаваемого оборудования,
стоимость работ по монтажу,
стоимость пуско-наладочных работ,
зарплата рабочих, занятых работами по модернизации,
отчисления в фонды социального страхования от заработной платы этих рабочих,

стоимость использованных материалов
и прочие затраты.

Далее необходимо составить новую смету затрат на электроснабжение участка с учетом работы нового оборудования и рассчитать технико-экономические показатели работы участка в новых условиях.

Для финансово-экономической оценки проекта необходимо рассчитать следующие показатели:

1 Экономия от внедрения мероприятия:

$$\mathcal{E} = C_b - C_p, \text{ где}$$

C_b - затраты по базовому варианту (до введения нового оборудования);

C_p - приведённые затраты по новому варианту;

2 Фактический срок окупаемости

$$T_{\phi} = K_m / \mathcal{E}, \text{ где}$$

K_m - капитальные вложения;

После сравнения технико-экономических показателей базового и нового вариантов, необходимо сделать соответствующие выводы о целесообразности проведения модернизации, замене схемы электроснабжения и т. п., то есть дать обоснования принятия выбранного варианта.

В заключении делаются выводы по всей проделанной работе. Подчеркивается актуальность темы и расчетов, приводятся предложения по улучшению результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

- 1 Гуреева, М.А. Экономика нефтяной и газовой промышленности: учебник для СПО. М.А. Гуреева. - М.: Академия, 2011.
- 2 Гомола, А.И. Экономика для профессий и специальностей социально-экономического профиля : учебник для НПО и СПО / А.И. Гомола, В.Е. Кириллов, П.А. Жанин. - 3-е изд. - М. : Академия, 2012. - 336 с. - (Начальное и среднее профессиональное образование.
- 3 Экономика предприятия (в схемах, таблицах, расчётах) : учебное пособие для вузов / В.К. Складенко, В.М. Прудников, Н.Б. Акуленко и др.; под ред. В.К. Складенко, В.М. Прудникова. - М. : ИНФРА-М, 2012. - 255 с.

Дополнительная литература:

- 4 Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учебное пособие для сред. проф. образования / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котелец, Н.И. Сентюрихин; под общ. Ред. Н.Ф. Котеленца. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.
- 5 Гурин Н.А., Янукович Г.И. электрооборудование промышленных предприятий и установок. Дипломное проектирование: Учебное пособие, Мн.: Выш.шк., 1990.
- 6 Курс предпринимательства (учебник) – М.: Финансы издательское объединение «Юнити» под ред. В.Я. Горфинкель, 1997.
- 7 Лобанов Н.Я. , Торцев В.Г. Экономика, организация и планирование на горнорудных предприятиях. – М.: Недра, 1986.
- 8 Лобанов Н.Я. Экономика, организация и планирование на горнорудных предприятиях / Н.Я. Лобанов, В.Г. Торцев. – М.: Недра, 1986.
- 9 Поляков И.А., Ремизов К.С. Методика экономических расчетов по кадрам, труду и заработной плате на промышленных предприятиях. – 6-е издание, переработанное и дополненное – М.: Экономика, 2009.

Интернет-ресурсы:

10 Специализированный информационно-экономический ресурс Экономика и бизнес <http://www.businessbasis.ru/>

11 Экономический сайт. Справочник экономиста <http://www.catback.ru/>

12 Экономический информационный сайт стратегическое управление и планирование <http://www.stplan.ru/>

Определение трудоемкости ремонта [1]

Нормативное время ремонта зависит от типа электрической машины (I – коллекторная; II – синхронная; III – с фазным ротором) и ее конструктивного исполнения, частоты вращения, напряжения и вида ремонта. Для низковольтных асинхронных двигателей (менее 1000 В) с короткозамкнутой обмоткой ротора мощностью до 630 кВт и частотой вращения 1500 об/мин используются нормы трудоемкости ремонта, представленные в табл.1.

Таблица 1 – Нормы трудоемкости ремонта низковольтного асинхронного электродвигателя (менее 1000 В) с короткозамкнутой обмоткой ротора мощностью до 630 кВт и частотой вращения 1500 об/мин (базовый асинхронный двигатель)

Мощность, кВт	Нормы трудоемкости ремонта, чел*ч		Мощность, кВт	Нормы трудоемкости ремонта, чел*ч	
	Капитальный	Текущий		Капитальный	Текущий
до0,8	11	2	56...75	69	15
0,8...1,5	12	2	76...100	85	18
1,6...3,0	13	3	101...125	110	22
3,1...5,5	15	3	126...160	130	27
5,6...10,0	20	4	161...200	140	30
11...17	27	6	201...250	155	33
18...22	32	7	251...320	175	36
23...30	40	8	321...400	195	40
31...40	47	10	401.500	225	44
41...55	55	12	501...630	260	52

Для расчета норм трудоемкости ремонта других электрических машин вводятся следующие дополнительные коэффициенты трудоемкости: K_n – для скоростей, отличных от 1500 об/мин; $K_{и}$ – для напряжения питания свыше 1000 В; K_t – для других типов машин. Значения этих коэффициентов следующие.

Корректирующие коэффициенты:

n, об/мин..... 3000 1500 1000 750 600 500

K_n 0,8 1,0 1,1 1,2 1,4 1,5

Тип машины I I II II III III

K_t 1,8 1,2 1,3

Напряжение, В от 1000 до 3300 свыше 3300 до 6600

$K_{и}$ 1,7 2,1

Трудоемкость капитального M и текущего m ремонтов электрической машины мощностью j можно определить по следующим формулам:

$$M_j = M_{j \text{ баз}} * K_n * K_t * K_{и},$$

$$m_j = m_{j \text{ баз}} * K_n * K_t * K_{и},$$

где $M_{j \text{ баз}}$, $m_{j \text{ баз}}$ – трудоемкость соответственно капитального и текущего ремонтов базового асинхронного двигателя мощности j (показатели таблицы 1)

Пример расчета.

Определить трудоемкость капитального и текущего ремонтов синхронного двигателя мощность 500 кВт, напряжением 3,3 кВ, имеющего номинальную скорость 600 об/мин.

$$M_{500} = M_{j \text{ баз}} * K_n * K_t * K_{и} = 225 * 1,4 * 1,2 * 1,7 = 643 \text{ чел*ч},$$

$$M_{j500} = m_{j \text{ баз}} * K_n * K_t * K_{и} = 44 * 1,4 * 1,2 * 1,7 = 126 \text{ чел*ч}.$$

Значения коэффициентов $\beta_{и}$, $\beta_{р}$

Кф.с. / Кс 0,5 0,75 1,0 1,1 1,2 1,3

$\beta_{и}$ 1,3 1,1 1,0 0,9 0,8 0,7

Ксм.....1 1,25 1,5 1,75 2 2,5 3

Вр.....2 1,6 1,35 1,13 1 0,8 0,67

Приложение В.

Таблица 1 – Продолжительность ремонтного цикла и межремонтного периода
для электрических машин

Условия работы электрических машин	Ттабл, лет	Ттабл, мес
Сухие помещения ($K_c = 0,25$)	12	12
Горячие, гальванические и химические цеха ($K_c = 0,450$)	4	6
Загрязненные цеха – деревообработки, сухой шлифовки и т.п. ($K_c = 0,25$)	6	8
Длительные циклы непрерывной работы с большой нагрузкой – приводы насосов, компрессоров и т.д ($K_c = 0,75$)	9	9

Таблица 2 – Продолжительность ремонтного цикла и межремонтного периода
электрооборудования, работающего в нормальных условиях

Наименование электрооборудования	Ттабл, лет	Ттабл, мес
Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	14	24
Электросварочные трансформаторы	6	12
Электropечные трансформаторы	6	6
Высокочастотные установки	5	3
Грузовые электромагниты	6	2
Электropечи (в зависимости от типа)	3	1...2
Полупроводниковые преобразовательные устройства:		
• неуправляемые,	9	6
• управляемые	6	6
Силовые распределительные шкафы	3	3
Внутрицеховые силовые и осветительные сети	3	3

Светильник в комплекте с пускорегулирующим устройством	3	3
Масляные и воздушные выключатели	6	12
Комплексные распределительные устройства (КРУ)	6	12
Кабельные силовые сети (в зависимости от режима работы)	6...15	4...12
Воздушные сети на деревянных опорах	6	12
Воздушные сети на металлических опорах	9	12
Пусковые и регулировочные реостаты	3	12

Таблица 3 – Продолжительность межремонтного цикла $T_{табл}$ и межремонтного периода $t_{табл}$ для отдельных видов электрооборудования при двухсменной работе

Наименование электрооборудования	$T_{табл}$, лет	$T_{табл}$, мес
Автоматические выключатели на силу тока до 1000 А с рычажным и электромагнитным приводами	6	12
Контакты переменного и постоянного тока на силу тока до 600 А	7	6
Магнитные пускатели для электродвигателей мощностью до 75 кВт	5	6
Переключатели на силу тока до 600 А	6	12
Распределительные силовые пункты	10	12
Токопроводы на напряжение 0,4 кВ и силу тока до 600 А	15	-

Таблица 4 – Периодичность текущих и капитальных ремонтов трансформаторов

Категория трансформатора	Текущий ремонт с испытаниями, лет			Капитальный ремонт с испытаниями, лет	
	Трансформатор без РПН	Трансформатор с РПН	Система охлаждения Д, ДЦ, Ц	Первый после включения	Последующие
Главные трансформаторы электростанций и подстанций	2	1	1	12*	По мере необходимости в зависимости от результатов испытания и состояния трансформатора
Трансформаторы собственных нужд электростанций:					
основные	2	1	1	12**	
резервные	2	1	1	12**	
Трансформаторы в зоне загрязнения	По местным инструкциям	1	1	По мере необходимости	
Остальные трансформаторы	4	1	1		

* Внеочередной ремонт устройства РПН – после определенного числа операций (по указанию завода изготовителя).

** Для трансформаторов напряжением 110 кВ и выше и мощностью 80 МВ*А и более; для остальных - по мере необходимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указания по расчёту электрических нагрузок. Технический циркуляр ВНИПИ Тяжпромэлектропроект №358–90 от 1 августа 2010 г. -250с
2. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2011. – 255 с.: ил.
3. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г. М. Кнорринга. Л.: «Энергия», 2011. – 340с.
4. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: Учеб. пособие для студ. учреждений СПО. – М.: Издательство «Мастерство»; Высшая школа, 2011. – 320 с.: ил.
5. Сибикин, М.Ю. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - Москва: Директ-Медиа, 2014. - 463 с.: ил., схем., табл. - ISBN 978-5-4458-5745-7; То же [Электронныйресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230560> Университетская библиотека
6. Шеховцов В. П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2015.- 430с.
7. Справочник по проектированию электроснабжения/Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 2011. – 354с.
8. Федоров А. А., Старкова Л. Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2012.- 240с.
9. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М: Энергоатомиздат,2013. – 608 с.
10. Грибов В.Д. Экономика организации (предприятия): учеб.пособие для СПО / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов, В.А. Кузьменко. - М.: Кнорус, 2015.
11. Грибов В.Д. Экономика предприятия: учебник + практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. - М.: Финансы и статистика, 2011.

12. Экономика строительства. Под ред. И. С. Степанова. 2012 г.

ИНТЕРНЕТ –РЕСУРСЫ.

<http://economicus.ru/>

<http://be.economicus.ru/>

<http://econom.nsc.ru/obrazov.htm>

<http://www.aup.ru/books/>

<http://www.opec.ru/>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте осуществлена расстановка электроприёмников, разработана схема электроснабжения с учётом требований модернизации. Произведён расчёт освещения, выбраны осветительные приборы нового поколения. Рассчитаны электрические нагрузки и выбран силовой трансформатор. Также были выбраны кабели высокого и низкого напряжения, произведён расчёт токов короткого замыкания и выбраны аппараты управления и защиты напряжением до и выше 1000В. Рассчитан заземляющий контур и определено число заземляющих вертикальных электродов.

В организационно-экономической части студентом делаются выводы, дается общая оценка, отражающая степень выполнения поставленных задач, приводятся общие данные о технико-экономической эффективности и других преимуществах предложенных мероприятий по сравнению с действующим производством, если они есть.