

**Образовательная автономная некоммерческая организация
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ»**

Факультет «Строительства и техносферной безопасности»
Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Строительства и
техносферной безопасности

_____ А.А.
Котляревский

Подпись

« ____ » _____ 202__

г.

ГРАФИК (ПЛАН)

Производственная (Преддипломная) практика

обучающегося _____

группы _____

Шифр и № группы

Фамилия, имя, отчество обучающегося

Содержание практики

Этапы практики	Вид работ	Период выполнения
организа ционно - ознакомительный	Проводится разъяснение этапов и сроков прохождения практики, инструктаж по технике безопасности в период прохождения практики, ознакомление: <ul style="list-style-type: none">• с целями и задачами предстоящей практики,• с требованиями, которые предъявляются к обучающимся со стороны руководителя практики;• с заданием на практику и указаниями по его выполнению;• со сроками представления в деканат отчетной	

Этапы практики	Вид работ	Период выполнения
	документации и проведения зачета.	
прохождение практики	<ul style="list-style-type: none"> • выполнение индивидуального задания, согласно вводному инструктажу; • сбор, обработка и систематизация собранного материала; • анализ полученной информации; • подготовка проекта отчета о практике; • устранение замечаний руководителя практики. 	
отчетный	<ul style="list-style-type: none"> • оформление отчета о прохождении практики; • защита отчета по практике на оценку. 	

Руководитель практики от Института

Должность, ученая степень, ученое звание

Подпись

И.О. Фамилия

«__» _____ 202__ г.

Руководитель практики от профильной организации

должность

Ильин В. М.

Подпись

И.О. Фамилия

«__» _____ 202__ г.

Ознакомлен

Подпись

И.О. Фамилия

обучающегося

**Образовательная автономная некоммерческая организация
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ»**

Факультет «Строительства и техносферной безопасности»
Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Строительства и
техносферной безопасности

_____ А.А.
Котляревский

Подпись

«___» _____ 202__

г.

**ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
НА ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ПРАКТИКУ**

Преддипломная практика

обучающегося _____ группы _____

шифр и № группы

фамилия, имя, отчество обучающегося

Место прохождения практики:

АО "Газстройдеталь" город Тула

(полное наименование организации)

Срок прохождения практики: с «___» _____ 202__ г. по «___» _____
202__ г.

Содержание индивидуального задания на практику, соотнесенное с планируемыми результатами обучения при прохождении практики:

Код компетенции	Содержание индивидуального задания
ПК-1 ПК-2	Инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка
ПК-1 ПК-2	<p>Составить общее описание предприятия (организации) – название, местоположение, собственник, статус.</p> <p>Изучить направления деятельности предприятия (организации), структурной схемы управления его подразделениями, службами и отделами (энергетической службы предприятия (организации)).</p> <p>Изучить основы производства электроэнергии, электроснабжения, нормативных показателей качества электроэнергии, основы релейной защиты и автоматизации, правила планирования, исполнения производственной программы (в части планирования технических воздействий), а также технологию производства работ оборудования систем электроснабжения</p>
ПК-1 ПК-2	Изучить способы выбора релейной защиты, методы расчета токов короткого замыкания, основы расчета режимов сетей, планирование производственной деятельности, организацию ремонта и эксплуатации оборудования систем электроснабжения
ПК-1	Изучить методы расчета электрических нагрузок узлов электрических сетей, методы моделирования сетей при решении профессиональных задач, основы технического обоснования проектов ввода объектов нового строительства и технологического присоединения к электрическим сетям, методы реновации в части систем электроснабжения
ПК-1 ПК-2	Изучить основы технологии обслуживания и ремонта систем электроснабжения построенных на основе применения технического задания к проектированию объектов профессиональной деятельности
ПК-1 ПК-2	Изучить применения методов и технических средств испытаний и диагностики систем электроснабжения, в соответствии с проектной документацией и техническим заданием к объектам проектирования профессиональной деятельности

Код компетенции	Содержание индивидуального задания
ПК-2	Изучить базовые навыки проектирования объектов профессиональной деятельности, базовые навыки анализа применимости нормативно-технической документации, базовые навыки составления и применения технического задания, основанных на понимании взаимосвязи задач технологии эксплуатации и проектирования систем электроснабжения

Руководитель практики от Института

Должность, ученая степень, ученое звание

Подпись

И.О. Фамилия

«__» _____ 202__ г.

Руководитель практики от профильной организации _____

Директор __ Ильин В. М. _____

Должность



Подпись

И.О. Фамилия

«__» _____ 202__ г.

Ознакомлен

Подпись

И.О. Фамилия

обучающегося

«__» _____ 202__ г.

ОТЧЕТ

о прохождении практики

обучающимся группы

(код и номер
учебной группы)

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

АО "Газстройдеталь" город Тула

Место прохождения практики:

(полное наименование организации)

Руководители производственной практики:

от Института:

(фамилия, имя, отчество)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание, должность)

от Организации: **Ильин В. М**

(фамилия, имя, отчество)

Директор

(должность)

1. Индивидуальный план-дневник производственной (преддипломной) практики

Индивидуальный план-дневник практики составляется обучающимся на основании полученного задания на практику в течение организационного этапа практики (до фактического начала выполнения работ) с указанием запланированных сроков выполнения этапов работ.

Отметка о выполнении (слово «Выполнено») удостоверяет выполнение каждого этапа практики в указанное время. В случае обоснованного переноса выполнения этапа на

другую дату, делается соответствующая запись («Выполнение данного этапа перенесено на... в связи с...»).

Таблица индивидуального плана-дневника заполняется шрифтом Times New Roman, размер 12, оформление – обычное, межстрочный интервал – одинарный, отступ первой строки абзаца – нет.

/п	Содержание этапов работ, в соответствии с индивидуальным заданием на практику	Дата выполнения этапов работ	Отметка о выполнении
	Определиться с местом прохождения практики		
	Ознакомиться с тематикой ВКР по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
	Ознакомление со спецификой функционирования предприятия, его структурой, работой различных подразделений (энергетической службой предприятия) и специалистов. Изучение структуру энергетической службы предприятия.		
	Оформление на производственную (преддипломную) практику		
	Инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка		
	Ознакомление со спецификой функционирования предприятия, его структурой, работой различных подразделений (энергетической службой предприятия) и специалистов. Изучение		

	<p>структуру энергетической службы предприятия.</p> <p>Составить общее описание предприятия (организации) – название, местоположение, собственник, статус.</p> <p>Изучить направления деятельности предприятия (организации), структурной схемы управления его подразделениями, службами и отделами (энергетической службы предприятия (организации)).</p> <p>Изучить основы производства электроэнергии, электроснабжения, нормативных показателей качества электроэнергии, основы релейной защиты и автоматизации, правила планирования, исполнения производственной программы (в части планирования технических воздействий), а также технологию производства работ оборудования систем электроснабжения</p>		
	<p>Изучить способы выбора релейной защиты, методы расчета токов короткого замыкания, основы расчета режимов сетей, планирование производственной деятельности, организацию ремонта и эксплуатации оборудования систем электроснабжения</p>		
	<p>Изучить методы расчета электрических нагрузок узлов электрических сетей, методы моделирования сетей при решении профессиональных задач, основы технического обоснования проектов ввода объектов нового строительства и</p>		

	технологического присоединения к электрическим сетям, методы реновации в части систем электроснабжения		
	Изучить основы технологии обслуживания и ремонта систем электроснабжения построенных на основе применения технического задания к проектированию объектов профессиональной деятельности		
0	Изучить применения методов и технических средств испытаний и диагностики систем электроснабжения, в соответствии с проектной документацией и техническим заданием к объектам проектирования профессиональной деятельности		
1	Изучить базовые навыки проектирования объектов профессиональной деятельности, базовые навыки анализа применимости нормативно-технической документации, базовые навыки составления и применения технического задания, основанных на понимании взаимосвязи задач технологии эксплуатации и проектирования систем электроснабжения		
2	Оформление отчета (текст, рисунки, чертежи)		
3	Сдача отчета		

«___» _____ 202__ г.







Обучающ








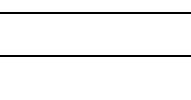
ийся

(подпись)

И.О. Фамилия

2.Дневник производственной (преддипломной) практики:

Дата	Краткое содержание работы, выполненное обучающимся, в соответствии с индивидуальным заданием	Отметка руководителя практики от организации (подпись)
	Определится с местом прохождения практики	
	Ознакомиться с тематикой ВКР по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	
	Ознакомление со спецификой функционирования предприятия, его структурой, работой различных подразделений (энергетической службой предприятия) и специалистов. Изучение структуру энергетической службы предприятия.	
	Оформление на производственную (преддипломную) практику	
	Инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка	
	<p>Ознакомление со спецификой функционирования предприятия, его структурой, работой различных подразделений (энергетической службой предприятия) и специалистов. Изучение структуру энергетической службы предприятия.</p> <p>Составить общее описание предприятия (организации) – название, местоположение, собственник, статус.</p> <p>Изучить направления деятельности предприятия (организации), структурной схемы управления его подразделениями, службами и отделами (энергетической службы предприятия (организации)).</p> <p>Изучить основы производства электроэнергии, электроснабжения, нормативных показателей качества электроэнергии, основы релейной защиты и автоматизации, правила планирования, исполнения производственной программы (в части планирования</p>	

	технических воздействий), а также технологию производства работ оборудования систем электроснабжения	
	Изучить способы выбора релейной защиты, методы расчета токов короткого замыкания, основы расчета режимов сетей, планирование производственной деятельности, организацию ремонта и эксплуатации оборудования систем электроснабжения	
	Изучить методы расчета электрических нагрузок узлов электрических сетей, методы моделирования сетей при решении профессиональных задач, основы технического обоснования проектов ввода объектов нового строительства и технологического присоединения к электрическим сетям, методы реновации в части систем электроснабжения	
	Изучить основы технологии обслуживания и ремонта систем электроснабжения построенных на основе применения технического задания к проектированию объектов профессиональной деятельности	
	Изучить применения методов и технических средств испытаний и диагностики систем электроснабжения, в соответствии с проектной документацией и техническим заданием к объектам проектирования профессиональной деятельности	
	Изучить базовые навыки проектирования объектов профессиональной деятельности, базовые навыки анализа применимости нормативно-технической документации, базовые навыки составления и применения технического задания, основанных на понимании взаимосвязи задач технологии эксплуатации и проектирования систем электроснабжения	 
	Оформление отчета (текст, рисунки, чертежи)	
	Сдача отчета	

3. Технический отчет

(характеристика проделанной обучающимся работы, выводы по результатам практики)

1. Характеристика деятельности предприятия

АО "Газстройдеталь" функционирует как значимое машиностроительное предприятие, фокусирующееся на изготовлении оборудования для газовой и нефтехимической отраслей. Компания была зарегистрирована 15.07.2002 и обладает репутацией надежного поставщика высококачественной продукции. Согласно ОКВЭД, основное направление деятельности – производство газогенераторов, аппаратов для дистилляции и фильтрования. При этом компания имеет 33 дополнительных направления деятельности, что свидетельствует о диверсификации производства и стремлении к расширению присутствия на рынке. Предприятие зарегистрировано в УПРАВЛЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ НАЛОГОВОЙ СЛУЖБЫ ПО ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ, а генеральным директором является Ильин Валентин Михайлович. АО "Газстройдеталь" присвоены ИНН 7107003737, ОГРН 1027100964560, ОКПО 00153229.

Предлагаемая продукция и услуги:

- 1) Газовая промышленность: газогенераторы, сепараторы, фильтры, резервуары, теплообменники.
- 2) Нефтехимическая промышленность: реакторы, колонны, аппараты воздушного охлаждения, насосы.
- 3) Металлоконструкции: изготовление по индивидуальным чертежам.
- 4) Услуги: проектирование, производство, монтаж, пусконаладка, техническое обслуживание.

Структура управления:

Управление компанией построено по иерархическому принципу. Генеральный директор возглавляет предприятие, а его заместители отвечают за ключевые направления: производство, финансы, коммерцию и техническое развитие. В подчинении у заместителей находятся соответствующие отделы и службы.

Подразделения и участки:

— Производственные цеха: механосборочный, сварочный, металлоконструкций, покрасочный.

— Конструкторский отдел: разработка и проектирование.

— Технологический отдел: разработка технологических процессов.

— Отдел контроля качества: контроль качества продукции.

— Складской комплекс: хранение материалов и готовой продукции.

— Энергетическая служба: обеспечение электроснабжения.

— Транспортный отдел: организация перевозок.

— Отдел снабжения: закупка материалов.

— Отдел кадров: найм и обучение персонала.

— Бухгалтерия: финансовый учет.

— Отдел продаж: реализация продукции.

Электроснабжение предприятия:

Электроснабжение "Газстройдеталь" осуществляется посредством двух вводов от подстанции энергоснабжающей организации. На территории предприятия расположена трансформаторная подстанция (ТП) с двумя трансформаторами мощностью по 1610 кВА. Распределение электроэнергии по цехам и участкам производится кабельными линиями от ТП.

Электронагрузки по участкам и цехам:

Основными потребителями электроэнергии являются производственные цеха, где используется различное технологическое оборудование. Также электроэнергия потребляется в административных зданиях для освещения, отопления и работы офисной техники.

Для детального представления информации используются следующие таблицы:

Таблица 1 – Динамика основных финансовых показателей АО "Газстройдеталь" за 2022-2024 гг. (млн. руб.)

Показатель	2022	2023	2024
Выручка	471	536	611
Себестоимость	337	384	439
Валовая прибыль	134	152	172
Чистая прибыль	35	41	47

Анализ таблицы 1 демонстрирует стабильный рост финансовых показателей АО "Газстройдеталь" на протяжении трех лет. Выручка компании увеличивается, что свидетельствует о повышении объемов производства и реализации продукции. Себестоимость продукции также растет, что связано с увеличением объемов производства и, возможно, с ростом цен на сырье и материалы. Валовая прибыль и чистая прибыль также показывают положительную динамику, что свидетельствует об эффективном управлении компанией и повышении ее рентабельности. Рост прибыли позволяет компании инвестировать в развитие производства и расширение деятельности. Эти финансовые результаты подтверждают устойчивое положение компании на рынке.

Таблица 2 – Основная продукция АО "Газстройдеталь" и ее доля в общем объеме производства за 2024 год (%)

Продукция	Доля, %
Газогенераторы	33

Продукция	Доля, %
Сепараторы	23
Фильтры	19
Емкостное оборудование	16
Металлоконструкции	11

В таблице 2 представлен ассортимент продукции компании и ее доля в общем объеме производства за 2024 год. Газогенераторы являются основным продуктом, составляя значительную часть производства. Сепараторы и фильтры также играют важную роль в ассортименте компании. Емкостное оборудование и металлоконструкции занимают меньшую долю в общем объеме, но также являются важными направлениями деятельности. Производственная структура позволяет диверсифицировать риски и адаптироваться к меняющимся требованиям рынка. Компания может гибко перераспределять производственные мощности в зависимости от спроса на разные виды продукции. Стабильный спрос на газогенераторы обеспечивает основную часть доходов компании.

Таблица 3 – Основные поставщики и потребители АО "Газстройдеталь"

Категория	Контрагенты
Поставщики	ООО "МеталлРесурс", ПАО "Северсталь", ООО "ПолимерСервис"
Потребители	ПАО "Газпром", ПАО "Роснефть", ООО "Стройгазмонтаж"

Таблица 3 отражает основные связи АО "Газстройдеталь" с поставщиками и потребителями. Поставщики обеспечивают компанию необходимыми материалами для производства, включая металл и полимеры. Ключевыми потребителями продукции являются крупные предприятия нефтегазовой отрасли, что свидетельствует о высоком качестве и востребованности продукции "Газстройдеталь". Долгосрочные отношения с

крупными заказчиками обеспечивают стабильный сбыт продукции и финансовую устойчивость компании. Развитие партнерских отношений с новыми поставщиками и расширение клиентской базы являются стратегическими задачами компании. Прочные связи с крупными предприятиями отрасли позволяют "Газстройдеталь" оставаться конкурентоспособной на рынке.

Таблица 4 – Распределение электронагрузки по основным потребителям (кВт)

Потребитель	Максимальная мощность, кВт	Средняя мощность, кВт
Механосборочный цех	551	317
Сварочный цех	385	221
Цех металлоконструкций	422	244
Покрасочный цех	279	163
Административные здания	119	68

Таблица 4 демонстрирует распределение электронагрузки по основным потребителям на предприятии. Механосборочный цех характеризуется наибольшим потреблением как по максимальной, так и по средней мощности. Сварочный цех также является крупным потребителем электроэнергии. Цех металлоконструкций занимает третье место по объему потребления. Покрасочный цех и административные здания имеют относительно небольшую электронагрузку. Анализ таблицы позволяет выявить основные энергоемкие участки производства и оптимизировать потребление электроэнергии. Мониторинг электронагрузки позволяет

своевременно выявлять отклонения и предотвращать перегрузки электросети. Данные по электронагрузкам необходимы для планирования энергопотребления и повышения энергоэффективности производства.

Таблица 5 – Характеристики трансформаторной подстанции АО "Газстройдеталь"

Параметр	Значение
Количество трансформаторов	2
Мощность каждого	1610 кВА
Тип трансформатора	ТМГ
Напряжение высшее	10 кВ
Напряжение низшее	0,4 кВ

В таблице 5 представлены основные параметры трансформаторной подстанции предприятия. Наличие двух трансформаторов обеспечивает резервирование и повышает надежность электроснабжения. Мощность каждого трансформатора позволяет обеспечить потребности всех потребителей в электроэнергии. Трансформаторы типа ТМГ являются надежными и хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации. Параметры напряжения соответствуют требованиям электроснабжения промышленных предприятий. Регулярное техническое обслуживание трансформаторной подстанции обеспечивает ее бесперебойную работу и продлевает срок службы оборудования.

2. Описание энергосистемы предприятия, энергопотребители, электроснабжение, электрооборудование по цехам и участкам

Энергосистема АО "Газстройдеталь" разработана для надежного электроснабжения всех подразделений предприятия. Она состоит из следующих основных элементов: внешней сети электроснабжения,

трансформаторной подстанции, распределительных устройств, кабельных линий и электрооборудования потребителей.

Энергопотребители:

Производственные цеха являются основными потребителями электроэнергии. В административных зданиях электроэнергия используется для освещения, отопления, вентиляции и работы офисной техники. Складские помещения, системы вентиляции и кондиционирования, а также уличное освещение также являются важными потребителями электроэнергии.

Электроснабжение:

Электроснабжение предприятия осуществляется от внешней сети через трансформаторную подстанцию. Два трансформатора обеспечивают резервирование и надежность электроснабжения. Распределение электроэнергии осуществляется кабельными линиями к различным цехам и участкам.

Электрооборудование по цехам и участкам:

- Механосборочный цех: токарные, фрезерные, сверлильные станки, прессы, сварочные аппараты, краны.
- Сварочный цех: сварочные аппараты, трансформаторы, выпрямители, редуكتورы.
- Цех металлоконструкций: станки для резки и гибки металла, сварочное оборудование, краны.
- Покрасочный цех: окрасочные и сушильные камеры, компрессоры, насосы.
- Административные здания: осветительные приборы, компьютеры, оргтехника, системы кондиционирования.

Для более детального анализа используются следующие таблицы:

Таблица 6 – Распределение установленной мощности электрооборудования по цехам (кВт)

Цех/Участок	Установленная мощность, кВт
Механосборочный цех	557
Сварочный цех	392
Цех металлоконструкций	429
Покрасочный цех	286

Данные таблицы 6 показывают, что наибольшая установленная мощность оборудования сосредоточена в механизированном цеху. Он оснащен большим количеством станков и других машин. Сварочный и металлообрабатывающий цеха также имеют значительную мощность. Количество оборудования в покрасочном цехе гораздо меньше, чем в механизированном. Полученная информация необходима для расчета полной потребляемой мощности и поддержания нужной величины входящего напряжения.

Таблица 7 – Основные характеристики трансформаторов ТП

Характеристика	Значение
Мощность, кВА	1610
Напряжение ВН, кВ	10
Напряжение НН, кВ	0,4
Тип охлаждения	Масляное

Таблица 7 указывает на основные параметры трансформаторов с ТП "Газстройдеталь". Мощность позволяет адекватно снабжать ток все объекты предприятия, а масляное охлаждение не дает им перегреваться при долгих нагрузках. Величины входящего и исходящего напряжения соответствуют нормативным. Указанные параметры доказывают исправность работы трансформаторов и правильность их выбора.

Таблица 8 – Показатели качества электроэнергии на вводе в ГРЩ

Показатель	Значение	Пределы нормы
Напряжение, В	407	380±10%
Частота, Гц	50,2	50±0,2
Коэффициент мощности	0,93	>0,9

В таблице 8 указан результат контроля входящего напряжения в ГРЩ. Все показатели, как коэффициент мощности и частота напряжения, находятся в границах нормы и не вызывают опасений. Величина входящего напряжения находится в допустимых значениях. Стоит отметить, что поддержание нормального входящего напряжения - необходимое условие для долгой работы всех электроприборов предприятия.

Таблица 9 – Примеры электрооборудования с указанием марок

Наименование	Марка
Электродвигатель	АИР160М2
Сварочный аппарат	ВД-306
Светодиодный светильник	ДПО 20-40-001

В таблице 9 приведены примеры, используемого на предприятии электрооборудования. Каждая позиция обладает индивидуальной маркировкой, которая позволяет вовремя осуществлять ремонт или замену оборудования. Также эти данные будут полезны при составлении полной схемы электроснабжения предприятия.

3 Технологический процесс

Анализ электроснабжения и электрооборудования производственных цехов АО "Газстройдеталь" позволяет оценить эффективность использования электроэнергии и определить пути повышения энергоэффективности производства. Своевременное техническое обслуживание оборудования и замена устаревших моделей на более современные позволяют снизить затраты на электроэнергию и повысить производительность труда. Соблюдение требований безопасности при работе с электрооборудованием является приоритетной задачей для обеспечения безопасных условий труда персонала.

1. Механосборочный цех

Механосборочный цех – сердце любого машиностроительного предприятия, и АО "Газстройдеталь" не исключение. Здесь происходит основная обработка деталей, их сборка и подготовка к следующим этапам производства. В цехе установлено большое количество разнообразного оборудования, требующего стабильного и надежного электроснабжения. От качества его работы напрямую зависит производительность всего предприятия. Важную роль играет организация электроснабжения, правильно подобранное оборудование защиты и автоматики.

Таблица 10 – Электронагрузка механосборочного цеха

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
Токарные станки	7	51	36
Фрезерные станки	5	42	30
Сверлильные станки	4	28	19
Шлифовальные станки	3	23	16

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
Прессы	2	33	23
Кран-балка	1	11	8
Итого		188	132

В таблице 10 представлена информация по электронагрузкам механосборочного цеха. Становится ясно, что наибольший вклад в общую установленную мощность вносят токарные и фрезерные станки, за ними идут прессы и сверлильные станки. Расчетная мощность, как правило, меньше установленной, что связано с коэффициентом использования оборудования. Данные, представленные в этой таблице, позволяют оценить потребности цеха в электроэнергии и спроектировать систему электроснабжения, способную обеспечить бесперебойную работу оборудования. Эффективное использование электроэнергии также зависит от применения энергосберегающих технологий и современного оборудования. Соблюдение правил эксплуатации и регулярное техническое обслуживание электрооборудования – залог надежной работы всего цеха.

Таблица 11 – Электрооборудование механосборочного цеха (примеры)

Наименование	Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Год ввода в эксплуатацию
Токарный станок	16К20	7,5	380	2011
Фрезерный станок	6Р82	8,5	380	2012
Сверлильный станок	2Н135	7	380	2008

Наименование	Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Год ввода в эксплуатацию
Шлифовальный станок	ЗБ722	7,5	380	2010
Кран-балка	КК-5	11	380	2015

Таблица 11 представляет примеры электрооборудования, используемого в механосборочном цехе. Здесь указаны конкретные марки оборудования, их мощности и годы ввода в эксплуатацию. Информация подобного рода позволяет вести учет оборудования, планировать его замену и техническое обслуживание, а также проводить анализ энергоэффективности. Возраст оборудования имеет большое значение, так как со временем оно изнашивается и может потреблять больше электроэнергии, чем новое. Важно регулярно обновлять устаревшее оборудование на более современное и энергоэффективное. Знание параметров оборудования необходимо для правильной эксплуатации и обеспечения безопасности персонала.

2. Сварочный цех

Сварочный цех – ключевое подразделение, отвечающее за соединение деталей и конструкций в единое целое. Этот процесс требует использования мощного электрооборудования, такого как сварочные аппараты различных типов. Электроснабжение сварочного цеха должно быть особенно надежным и стабильным, чтобы обеспечить высокое качество сварных швов и безопасность работы персонала. Важно правильно организовать систему вентиляции, чтобы удалять вредные сварочные газы и дым. Также необходимо применять современные средства защиты персонала, такие как сварочные маски и перчатки.

Таблица 12 – Электронагрузка сварочного цеха

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
--------------	------------	-----------------------------	-------------------------

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
Сварочные аппараты MMA	6	123	86
Сварочные аппараты MIG/MAG	4	91	64
Сварочные аппараты TIG	3	61	43
Плазморез	1	21	15
Вентиляция	1	17	12
Итого		313	220

Из таблицы 12 видно, что сварочные аппараты MMA представляют собой основную часть нагрузки, а аппараты MIG/MAG и TIG также оказывают значительное влияние. Расчетная мощность меньше установленной, что связано с непостоянной работой оборудования. Данные помогут определить потребность в подводимой мощности и осуществить верный выбор питающих кабелей и защитной автоматики. Своевременное техническое обслуживание сварочного оборудования и контроль параметров сварки обеспечивают высокое качество сварных соединений. Важно также обращать внимание на энергоэффективность сварочных аппаратов и использовать современные технологии для снижения потребления электроэнергии.

Таблица 13 – Электрооборудование сварочного цеха (примеры)

Наименование	Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Год ввода в эксплуатацию
Сварочный аппарат MMA	КЕДР MMA-220	21	380	2016
Сварочный аппарат MIG/MAG	AuroraPRO SPEEDWAY 175	23	380	2017

Наименование	Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Год ввода в эксплуатацию
Сварочный аппарат TIG	Сварог TIG 200P AC/DC	20	380	2019
Плазморез	CUT-40	21	380	2020
Вентилятор	ВЦ 4-70	17	380	2022

Таблица 13 предоставляет информацию о конкретных типах и характеристиках сварочного оборудования. Разнообразие аппаратов различных марок, мощностей и годов выпуска позволяет адаптироваться к различным видам работ и используемым сварочным технологиям. Учет оборудования позволяет оценить его техническое состояние и спланировать замену устаревших моделей. Возраст оборудования имеет значение для обеспечения надежности и безопасности сварочных работ. Использование современных сварочных аппаратов, обладающих высокой энергоэффективностью, позволяет снизить затраты на электроэнергию и повысить производительность труда.

3. Цех металлоконструкций

Цех металлоконструкций занимается изготовлением различных металлических конструкций, начиная от простых элементов и заканчивая сложными несущими каркасами. В цехе используется оборудование для резки, гибки, сварки и обработки металла. Электроснабжение должно быть надежным и гибким, чтобы обеспечить работу всего оборудования в различных режимах. Необходима организация охраны труда и соблюдение требований безопасности.

Таблица 14 – Электронагрузка цеха металлоконструкций

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
Станок плазменной резки	1	31	22

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
Гидравлический пресс	2	47	33
Ленточнопильный станок	2	29	20
Сварочные посты (ручная дуговая)	4	81	57
Компрессор	1	21	15
Итого		209	147

В таблице 14 представлена информация об электронагрузке цеха металлоконструкций. Весомый вклад в установленную мощность вносят станок плазменной резки, гидравлический пресс и сварочные посты. Расчетная мощность, как и в предыдущих случаях, ниже установленной. Данные позволяют оценить потребность цеха в электроэнергии и обеспечить правильную конфигурацию системы электроснабжения. Использование энергоэффективного оборудования и оптимизация производственных процессов позволяют снизить затраты на электроэнергию. Регулярное техническое обслуживание оборудования и контроль параметров работы обеспечивают его надежность и долговечность.

Таблица 15 – Электрооборудование цеха металлоконструкций

Наименование	Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Год ввода в эксплуатацию
Станок плазменной резки	Hypertherm Powermax45 XP	31	380	2021
Гидравлический пресс	PELS PS 100	23,5	380	2018
Ленточнопильный станок	JET MBS-1014W	14,5	380	2019
Сварочный пост (ручная дуговая)	ESAB Buddy Arc 200	20	220	2022

Наименование	Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Год ввода в эксплуатацию
Компрессор	Remeza BK15E	21	380	2023

Таблица 15 показывает примеры электрооборудования цеха, включая станки, прессы, сварочное оборудование и компрессоры. Эти данные необходимы для учета основных параметров техники и планирования ее обслуживания. Сопоставление мощности и года выпуска станка позволяет сделать вывод об его амортизации и эффективности. Своевременная замена устаревшего оборудования необходима для повышения производительности. Кроме того, важно соблюдать правила безопасности работы с электрооборудованием и обеспечивать персонал необходимыми средствами защиты.

4. Покрасочный цех

В Покрасочном цехе происходит нанесение защитных и декоративных покрытий на металлические изделия. Для обеспечения качественной покраски требуется использование специального оборудования, такого как покрасочные камеры, сушильные камеры, компрессоры и вентиляционные системы. Электроснабжение покрасочного цеха должно обеспечивать стабильную работу всего оборудования и соблюдение строгих требований безопасности. Важную роль играет организация вентиляции для удаления вредных паров краски и растворителей. Необходимо также соблюдать требования пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися материалами.

Таблица 16 – Электронагрузка покрасочного цеха

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
Покрасочная камера	1	51	36
Сушильная камера	1	71	50

Оборудование	Количество	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт
Компрессор	1	21	15
Вентиляция	1	17	12
Освещение		11	8
Итого		171	121

В таблице 16 отображены данные об электронагрузке покрасочного цеха. Здесь видно, что основные потребители энергии – покрасочная и сушильная камеры. Поэтому важно учитывать особенности работы оборудования при расчетах электроснабжения. Камеры работают с высокими температурами, поэтому важно следить за их состоянием и обеспечивать пожарную безопасность. Поддержание температуры в камере так же является ключевым фактором для качественной покраски.

Таблица 17 – Электрооборудование покрасочного цеха (примеры)

Наименование	Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Год ввода в эксплуатацию
Покрасочная камера	Nova Verta	51	380	2019
Сушильная камера	Termomeccanica GL	71	380	2020
Компрессор	ABAC B6000	21	380	2021
Вентилятор	Ostberg	17	380	2022
Светильник	Philips CoreLine	22	220	2023

Таблица 17 содержит информацию о конкретном оборудовании, используемом в покрасочном цехе. Так же, как и с предыдущим оборудованием, необходимо вести учет и планировать его замену. Регулярное обновление системы освещения помогает поддерживать хорошее качество работы.

3.2 Классификация по степени бесперебойности электроснабжения и характеристики среды цехов

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории [12]:

а) Электроприемники *первой категории* – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Из состава электроприемников первой категории выделяются *особая группа* электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров.

б) Электроприемники *второй категории* – электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

в) Электроприемники *третьей категории* – все остальные электроприемники, не попадающие под определение первой и второй категорий.

По средам цеха бывают: нормальными, влажными, пыльными, химически агрессивными, взрыво- и пожароопасными. Среда цеха зависит от технологических процессов, проходящих в нем.

Для электроприемников 2-й категории включение резервного питания производится действиями дежурного персонала, но принципы построения схем остаются такими же, как и для электроприемников 1-й категории с той лишь разницей, что второй источник питания может и не быть независимым.

Данные по бесперебойности электроснабжения и характеристика среды цехов приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Данные по бесперебойности электроснабжения

№ цеха по плану	Наименование	Категория электропотребления	$P_{уст}$, кВт	Характеристика среды
1	Механосборочный цех	II	26809	пожароопасная
2	Сварочный цех	II	6632,2	нормальная
4	Цех металлоконструкций	II	5051,2	пожароопасная
5	Покрасочный цех	II	7500	нормальная

Данные по бесперебойности электроснабжения, характеристику среды цехов и особенности технологического процесса будем учитывать в дальнейшем при выборе электрооборудования для электроснабжения предприятия .

3.3. Определение расчетных электрических нагрузок

Основой рационального решения всего сложного комплекса технико-экономических вопросов при проектировании электроснабжения современного промышленного предприятия является правильное определение ожидаемых (расчетных) электрических нагрузок. Определение электрических нагрузок является первым этапом проектирования любой системы электроснабжения. Значения электрических нагрузок определяет выбор всех элементов проектируемой системы электроснабжения и ее технико-экономические показатели. От правильной оценки ожидаемых нагрузок зависят капитальные затраты в системе электроснабжения, расход цветного металла, потери электроэнергии и эксплуатационные издержки.

Если в расчетах будет допущена ошибка в сторону уменьшения электрических нагрузок, то это вызовет повышенные расходы на потери электрической энергии в системе электроснабжения, ускорит износ электрооборудования, может ограничить производительность, как отдельных агрегатов, так и всего предприятия. Поэтому потребуется вскоре после ввода предприятия в эксплуатацию увеличивать сечение проводов электрических сетей и заменять электрооборудование более мощным, что достаточно тяжело и сложно в условиях эксплуатации. Излишнее увеличение расчетных электрических нагрузок повлечет за собой увеличение капитальных затрат и неполное использование электрооборудования и проводникового материала. В ряде случаев это может привести также к росту потерь электроэнергии.

В системе электроснабжения промышленного предприятия существует несколько характерных мест определения расчетных электрических нагрузок. В зависимости от места определения расчетных нагрузок и стадии проектирования применяются и методы подсчета, более точные и упрощенные. В данном дипломном проекте определение расчетных нагрузок мы произвели несколькими методами:

- для силовых общепромышленных установок по установленной мощности, коэффициенту спроса;

- для электрических осветительных установок по удельной нагрузке на единицу производственной площади.

Определение электрических нагрузок производится в связи с необходимостью выбора количества и мощности трансформаторов, проверки токоведущих элементов по нагреву и потери напряжения, правильного выбора защитных устройств и компенсирующих установок.

Результаты расчетов нагрузок являются исходными материалами для всего последующего проектирования. Для определения расчетных нагрузок групп приемников необходимо знать установленную мощность (сумма номинальных мощностей всех электроприемников группы) и характер технологического процесса.

Расчетная нагрузка определяется для смены с наибольшим потреблением энергии данной группы электроприемников, цехом или предприятием в целом для характерных суток. Обычно наиболее загруженной сменой является смена, в которой используется наибольшее количество агрегатов (дневная).

3.4. Расчетная нагрузка подготовительного цеха

Расчет ведется по коэффициенту использования и установленной активной мощности. Коэффициент использования и $\cos \varphi$ выбираются из справочника [2] (для шинных заводов):

Исходные данные приведены в таблице 1.1.

Расчетная активная и реактивная нагрузка [2]

$$P_{РАСЧ.Н.Н} = P_{УСТ} \cdot K_C \quad (3.1)$$

$$Q_{РАСЧ} = P_{РАСЧ.Н.Н} \cdot tg\varphi \quad (3.2)$$

$$tg\varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos \varphi}}{\cos \varphi} \quad (3.3)$$

$$tg\varphi = \frac{\sqrt{1 - 0,85}}{0,85} = 0,46$$

Расчет нагрузок электрооборудования подготовительного цеха:

$$P_{УСТ} = 26809 \text{ кВт},$$

$$P_{РАСЧ.Н.Н.} = 26809 \cdot 0,7 = 18766,3 \text{ кВт};$$

$$Q_{РАСЧ.Н.Н.} = 18766,3 \cdot 0,46 = 8632,5 \text{ кВАр}.$$

Суммарные мощности электрооборудования по подготовительному цеху на низком напряжении [2]:

$$S_C = \sqrt{\sum P_C^2 + \sum Q_C^2} \quad (3.4)$$

$$\sum P_C = 18766,3 \text{ кВт};$$

$$\sum Q_C = 8632,5 \text{ кВАр};$$

$$S_c = \sqrt{18766,3^2 + 8632,5^2} = 15379,2 \text{ кВА.}$$

3.5. Расчетные нагрузки для остальных цехов предприятия

Расчет производится по коэффициенту спроса (K_c). Коэффициент спроса и $\cos\varphi$ зависят от технологии производства и выбираются из справочника [2] (для шинных заводов).

Пример расчета для подготовительного производства был произведен выше.

Исходные данные приведены в таблице 16.

Для остальных цехов расчет аналогичен. Результаты расчета сведены в таблицу 16.

Таблица 16 - Ведомость электрических нагрузок

№	Наименование цеха	$\cos\varphi$	K_c	$P_{уст},$ кВт	$P_{расч},$ кВт	$Q_{расч},$ кВАр	$S_{расч},$ кВА
1	Механосборочный цех	0,85	0,7	26809	18766,3	8632,5	15379,2
2	Сварочный цех	0,65	0,4 5	6632, 2	2984,5	2715,9	4035,26
3	Цех металлоконструкций	0,55	0,3 5	5051, 2	1767,9	2625,2	3165
4	Покрасочный цех	0,75	0,6 5	7500	4875	3266,25	5868,1
	ИТОГО				28393,7	17239,9	28447,6

--	--	--	--	--	--	--	--

3.6. Определение расчетной нагрузки электрического освещения

В качестве источников электрического света на промышленном предприятии используются люминесцентные газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Активная мощность освещения, кВт [3]:

$$P_{расч.о.н} = P_{уд} \cdot K_{с.о} \cdot \frac{F}{1000} \quad (3.7)$$

где F – площадь цеха, м²;

K_{с.о} – коэффициент спроса принимается 0,95 [2].

Пример расчета для сборочного производства:

$P_{уд} = 19$ кВт; $K_{с.о} = 0,95$ (производственные помещения); $F = 11700$ м²;

$$P_{расч.о.н} = 19 \cdot 0,95 \cdot \frac{11700}{1000} = 211,19 \text{ кВт.}$$

Для остальных цехов расчет аналогичен. Результаты расчета сведены в таблицу 17.

Таблица 17 - Расчетные нагрузки электрического освещения предприятия

№	Наименование цеха	F, м ²	P _{расч. освещ.} , кВт
1	Механосборочный цех	11700	211,19
2	Сварочный цех	31500	538,65
3	Цех металлоконструкций	8568	154,65
4	Покрасочный цех	6732	121,51
	ИТОГО		904,49

3.7 Расчетная нагрузка всего предприятия

Расчетная нагрузка всего предприятия [2]:

$$P_{РАСЧ\Sigma H} = \sum P_{РАСЧ.Н.Н} + \sum P_{РАСЧ.О.Н} \quad (3.8)$$

$$Q_{РАСЧ\Sigma H} = \sum Q_{РАСЧ.Н.Н} \quad (3.9)$$

$$S_{РАСЧ.\Sigma H} = \sqrt{P_{РАСЧ.\Sigma H}^2 + Q_{РАСЧ.\Sigma H}^2} \quad (2.10)$$

$$P_{РАСЧ\Sigma H} = 28393,7 + 904,49 = 29298,19 \text{ кВ};$$

$$Q_{РАСЧ\Sigma H} = 17239,9 \text{ кВАр};$$

$$S_{РАСЧ.\Sigma H} = \sqrt{29298,19^2 + 17239,9^2} = 33994,09 \text{ кВА}.$$

Суммарные потери активной и реактивной мощности в трансформаторах, цеховых подстанциях и цеховых сетях до 1 кВ предварительно принимаем равным 2% и 10% от полной трансформируемой мощности, так как трансформаторы на этом этапе расчета не выбраны [22]:

$$\Delta P_{\Pi} = 0,02 \cdot S_{РАСЧ\Sigma H} \quad (3.11)$$

$$\Delta Q_{\Pi} = 0,1 \cdot S_{РАСЧ\Sigma H} \quad (3.12)$$

$$\Delta P_{\Pi} = 0,02 \cdot 33994,09 = 679,88 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_{\Pi} = 0,1 \cdot 33994,09 = 3399,41 \text{ кВАр}.$$

Коэффициент одновременности максимумов нагрузки $K_{рм}=0,85 \div 1$ [3]:

$$K_{рм} = \frac{P_{расч}}{\sum_{n=1}^n P_{pi}} \quad (3.13)$$

$$K_{рм} = 0,97;$$

Расчетная полная, активная и реактивная мощности [2]:

$$P_{РАСЧ.П.П} = K_{рм} (\sum P_{РАСЧ.НН} + \sum P_{РАСЧ.ВН}) + \sum P_{РАСЧ.ОН} + \Delta P_{\Pi} \quad (3.14)$$

$$Q_{РАСЧ.П.П} = K_{рм} (\sum Q_{РАСЧ.НН} + \sum Q_{РАСЧ.ВН}) + \sum Q_{РАСЧ.ОН} + \Delta Q_{Ц} \quad (3.15)$$

$$S_{РАСЧ.П.П} = \sqrt{P_{РАСЧ.П.П}^2 + Q_{РАСЧ.П.П}^2} \quad (3.16)$$

$$P_{РАСЧ.П.П} = 0,97(28393,7) + 904,49 + 679,88 = 29126,26 \text{ кВт};$$

$$Q_{РАСЧ.П.П} = 0,97(17239,9) + 777,86 + 3399,41 = 20899,97 \text{ кВАр};$$

$$S_{РАСЧ.П.П} = \sqrt{29126,26^2 + 20899,97^2} = 35848,96 \text{ кВА}.$$

Реактивная мощность Q_C , поступающая от питающей энергосистемы к шинам низшего напряжения ГПП, определяется исходя из условий задания на проект и вычисленной выше расчетной активной мощности [2]:

$$\text{tg}\varphi_C = \frac{\sum \text{tg}\varphi_{ЗАВОДА}}{N} \quad (3.17)$$

где N – количество цехов.

$\text{tg}\varphi_C = 0,33$ [3];

$$Q_C = P_{РАСЧ.П.П} \cdot \text{tg}\varphi_C \quad (3.18)$$

$$Q_C = 29126,26 \cdot 0,33 = 9611,67 \text{ кВАр}.$$

Мощность компенсирующих устройств [2]:

$$Q_{КУ} = Q_{РАСЧ.П.П} - Q_C \quad (3.19)$$

$$Q_{КУ} = 20899,97 - 9611,67 = 11288,3 \text{ кВАр}.$$

Расчетная нагрузка, по которой определяется мощность трансформаторов ГПП [3]:

$$S_{РАСЧ.ГПП} = \sqrt{P_{РАСЧ.П.П}^2 + Q_{КУ}^2} \quad (2.20)$$

$$S_{РАСЧ.ГПП} = \sqrt{29126,26^2 + 11288,3^2} = 31237,23 \text{ кВА}.$$

Выполненные расчеты в дальнейшем используем для выбора схемы внешнего электроснабжения.

4 Выбор напряжения электрической сети, питающей завод

Теоретически для электроснабжения каждого потребителя может быть выбрано оптимальное напряжение. Однако это потребовало бы создания неоправданно большого числа типоразмеров электротехнического оборудования и сделало бы практически невозможным осуществление связи между сетями разных напряжений. Поэтому применяемые в электрических системах номинальные напряжения строго регламентированы.

В России ГОСТ 23366-78 устанавливает номинальные напряжения электрических сетей постоянного и переменного тока частотой 50Гц, генераторов, трансформаторов, приемников электрической энергии и наивысшие рабочие напряжения, длительно допустимые по условиям работы изоляции.

Основными источниками электроснабжения промышленных предприятий являются энергосистемы. Для повышения эффективности системы электроснабжения и экономии электроэнергии при ее проектировании следует стремиться к сокращению числа ступеней трансформации, повышению напряжения питающей сети, применению магистральных линий и токопроводов. Если при взаимном расположении производств и потребляемой ими мощности оптимальное число понизительных подстанций 110...220/6...10кВ оказывается больше единицы, то по территории предприятия следует проложить воздушную линию (ВЛ) или кабельную вставку с ответвлениями к подстанциям глубокого ввода (ПГВ), которые располагают в центрах нагрузок групп цехов, территориально обособленных на данном предприятии. При этом распределительные устройства напряжением 6...10кВ ПГВ используют в качестве распределительных пунктов (РП) цехов.

Напряжение каждого звена системы электроснабжения нужно выбирать с учетом напряжений смежных звеньев.

Выбор напряжения питающей сети проводят на основании технико-экономических сравнений вариантов в случаях, когда:

- имеется возможность получения энергии от источника питания при двух и более напряжениях;
- предприятие с большой потребляемой мощностью нуждается в сооружении или значительном расширении существующих районных подстанций, электростанций или сооружения собственной электростанции;
- имеется связь электростанций предприятий с районными сетями.

Предпочтение отдают варианту с более высоким напряжением, даже при экономических преимуществах варианта с низким из сравниваемых напряжений в пределах до 5...10% по приведенным затратам.

На первых ступенях распределения энергии для питания больших предприятий применяют напряжения 110, 220 и 330кВ. Напряжение 110кВ — при потребляемой мощности 10—150МВА, напряжение 220кВ и выше целесообразно применять при потребляемой мощности более 120—150МВА.

На основании чего, а так же учитывая месторасположение предприятия находящегося территориально в зоне Нижнекамских районных электросетей (использующих напряжение 110кВ), то для первой ступени электроснабжения предприятия ЦМК выбираем напряжение 110кВ (расчетная мощность предприятия 25МВА).

Напряжения 6 и 10кВ наиболее распространены в распределительных сетях городов промышленных предприятий и сельских районов.

Преимущественное применение имеет напряжение 10кВ. Напряжение 6кВ предпочтительно при преобладании в распределительной сети конкретного предприятия электродвигателей с номинальным напряжением 6кВ: иногда его применение оправдывается при расширении существующих сетей промышленного назначения. В городах и сельской местности следует отдавать предпочтение напряжению 10кВ даже при наличии существующих сетей 6кВ.

Трансформаторы, поставляемые в комплекте с оборудованием, выполнены на напряжение 10кВ, то для сокращения ступеней трансформации целесообразно на второй ступени электроснабжения предприятия выбрать напряжение 10кВ.

Напряжение 380В получило широкое распространение на промышленных предприятиях с большим числом электродвигателей малой и средней мощности (до 200кВт). Всё электрооборудование технологических линий рассматриваемого предприятия выполнено на напряжение 0,4кВ.

Поэтому на третьей ступени электроснабжения предприятия выбираем напряжение 0.4 кВ.

5 Определение количества и мощности цеховых трансформаторов

5.1 Предварительный выбор количества цеховых трансформаторов

Расчет количества трансформаторов: N_{\min} - с учетом полной компенсации реактивной мощности в сети до 1кВ; N_{\max} -при отсутствии компенсации реактивной мощности в сети [14]:

$$N_{\min} = \frac{P_{\text{РАСЧ}\Sigma H}}{K_{\text{ЗТ}} \cdot S_{\text{НОМ.Т}}} \quad (5.1)$$

В проектной практике для двухтрансформаторных цеховых подстанций при преобладании потребителей II категории коэффициент загрузки трансформаторов $K_{\text{ЗТ}}$ принимается в пределах 0,7-0,8. Коэффициент загрузки цеховых трансформаторов, принимаем $K_{\text{ЗТ}}=0,7$ [20].

$$N_{\max} = \frac{S_{\text{РАСЧ}\Sigma H}}{K_{\text{ЗТ}} \cdot S_{\text{НОМ.Т}}} \quad (5.2)$$

Удельная плотность нагрузки [15]:

$$\rho_{\text{III}} = \frac{\sqrt{P_{\text{РАСЧ}}^2 + Q_{\text{РАСЧ.П.П}}^2}}{F_{\text{ЗВ}}} \quad (5.3)$$

$$\rho_{\text{III}} = \frac{\sqrt{29126,26^2 + 20899,97^2}}{58500} = 0,65 \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2}$$

На цеховых подстанциях чаще применяются трансформаторы 1000кВА. При удельной плотности нагрузки 0,2кВА /м² и выше применяются трансформаторы 1600кВА, а при удельной плотности нагрузки 0,3кВА /м² и выше целесообразно применять трансформаторы мощностью 2500кВА. [14]. Число типоразмеров рекомендуется ограничить до одного – двух, так как большое их разнообразие создает неудобство в эксплуатации и затруднения в отношении резервирования и взаимозаменяемости.

Произведем расчет для трансформаторов 1000; 1600; 2500кВА:

$S_{\text{НОМ}}=1000\text{кВА}$:

$$N_{\min} = \frac{29298,19}{0,7 \cdot 1000} = 42;$$

$$N_{\max} = \frac{33994,09}{0,7 \cdot 1000} = 49;$$

$$N_T = 42 \dots 49;$$

$$S_{\text{НОМ}} = 1600 \text{ кВА};$$

$$N_{\min} = \frac{29298,19}{0,7 \cdot 1600} = 27;$$

$$N_{\max} = \frac{33994,09}{0,7 \cdot 1600} = 31;$$

$$N_T = 27 \dots 31;$$

$$S_{\text{НОМ}} = 2500 \text{ кВА};$$

$$N_{\min} = \frac{29298,19}{0,7 \cdot 2500} = 17;$$

$$N_{\max} = \frac{33994,09}{0,7 \cdot 2500} = 20;$$

$$N_T = 17 \dots 20.$$

При выборе числа и мощности цеховых трансформаторов одновременно должен решаться вопрос об экономической целесообразной величине реактивной мощности передаваемой через сеть напряжением до 1кВ [2].

Далее определим дополнительную мощность конденсаторных батарей и экономически оптимальное число трансформаторов.

5.2 Определение мощности конденсаторов напряжением до и выше 1кВ

По выбранному числу трансформаторов определяем наибольшую реактивную мощность, которая может быть передана со стороны 10кВ в сеть низшего напряжения [15]:

$$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot K_{3T} \cdot S_{НОМ})^2 - P_{РАСЧ\Sigma H}^2} \quad (5.4)$$

Для типоразмера 2500кВА, $N_T=17$,

$$Q_T = \sqrt{(17 \cdot 0,7 \cdot 2500)^2 - 29298,19^2} = 5156,13 \text{кВА}.$$

Мощность компенсирующего устройства в сети напряжением до 1кВ определяется по условию баланса реактивной мощности на шинах низшего напряжения, цеховых подстанциях.

В качестве компенсирующих устройств, принимаем батареи конденсаторов, мощность которых определяем из уравнения баланса реактивных мощностей [14]:

$$Q_{БН} = Q_{РАСЧШП} - Q_T \quad (5.5)$$

$$Q_{БН} = 20899,97 - 5156,13 = 15743,84 \text{кВАр}.$$

Мощность компенсирующего устройства в сети напряжением выше 1кВ определяется по условию баланса реактивной мощности на шинах вторичного напряжения ГПП [14]:

$$Q_{БВ} = Q_{КУ} - Q_{БН} \quad (5.6)$$

$$Q_{БВ} = 11288,3 - 15743,84 = -4455,54 \text{кВАр}.$$

Для типоразмера 2500кВА, $N_T=20$:

$$Q_T = \sqrt{(20 \cdot 0,7 \cdot 2500)^2 - 21543,4^2} = 19147,22 \text{кВАр};$$

$$Q_{БН} = 20899,97 - 19147,22 = 1752,75 \text{кВАр};$$

$$Q_{БВ} = 11288,3 - 1752,75 = 9535,55 \text{кВАр};$$

Для типоразмера 1600кВА, $N_T=27$:

$$Q_T = \sqrt{(27 \cdot 0,7 \cdot 1600)^2 - 29298,19^2} = 7488,35 \text{кВАр};$$

$$Q_{BH} = 20899,97 - 7488,35 = 13411,74 \text{ кВАр};$$

$$Q_{BB} = 11288,3 - 13411,74 = -2123,44 \text{ кВАр};$$

Для типоразмера 1600 кВА, $N_T=31$:

$$Q_T = \sqrt{(31 \cdot 0,7 \cdot 1600)^2 - 29298,19^2} = 18630,47 \text{ кВАр};$$

$$Q_{BH} = 20899,97 - 18630,47 = 2269,5 \text{ кВАр};$$

$$Q_{BB} = 11288,3 - 2269,5 = 9018,80 \text{ кВАр};$$

Для типоразмера 1000 кВА, $N_T=42$:

$$Q_T = \sqrt{(42 \cdot 0,7 \cdot 1000)^2 - 29298,19^2} = 2444,6 \text{ кВАр};$$

$$Q_{BH} = 20899,97 - 2444,6 = 18455,37 \text{ кВАр};$$

$$Q_{BB} = 11288,3 - 18455,37 = -7167,1 \text{ кВАр};$$

Для типоразмера 1000 кВА, $N_T=49$:

$$Q_T = \sqrt{(49 \cdot 0,7 \cdot 1000)^2 - 29298,19^2} = 17835,53 \text{ кВАр};$$

$$Q_{BH} = 20899,97 - 17835,53 = 3064,44 \text{ кВАр};$$

$$Q_{BB} = 11288,3 - 3064,44 = 8223,86 \text{ кВАр}.$$

5.3 Выбор оптимального количества цеховых трансформаторов

Количество трансформаторов с вторичным напряжением до 1кВ выбирается на основании технико-экономического расчета.

Удельные приведенные затраты на компенсацию реактивной мощности в сетях до 1кВ:

$$Z_{BH} = 3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{тыс.руб.}}{\text{кВар} \cdot \text{год}} [4];$$

$$Z_{BB} = 1,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{тыс.руб.}}{\text{кВар} \cdot \text{год}} [4];$$

Стоимость трансформаторов типа ТСЗЛГ 1000; 1600;2500кВА [18]:

$$K_{T.1000} = 831,47 \text{ тыс. руб.};$$

$$K_{T.1600} = 1015,18 \text{ тыс. руб.};$$

$$K_{T.2500} = 1328,35 \text{ тыс. руб.};$$

Суммарные отчисления от капитальных затрат [4]:

$$E_{\Sigma} = 0,223 \frac{1}{\text{год}} ;$$

Приведенные затраты для каждого варианта [14]:

$$Z_T = Z_{BH} \cdot Q_{BH} + Z_{BB} \cdot Q_{BB} + E_{\Sigma} \cdot N_T \cdot K_T \quad (5.7)$$

Приведенные затраты для трансформаторов 1000кВА:

$$Z_T = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 18455,37 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot (-7167,7) + 0,223 \cdot 42 \cdot 831,47 = 7832,17 \text{ тыс.руб./год};$$

$$Z_T = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 3064,44 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8223,86 + 0,223 \cdot 49 \cdot 831,47 = 9107 \text{ тыс.руб./год};$$

Приведенные затраты для трансформаторов 1600кВА:

$$Z_T = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 13411,74 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot (-2123,44) + 0,223 \cdot 27 \cdot 1015,18 = 6149,45 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_T = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 2269,5 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 9018,8 + 0,223 \cdot 31 \cdot 1015,18 = 7038,27 \text{ тыс.руб./год};$$

Приведенные затраты для трансформаторов 2500кВА:

$$Z_T = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 15743,84 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot (-4455,54) + 0,223 \cdot 17 \cdot 1328,35 = 5076,32 \text{ тыс.руб./год};$$

$$Z_T = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 1752 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 9535,55 + 0,223 \cdot 20 \cdot 1328,35 = 5943,73 \text{ тыс.руб./год}.$$

Как видно из расчета, самым экономичным является вариант с 17-ю трансформаторами $S_{НОМ.Т} = 2500 \text{ кВА}$.

Определим оптимальное число трансформаторов [14]:

$$N_{omn} = N_{min} + m \quad (4.8)$$

где m- дополнительно установленные трансформаторы [14].

$$N_{omn} = 17 + 0,3 = 17,3 \approx 18$$

Предполагается установить двухсекционные трансформаторные подстанции, поэтому расчет затрат произведем для 18-ти трансформаторов:

$$Z_T = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 15743,84 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot (-4455,54) + 0,223 \cdot 17 \cdot 1328,35 = 5302,14 \text{ тыс. руб./год.}$$

Приведенные затраты с трансформаторами мощностью 2500кВА значительно ниже других вариантов.

Выбираем к установке сухие трансформаторы [15]: ТСЗЛГ 2500/10/0,4- трансформатор сухой, с естественным воздушным охлаждением при защищенном исполнении, с геотелевой, литой изоляцией обмоток (обмотки залиты эпоксидным компаундом с кварцевым наполнителем) класс нагревостойкости F (155 °С)

5.4 Выбор местоположения и мощности трансформаторов ГПП

Местоположение, тип, мощность и другие параметры ГПП в основном обуславливаются величиной и характером электрических нагрузок, размещением их на плане, а также производственными, архитектурно-строительными и эксплуатационными требованиями. Важно, чтобы ГПП находилось, возможно ближе к центру, питаемых от нее нагрузок. Это сокращает протяженность, а следовательно, стоимость и потери в питающих и распределительных сетях электроснабжения предприятия

Положение центра нагрузок [2]:

$$X_0 = \frac{\sum_1^n S_i X_i}{\sum_1^n S_i}; Y_0 = \frac{\sum_1^n S_i Y_i}{\sum_1^n S_i}$$

(5.9)

$$X_0 = \frac{18766,3 \cdot 52,5 + 2984,5 \cdot 198 + 1767,9 \cdot 345 + 4875 \cdot 345}{28393,7} = 136,23 \text{ м};$$

$$Y_0 = \frac{18766,3 \cdot 18 + 2984,5 \cdot 78 + 1767,9 \cdot 123 + 4875 \cdot 42}{28393,7} = 74,62 \text{ м}.$$

Центр нагрузок попадает на территорию, занимаемую производственными помещениями, поэтому расположение ГПП смещаем в сторону внешнего источника питания. Новое место расположения ГПП определяем условиями минимальной длины кабельных линий, питающих цеховые РУ, минимального расстояния до питающей ЛЭП и условиями электробезопасности. Поэтому выбираем расположение ГПП вне предприятия, ближе к источнику питания и наиболее энергоемкому потребителю (подготовительный цех) проектируемого предприятия [2].

Выбираем трансформатор на ГПП, учитывая возможность работы трансформатора в послеаварийном режиме с 40 % перегрузкой [3]:

$$S_{\text{НОМ.ГПП}} \geq \frac{S_{\text{РАСЧ.ГПП}}}{n \cdot k_3}, \quad (5.10)$$

$$S_{\text{НОМ.ГПП}} \geq \frac{28447,6}{2 \cdot 0,7} = 20319,7 \text{ кВА}$$

$$S_{\text{НОМ.ГПП}} = S_{\text{НОМ.ТР.}} \cdot 1,4 \text{ кВА} \quad (5.11)$$

$$S_{\text{НОМ.ГПП}} = 25000 \cdot 1,4 = 35000 \text{ кВА}$$

Выбираем к установке на ГПП два трансформатора ТДН 25000/110/10 (с учетом возможности расширения производства).

$$\Delta P_{\text{КЗ}} = 120 \text{ кВт}; U_{\text{К}} = 10,5\%; S_{\text{ТНОМ}} = 25 \text{ МВА}; U_{\text{ВН}} = 115 \text{ В}; U_{\text{НН}} = 10 \text{ кВ}; [6].$$

$$S_{\text{НОМ.ГПП}} = 25000 \cdot 1,4 = 35000 \geq S_{\text{р}} = 28447,6 \text{ кВА}.$$

Коэффициенты загрузки трансформаторов ГПП мощностью 25000 кВА в номинальном и аварийном режимах:

$$K_{\text{з.ф.}} = \frac{S_{\text{р}}}{n \cdot S_{\text{НОМ.Т.}}} = \frac{28447,6}{2 \cdot 25000} = 0,57. \quad (5.12)$$

$$K_{\text{з.ав}} = \frac{S_{\text{р}}}{S_{\text{НОМ.Т.}}} = \frac{28447,6}{25000} = 1,14. \quad (5.13)$$

В аварийном режиме данный трансформатор не перегружен.

Далее выбираем место установки ГПП.

6 Выбор схемы электроснабжения предприятия

6.1 Выбор схемы внешнего энергоснабжения

Передача электроэнергии от двухтрансформаторной подстанции энергосистемы 110/10 кВ до питающей сети осуществляется по радиальной схеме воздушными линиями электропередачи. Подключение воздушной линии к ГПП осуществляется через элегазовые выключатели.

Ниже произведен выбор воздушной линии для ГПП питающей проектируемый завод с расчетной нагрузкой $S_p = 28447,6$ кВА.

Расчетные токи [14]:

В нормальном режиме работы

$$I_p = \frac{S_p}{2\sqrt{3}U_{ном}} \quad (6.1)$$

$$I_p = \frac{28447,6}{2\sqrt{3} \cdot 110} = 74,66 \text{ A.}$$

В аварийном режиме работы

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_{ном}} \quad (6.2)$$

$$I_p = \frac{28447,6}{\sqrt{3} \cdot 110} = 149,3$$

По справочным материалам [2] выбираем сталеалюминевые провода марки (АС).

Выбор экономически целесообразного сечения по ПУЭ производится по экономической плотности тока в зависимости от материала провода и числа часов использования максимума нагрузки в соответствии с выражением [2]:

$$F_{э} = \frac{I_p}{j_s}, \quad (6.3)$$

где I_p -максимальный рабочий ток, протекающий по линии, (А);

$j_э$ - экономическая плотность тока (при числе часов использования максимума нагрузки равным 5000 ч –двухсменный режим работы) [2],(А/мм²).

$$F_э = \frac{149,3}{1,1} = 164,24 \text{ мм}^2.$$

Выбираем из стандартного сечения [6] провод АС – 240 мм² суммарное сечение составит 240x2 мм². Согласно ПУЭ сечения провода на напряжение 110 кВ должно быть не менее 70 мм².

$$I_{\text{доп}} = 450 \cdot 3 = 1350 \text{ А} \geq I_p = 718,98 \text{ А}.$$

6.2 Выбор схемы внутриводского электроснабжения

Внутриводское распределение электроэнергии выполняется по магистральной, радиальной или смешанной схеме. Выбор схемы определяется категории надежности потребителей электроэнергии, особенностями режима работы.

Одноступенчатые радиальные схемы применяют на средних по мощности предприятиях для питания сосредоточенных потребителей, расположенных в различных направлениях от центра питания. Питание двухтрансформаторных подстанций с преобладанием потребителей I и II категории осуществляется не менее чем двумя радиальными линиями, отходящих от разных секций источника питания. Отдельно расположенные одно трансформаторные подстанции могут получать питание по одиночным радиальным линиям без резервирования, если отсутствуют потребители I категории и по условиям прокладки линии возможен ее быстрый ремонт. Магистральные схемы целесообразно применять при расположении подстанций по территории предприятия последовательно, что способствует прямому прохождению магистралей от источника питания до потребителей и тем самым сокращению длины магистрали.

Сочетание преимуществ радиальных и магистральных схем позволяет создать систему электроснабжения с наилучшими технико-экономическими показателями.

Учитывая выше приведенные требования, намечены два варианта схемы внутризаводского электроснабжения равноценных по техническим показателям. Распределительная 10кВ сеть проектируемого предприятия выполним трехжильными кабелями с алюминиевыми жилами с прокладкой их по эстакаде. При выборе сечений кабельных линий в качестве расчетной нагрузки используется значение номинальных токов трансформаторов ТП.

Сечение жил кабелей выбираются по техническим и экономическим условиям. При выборе стандартного сечения исходят из следующего.

1 При выборе сечения по термической стойкости $F_{т.с}$ рекомендуется выбирать ближайшее меньшее сечение. Основанием для этого является повышенный процент ошибки, заложенный в самом методе расчета, в сторону повышения сечения.

2 Выбор сечения кабелей по механической прочности для кабельных линий решается просто. Кабели выпускают с условием того, что самое малое сечение является механически стойким.

3 При выборе сечения по нагреву F_n выбирают ближайшее большее сечение.

4 После того как определено минимально допустимое сечение провода по техническим условиям F_1 . его сравнивают с экономически целесообразным сечением.

Экономическая плотность тока $j_{эж}$, необходимая для расчета экономически целесообразного сечения одной КЛ определяется по нескольким условиям.

- а) в зависимости от числа часов использования максимума нагрузки
- б) в зависимости от вида изоляции КЛ;
- в) в зависимости от материала, используемого при изготовлении жилы кабеля;

г) в зависимости от района прокладки;

$$j_{\text{ЭК}} = 1,6 \frac{\text{А}}{\text{М}^2} \quad [1];$$

Произведем расчет для выбора кабельных линий 10кВ по радиальной и магистральной схеме.

Расчет выбора сечения произведем для кабельной линии Л1 напряжением 10кВ (вариант схемы №1), с помощью которой осуществляется питание ТП-1 от ЦРП предприятия по радиальной схеме.

Расчетный ток линии:

$$I_p = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 10} = 144 \text{ А};$$

$$F_s = \frac{144}{1,6} = 90 \text{ М}^2;$$

Ближайшее стандартное сечение [6] составляет 95мм.² ($I_{\text{доп}} = 260\text{А}$).

В нормальном режиме:

$$K_t = 1; K_{\text{пр}} = 1; K_{\text{пер}} = 0,8 \quad [14]; I_{\text{доп}} = 260\text{А},$$

K_t – коэффициент, учитывающий фактическую температуру окружающей среды, нормативную температура для кабелей, проложенных в воздухе;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий количество проложенных кабелей;

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент перегрузки, зависящий от длительности перегрузки и способа прокладки (в земле или в воздухе), а также от коэффициента предварительной нагрузки.

$$I_{\text{ДОП.ФАКТ}} = I \cdot K_t \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{пер}} \quad [14] \quad (6.4)$$

$$I_{\text{ДОП.ФАКТ}} = 260 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 208 \text{ А};$$

$I_{\text{расч}} < I_{\text{доп}}$, ($144\text{А} < 208\text{А}$), поэтому данное сечение удовлетворяет требованиям.

При исчезновении напряжения от одного источника на ТП работает АВР и все потребители получают питание от второго источника, поэтому необходимо проверить сечение кабеля по допустимому нагреву токами в послеаварийном режиме.

В послеаварийном режиме фактический длительный допустимый ток:

$$K_t = 1; K_{пр} = 1; K_{пер} = 1.25; I_{доп} = 260 \text{ A};$$

$$I_{доп.ФАКТ} = 260 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 231,25 \text{ A};$$

Условие $I_{рас.} < I_{доп.ФАКТ}$ ($231 \text{ A} < 260 \text{ A}$) выполняется.

Проверка выбранного сечения кабеля на термическую стойкость к току КЗ (ориентировочный расчет) [2]:

$$F_{тер} = \left(I_{K2}^{(3)} \sqrt{t_{П}} \right) / K \quad (6.5)$$

где $I_{K2}^{(3)}$ - установившееся значение тока КЗ в начале кабельной линии [2];

K - термический коэффициент кабелей 10кВ с алюминиевыми жилами $K=100 \text{ Aс}^{0,5}/\text{мм}^2$ [10];

$t_{П}$ - приведенное расчетное время КЗ. Для кабелей, отходящих от ГПП, $t_{П}=1.5\text{с}$. [10].

$$I_k^{(3)} = \frac{E_c}{\sqrt{(X_c + X_T + X_{y0} \cdot I)^2 + (R_{y0} \cdot I)^2}} \quad (6.6)$$

где X_c - сопротивление системы, (Ом); X_T - сопротивление трансформатора подстанции энергосистемы 110/10кВ [2]:

$$E_c = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3}}, [2] \quad (6.7)$$

$$X_c = \frac{U_{cp}^2}{S_{\sigma}}, [2] \quad (6.8)$$

$$X_m = \frac{u_k U_{cp}^2}{100 S_{т.ном}}, [2] \quad (6.9)$$

где, S_{σ} - мощность трехфазного короткого замыкания на стороне высшего напряжения подстанции энергосистемы;

U_{cp} - среднее номинальное напряжение с низкой стороны подстанции энергосистемы;

u_k - напряжение КЗ трансформатора [7];

$X_{уд}$ - удельное индуктивное сопротивление, кабельной линии (Ом/км) [7];

$R_{уд}$ - удельное активное сопротивление, кабельной линии (Ом/км) [7];

L - длина кабельной линии, (км);

$$E_c = \frac{10,5}{\sqrt{3}} = 6,06 \text{ кВ};$$

$$X_c = \frac{10,5^2}{100} = 1,1 \text{ Ом};$$

$$X_m = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{25000} = 0,004 \text{ Ом};$$

$$I_{k2}^{(3)} = \frac{6,06}{\sqrt{(1,1 + 0,004 + 0,85 \cdot 0,045)^2 + (0,62 \cdot 0,045)^2}} = 5,48 \text{ кА}.$$

Расчетное значение термически стойкого сечения жилы кабеля:

$$F_{\text{тер}} = \frac{5,48 \cdot 1000 \sqrt{1,2}}{100} = 60,1 \text{ мм}^2.$$

Выбранное сечение по термической стойкости удовлетворяет требованиям.

Для первого варианта к прокладке принимаем два трехжильных кабеля АПвЭВ-10 3x90 мм² (Iдоп = 260А) для каждого ТП.

Выбор сечений остальных кабельных линий проводится аналогично; результаты расчетов сведем таблицу 18 и 19.

Таблица 18 - Расчет кабелей по радиальной схеме

ТП	Нормальный режим		После аварийный режим		КЗ на шинах ЦРП		Длина кабеля L, м	Выбранное сечение F, мм ²
	Iрасч, А	F, мм ²	Iрасч, А	F, мм ²	Iкз, кА	Fтерм, мм ²		
1	144	95	235	95	5,48	60	2x80	3x95
2	144	95	235	95	5,43	59	2x290	3x95
3	144	95	235	95	5,48	58,08	2x170	3x95
4	144	95	235	95	5,45	60,1	2x70	3x95
5	144	95	235	95	5,38	58,95	2x90	3x95
6	144	95	235	95	5,36	58,77	2x160	3x95
7	144	95	235	95	5,35	58,64	2x255	3x95

8	144	95	235	95	5,33	59	2x395	3x95
9	144	95	235	95	5,37	60,1	2x370	3x95
10	144	95	235	95	5,45	58,72	2x340	3x95

Таблица 19 - Расчет кабелей по магистральной схеме

ТП	Нормальный режим		После аварийный Режим		КЗ на шинах ЦРП		Длина кабеля L, м	Выбранное сечение F, мм ²
	I _{расч} , А	F, мм ²	I _{расч} , А	F, мм ²	I _{кз} , кА	F _{терм} , мм ²		
1-2	233	95	350	95	5,46	59,89	2x290	2x240
4-3	233	95	350	95	5,45	59,7	2x170	2x240
5-6	233	95	350	95	5,43	59,58	2x160	2x240
7-8	233	95	350	95	5,4	59,4	2x395	2x240
10-9	233	95	350	95	5,43	59,53	2x370	2x240

Окончательный выбор схемы внутризаводского электроснабжения произведем далее на основании технико-экономических показателей.

7 Расчет токов короткого замыкания

Расчет токов короткого замыкания проводится для выбора высоковольтного оборудования и для проверки чувствительности и селективности защиты на характерном участке внутривольной сети.

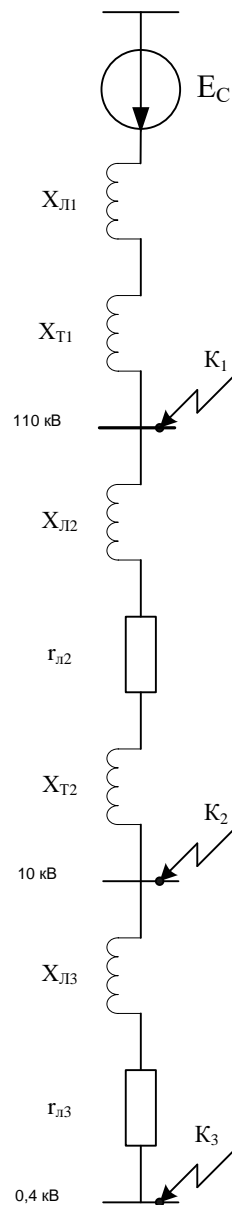


Рисунок 1.-Схема замещения

Исходные данные для расчёта параметров схемы замещения:

Система С: Мощность трехфазного короткого замыкания на стороне высшего напряжения подстанции энергосистемы $S_K^{(3)} = 3500$ мВА , $k_{уд}^{(3)} = 1,8$ [5]

Трансформатор Т1: $S_{Т.ном} = 25$ мВА, $U_{ВН} = 115$ кВ , $U_{НН} = 10,5$ кВ, $\Delta P_{К.З} = 90$ кВт, $u_K = 10,5\%$ [24]

Трансформатор Т2: ТСЗЛГ 2500/10, $S_{Т.ном} = 2,5$ мВА, $U_{ВН} = 10,5$ кВ, $U_{НН} = 0,4$ кВ, $\Delta P_{К.З} = 20,5$ кВт, $u_K = 6\%$ [15]

Для расчета составляется схема замещения, в которую входят цепи КЗ. Определяются параметры схемы замещения в именованных единицах, для этого сопротивления схемы замещения приведем к основной ступени трансформации 10кВ.

Рассчитаем сопротивления для точки K_1

$$X_{Л} = X_0 \cdot L \quad (7.1)$$

$$X_{Л1} = 0,071 \cdot 0,5 = 0,0355 \text{ Ом}$$

$$X_T = \frac{U_k \%}{100} \cdot \frac{U_6^2}{S_{ном}} \quad (7.2)$$

$$X_{Т1} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{10^2}{25} = 0,42 \text{ Ом}$$

Для точки K_2

$$X_{Л2} = 0,071 \cdot 0,8 = 0,057 \text{ Ом}$$

$$r_{Л} = r_0 \cdot L \quad (7.3)$$

$$r_{Л2} = 0,169 \cdot 0,8 = 0,135 \text{ Ом}$$

$$X_{Т2} = \frac{8}{100} \cdot \frac{10^2}{2,5} = 0,32 \text{ Ом}$$

Для точки K_3

$$X_{Л3} = 0,071 \cdot 0,7 = 0,049 \text{ Ом}$$

$$r_{ЛЗ} = 0,169 \cdot 0,7 = 0,118 \text{ Ом}$$

Определение токов короткого замыкания

Значение токов К.З. в характерных точках сети определяются по следующим выражениям:

Расчет производится для точки К₁

$$X_{PE3} = X_{Л} + X_{Т} \quad (7.4)$$

$$X_{PE31} = 0,0355 + 0,42 = 0,456 \text{ Ом}$$

$$I_{П.О.К.}^{(3)} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot X_{PE31}} \quad (7.5)$$

$I_{П.О.К.}^{(3)}$ - начальное действующее значение периодической составляющей тока трехфазного К.З.

$$I_{П.О.К.1}^{(3)} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,456} = 12,66 \text{ кА}$$

$$I_{П.О.К.}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{П.О.К.}^{(3)}, \quad (7.6)$$

$I_{П.О.К.}^{(2)}$ - начальное действующее значение периодической составляющей тока двухфазного К.З.

$$I_{П.О.К.1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 12,66 = 10,96 \text{ кА}$$

где $i_{y\partial}$ - ударный ток в месте короткого замыкания.

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{y\partial} \cdot I_{П.О.К.}^{(3)}, \quad (7.7)$$

где $k_{y\partial} = 1,36$ (ударный коэффициент).

$$i_{y\partial 1} = \sqrt{2} \cdot 1,36 \cdot 12,66 = 24,35 \text{ кА}$$

Расчет производится для точки К₂:

$$X_{PE32} = 0,456 + 0,057 + 0,32 = 0,833 \text{ Ом}$$

$$r_{PE32} = r_{Л2} = 0,135 \text{ Ом}$$

$$I^{(3)}_{\text{п.о.к.2}} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,833^2 + 0,135^2}} = 6,85 \text{ кА}$$

$$I^{(2)}_{\text{п.о.к.2}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 6,85 = 5,93 \text{ кА}$$

$$i_{\text{уд2}} = \sqrt{2} \cdot 1,36 \cdot 6,85 = 13,17 \text{ кА}$$

Расчет для точки К₃:

$$X_{PE33} = 0,833 + 0,118 = 0,951 \text{ Ом}$$

$$r_{PE33} = 0,135 + 0,049 = 0,184 \text{ Ом}$$

$$I^{(3)}_{\text{п.о.к.2}} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,951^2 + 0,184^2}} = 6,16 \text{ кА}$$

$$I^{(2)}_{\text{п.о.к.2}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 6,16 = 5,33 \text{ кА}$$

$$i_{\text{уд2}} = \sqrt{2} \cdot 1,36 \cdot 6,16 = 11,85 \text{ кА}$$

Полученные данные вносим в таблицу 20

Таблица 20 - Токи короткого замыкания.

Точка К.З	$I^{(3)}_{\text{п.о.к.}}, \text{кА}$	$I^{(2)}_{\text{п.о.к.}}, \text{кА}$	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$	$k_{\text{уд}}$
К ₁	12,66	10,96	24,35	1,36
К ₂	6,85	5,93	13,17	1,36
К ₃	6,16	5,33	11,85	1,36

8 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

8.1 Выбор ограничителей перенапряжения

Ограничители перенапряжения предназначены для защиты от коммутационных и атмосферных перенапряжений электрооборудования подстанций и сетей на классы напряжений от 0,4 до 220кВ. Устанавливаются в сетях переменного тока частотой 48-62Гц с изолированной нейтралью и включаются параллельно защищаемому объекту. Выбираем из [15] ограничитель перенапряжения типа ОПН-П1-110УХЛ1 для установки в ОРУ-110кВ непосредственно перед силовыми трансформаторами.

8.2 Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения

Трансформаторы тока предназначены для измерения тока в установках высокого напряжения и изоляции измерительных приборов и устройств релейной защиты от высокого напряжения. Первичный ток проходит через первичную обмотку, вторичная обмотка подключается к измерительным приборам и реле.

Условия выбора трансформаторов тока [21]:

$$U_{НОМ} \geq U_{НОМ.СЕТИ};$$

$$I_{НОМ} \geq I_{МАХ.РАСЧ};$$

$$i_{ДИН.СТ} \geq i_{ВД};$$

Выбираем трансформатор тока встроенный в силовой трансформатор типа ТВТ-110Ш300/5 [4] (таблица 21).

Таблица 21 - Сводные данные

Условия выбора	Расчетные параметры	ТВТ-110Ш300/5
$U_{НОМ} \geq U_{НОМ.СЕТИ}$	$U_{НОМ.СЕТИ} = 110кВ$	$U_{НОМ} = 110кВ$

$I_{НОМ} \geq I_{МАХ.РАСЧ}$	$I_{МАХ.РАСЧ} = 149,3А$	$I_{НОМ} = 200А$
$i_{ДИН.СТ} \geq i_{УД}$	$i_{УД} = 33,9кА$	$i_{ДИН.СТ} = 50кА$

Выбираем трансформатор тока типа ТПК-10 для КРУ [4] (таблица 7.2):

Таблица 22 - Сводные данные

Условия выбора	Расчетные параметры	ТПК-10
$U_{НОМ} \geq U_{НОМ.СЕТИ}$	$U_{НОМ.СЕТИ} = 10кВ$	$U_{НОМ} = 10кВ$
$I_{НОМ} \geq I_{МАХ.РАСЧ}$	$I_{МАХ.РАСЧ} = 144А$	$I_{НОМ} = 150А$
$i_{ДИН.СТ} \geq i_{УД}$	$i_{УД} = 8,2кА$	$i_{ДИН.СТ} = 29,5кА$

Трансформатор напряжения (ТН) предназначен для понижения высокого напряжения до значения 100В необходимого для питания цепей автоматики и сигнализации.

Выбираем трансформатор напряжения типа НОЛ.08-10. [15].

8.3 Выбор разъединителей и выключателей 110кВ

Разъединители применяются для коммутации элементов цепи при отсутствии тока и создания видимого разрыва электрической цепи. Разъединители могут отключать небольшой ток холостого хода трансформаторов и линий электропередачи. Это позволяет выводить оборудование для ревизии и ремонта.

Высоковольтные элегазовые выключатели предназначены для сетей и энергосистем с напряжением 110кВ и частотой 50Гц. Элегазовые выключатели используется как оборудование контроля и защиты энергосистем, а также может быть использован как выключатель для соединения отдельных энергетических систем.

Условия для выбора разъединителей и выключателей [15]:

$$U_{НОМ} \geq U_{НОМ.СЕТИ};$$

$$I_{НОМ} \geq I_{МАХ.РАСЧ};$$

$$i_{ДИН.СТ} \geq i_{УД};$$

Выбираю разъединитель типа РНДЗ.2-110/1000У1 [4].

Таблица 23 - Сводные данные

Условия выбора	Расчетные параметры	РНДЗ.2-110/1000У1
$U_{НОМ} \geq U_{НОМ.СЕТИ}$	$U_{НОМ.СЕТИ} = 110кВ$	$U_{НОМ} = 110кВ$
$I_{НОМ} \geq I_{МАХ.РАСЧ}$	$I_{МАХ.РАСЧ} = 149,3А$	$I_{НОМ} = 1000А$
$i_{ДИН.СТ} \geq i_{УД}$	$i_{УД} = 33,9кА$	$i_{ДИН.СТ} = 80кА$

На ГПП вместо отделителя и короткозамыкателя установим элегазовые выключатели типа ЗАР1FG-145/ЕК [4].

Таблица 2.3 - Сводные данные

Условия выбора	Расчетные параметры	ВЭК-110-40/1250
$U_{НОМ} \geq U_{НОМ.СЕТИ}$	$U_{НОМ.СЕТИ} = 110кВ$	$U_{НОМ} = 110кВ$
$I_{НОМ} \geq I_{МАХ.РАСЧ}$	$I_{МАХ.РАСЧ} = 149,3А$	$I_{НОМ} = 1600А$
$i_{ДИН.СТ} \geq i_{УД}$	$i_{УД} = 33,9кА$	$i_{ДИН.СТ} = 40кА$

8.4 Выбор выключателей 10кВ

Определим номинальный ток вводных и секционных выключателей по формуле:

$$I_{НОМ.ВЫКЛ} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (7.1)$$

$$I_{НОМ.ВЫКЛ} = \frac{28447,6}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 1563,9 \text{ А.}$$

Предпочтение отдадим вакуумным выключателям (ВВ). Поскольку из всех существующих типов выключателей ВВ по надежности, обслуживанию при эксплуатации, диапазонам номинальных параметров занимают лидирующее положение. Секционный выключатель выбирается на ток наиболее загруженной секции.

Выбираем вводной выключатель HD4/GT 12.16.25 и секционный выключатель HD4/GT 12.16.25 [15]. Технические данные:

$$U_{НОМ} = 10 \text{ кВ};$$

$$I_{НОМ} = 1600 \text{ А};$$

$$I_{НОМ.ОТКЛ} = 25 \text{ кА};$$

$$t_{ОТКЛ} = 0,045 \text{ с.}$$

Количество и мощность трансформаторов ТП и преобразовательных подстанций (ПП):

-20 трансформаторов мощностью 2500кВА;

-3 трансформатора 2200кВА (поставляемые в комплекте с оборудованием).

-2 трансформатора 1800кВА (поставляемые в комплекте с оборудованием).

Определим ток для выбора выключателей отходящих ячеек по мощности, установленных мощность трансформаторов ТП и ПП:

$$I_{НОМ.ВЫКЛ} = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 137,6 \text{ А - по радиальной схеме};$$

$$I_{НОМ.ВЫКЛ} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 275,25,6 \text{ А - по магистральной схеме.}$$

Выбираем для отходящих ячеек ТП и ПП элегазовые выключатели HD4/GT 12.06.20 [15].

Технические характеристики:

$$U_{НОМ} = 10 \text{ кВ};$$

$$I_{НОМ} = 630 \text{ А};$$

$$I_{НОМ.ОТКЛ} = 20 \text{ кА};$$

$$t_{ОТКЛ} = 0,045 \text{ с}.$$

На ТП выбираем комплектную трансформаторную подстанцию 2КТП10/0,4.

Окончательный выбор количества оборудования по вариантам произведем на основании технико-экономических показателей.

Электробезопасность

По степени опасности поражения электрическим током цех относится к помещениям с повышенной опасностью, так как возможно одновременное прикосновение человека к имеющим соединение с землей, металлоконструкциям здания с одной стороны, и металлическим корпусом оборудования с другой.

Согласно ГОСТ 12.2.007.0-75, класс электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током соответствует I классу, так как изделия имеют рабочую изоляцию и заземление.

Существенную роль в обеспечении электробезопасности, играют и специфические условия, в которых эксплуатируется электрооборудование: повышенные влажность и температура, наличие химически активных сред, токопроводящие полы. Поэтому выбор технических способов и средств защиты, позволяющих обеспечить высокий уровень электробезопасности должен проводиться согласно [5] с учетом класса помещений по опасности поражения током: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные.

Для обеспечения безопасной работы с электрооборудованием применяются следующие технические способы и средства: защитное заземление; зануление; выравнивание потенциалов; малое напряжение; электрическое разделение сетей; защитное отключение; изоляция токоведущих частей; использование оболочек и блокировок; средства защиты и предохранительные приспособления.

В соответствии с [5] необходимо заземлять корпуса электроустановок, трансформаторов, аппаратов, светильников, приводы электрических машин, оболочки кабелей, каркасы распределительных щитов и т.д. В сетях выше 6 - 35кВ нейтраль изолирована (современное название IT) Зануление и заземление используют в пятипроводных сетях напряжением до 1000В с глухозаземленной нейтралью (современное название TN-S). Зануление при замыкании фазы на корпус должно обеспечить срабатывание защиты (предохранителя или автомата) и автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети. Занулению подлежат те же металлические нетоковедущие части электрооборудования, что и при заземлении. Изоляция токоведущих частей с использованием диэлектрических материалов является одним из основных методов защиты от поражения электрическим током. В соответствии с [5] величина сопротивления изоляции токоведущих частей для распределительных щитов, токопроводов, катушек, магнитных пускателей и автоматов, работающих при напряжении до 1000В, должна быть не менее 0,5МОм. Для повышения безопасности используют также двойную изоляцию (рабочая - на токоведущих частях и слой изоляции из полимерных материалов на тех металлических частях электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением в случае пробоя). Для этих же целей корпуса электрооборудования, рукоятки, изолирующие втулки и т.п. изготавливают из пластмассы.

Защитное отключение электроустановки или участка электрической сети при пробое фазы на корпус, снижении сопротивления изоляции фаз относительно земли или при появлении в сети более высокого напряжения

используется в сетях любого напряжения как с изолированной, так и с глухозаземленной нейтралью.

Заземление. Назначение защитного заземления - устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Предполагается сооружение заземлителя ТП с внешней стороны здания с расположением вертикальных электродов по периметру. Согласно ПУЭ рекомендует в качестве искусственного заземлителя применять круглую сталь $d \geq 16\text{мм}$ и длина $l=5 - 10\text{м}$.

В качестве вертикальных заземлителей принимаются стальные стержни диаметром 16мм и длиной 5м., которые погружаются в грунт методом ввертывания. Верхние концы электродов располагаются на глубине 0,7м от поверхности земли. К ним приваривают горизонтальные электроды стержневого типа из той же стали, что вертикальные электроды. Внутренняя сеть заземления выполняется горизонтальной полосой 40x4мм.

Сопротивление заземляющего устройства согласно ПУЭ для электроустановок напряжением до 1кВ не должно быть больше 40Ом, поэтому за расчетное сопротивление принимаем $R_3=40\text{Ом}$. Сопротивление искусственного заземлителя, при отсутствии естественных принимается равным допустимому сопротивлению заземляющего устройства:

$$R_u = R_3 = 40\text{Ом}.$$

Определяется сопротивление одного вертикального заземлителя [11]:

$$r_0 = 0,3 \cdot \rho \cdot k_c \quad (12.1)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта (суглинок – 100)

$k_{сез.а}$ - коэффициент сезонного изменения (для II климатической зоны) принимается $k_c=1,5$ [11].

$$r_p = 0,3 \cdot 100 \cdot 1,5 = 45 \text{ Ом};$$

$$S_{\text{подст}} = 12 \times 8 \text{ м.}$$

Количество вертикальных заземлителей без учета экранирования [11]:

$$N'_B = \frac{r_p}{R_{3y}} \quad (8.2)$$

$$N'_B = \frac{45}{4} = 11,2 \approx 12 \text{ шт.}$$

Количество вертикальных электродов с учетом экранирования [11]:

$$N_B = \frac{N'_B}{\eta_B} \quad (8.3)$$

$$N_B = \frac{12}{0,75} = 16 \text{ шт.},$$

где η_B – коэффициент использования вертикального электрода [11].

Так как контурное ЗУ размещается на расстоянии 1 м от стен здания и ТП пристроен к главному зданию, то длина по периметру закладки равна [11]:

$$L_n = (A + 2) \cdot 1 + (B + 1) \cdot 2 \quad (8.4)$$

$$L_n = (12 + 2) + (8 + 1) \cdot 2 = 32 \text{ м};$$

Расстояние между электродами уточняется с учетом формы объекта.

По углам ставят по одному электроду а оставшиеся между ними.

Уточняется коэффициент использования:

$$\eta_r = F(\text{контурное}; 1; 8) = 0,52 \text{ [11].}$$

Определяется уточненные значения сопротивлений вертикальных и горизонтальных электродов [11]:

$$R_r = \frac{0.4}{L_n \cdot \eta_r} \cdot \rho \cdot k_c \cdot \lg \frac{2 \cdot L_n^2}{b \cdot t} \quad (8.5)$$

где b – ширина полосы стали для горизонтального электрода, м.

t – глубина заложения горизонтального электрода, м.

$$R_r = \frac{0.4}{32 \cdot 0,52} \cdot 40 \cdot 1,5 \cdot \lg \frac{2 \cdot 32^2}{0,04 \cdot 7} = 1,7 \text{ Ом};$$

Определяем фактическое сопротивление ЗУ [11]:

$$R_{3У.Ф} = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_B + R_\Gamma} \quad (8.6)$$

$$R_{3У.Ф} = \frac{1,7 \cdot 3}{1,7 + 3} = 1,37 \text{ Ом.}$$

По [1] допускается сопротивление заземления не более 40м, а фактическое получилось 1,37Ом следовательно, ЗУ эффективно.

Схема заземления представлена в графической части.

11.4.2 Молниезащита. Защита зданий, сооружений от прямых ударов молний и вторичных ее проявлений выполнена по инструкции по проектированию и защите от молний зданий и сооружений, СО 153-34.21.122-2003.

Интенсивность грозовой деятельности в регионе 40-60г/год. Среднегодовое число ударов молний в 1км² земной поверхности в месте расположения установки n=6.

В соответствии с [19] здание относится к сооружениям III категории и подлежит защите от прямых ударов молний и от заноса высоких потенциалов по наземным (надземным) металлическим коммуникациям.

По вероятности вызванного молнией пожара или масштаба возможных разрушений и сложности молниезащитных устройств, проектируемый цех относится к категории пожароопасности Г. Последствия удара молнии - дополнительные последствия, зависящие от условий производства - от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потерь продукции. Согласно [19] определён тип молниезащиты Б, категория III.

Для защиты от прямых ударов молнии на кровле здания предусмотрено устройство молниеприемной сетки. Молниеприемная сетка выполнена из стальной оцинкованной проволоки диаметром 8мм. и уложена на кровлю здания непосредственно. Сетка имеет ячейки площадью не более 36кв.м (6х6 м.). Узлы сетки соединены при помощи сварки. В качестве токоотводов от молниеприемной сетки предусмотрены опуски из круглой оцинкованной

стали диаметром 8мм, прокладываемые по наружной стене, и соединены заземлителем на расстоянии не менее 25м друг от друга.

В качестве заземлителя предусмотрен протяженный заземлитель, выполненный из стальной полосы 4х40, уложенной в траншее по периметру здания на глубине 0.7м и имеющий выводы на поверхность для соединения с токоотводами. Молниеприемная сетка соединена токоотводами с арматурой колонн.

Схема молниезащиты представлена в графической части.

Заключение

В отчете по преддипломной практике, темой которого является электроснабжение производства предприятия АО "Газстройдеталь" город Тула, были рассмотрены следующие вопросы: краткие сведения о проектируемом предприятии и о питающей энергосистеме, описание технологического процесса, выбор номинального напряжения, расчет электрических нагрузок предприятия, компенсация реактивной мощности с помощью конденсаторных установок, выбор мощности силовых трансформаторов ГПП и внутризаводских подстанций, выбор сечения питающей линии напряжением до и выше 1000В, расчет токов короткого замыкания, с учетом величин токов короткого замыкания выбрано оборудование. Произведен выбор оптимального варианта схемы внутризаводской сети. Для обеспечения надежности и безопасности применены средства защиты и автоматики.

4. Заключение руководителя от организации

В ходе прохождения практики студент проявил себя как ответственный и исполнительный работник. Он быстро освоил основные обязанности электромонтера и продемонстрировал уверенные знания теоретических аспектов своей профессии. [ФИО студента] активно участвовал в различных видах работ, связанных с монтажом, эксплуатацией и ремонтом электрических сетей и оборудования.

Основные задачи, выполненные студентом:

1. Участие в монтаже и демонтаже электрических сетей различного напряжения.
2. Проведение профилактических осмотров и технического обслуживания электрооборудования.
3. Диагностика и устранение неисправностей в электрических сетях и оборудовании.
4. Оказание технической поддержки операторам и другим сотрудникам по вопросам эксплуатации электрооборудования.
5. Соблюдение всех требований безопасности и норм охраны труда.

Особого внимания заслуживает умение студент работать в команде, быстро находить общий язык с коллегами и проявлять инициативу в сложных ситуациях. Его подход к выполнению задач отличался точностью и аккуратностью, что положительно сказалось на качестве выполняемых работ.

За время прохождения практики студент продемонстрировал высокий уровень дисциплинированности и надежности. Он строго соблюдал график работы и все внутренние регламенты предприятия. Также отметим его готовность к самообразованию и стремление углублять свои знания и навыки в области электромонтажа.

Обучающийся по итогам производственной (преддипломной) практики заслуживает оценку «_____».

Дата: _____




Ильин В. М.
ПОДПИСЬ

практики от организации

МП

И.О. Фамилия руководителя

5. Основные результаты выполнения задания на практику

В этом разделе обучающийся описывает результаты анализа (аналитической части работ) и результаты решения задач по каждому из пунктов задания на практику.

Текст в таблице набирается шрифтом Times New Roman, размер 12, оформление – обычное, межстрочный интервал – одинарный, отступ первой строки абзаца – нет.

	Результаты выполнения задания по практике															
	<p>АО "Газстройдеталь" город Тула, Скуратовская ул., д.108 зарегистрирована 15.07.2002 регистратором УПРАВЛЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ НАЛОГОВОЙ СЛУЖБЫ ПО ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ. Руководитель организации: генеральный директор Ильин Валентин Михайлович.</p> <p>Основным видом деятельности является Производство газогенераторов, аппаратов для дистилляции и фильтрования, зарегистрированы 33 дополнительных вида деятельности. Организации АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ГАЗСТРОЙДЕТАЛЬ" присвоены ИНН 7107003737, ОГРН 1027100964560, ОКПО 00153229. Ускорение научно-технического прогресса диктует необходимость совершенствования промышленной электроэнергетики: создания экономичных, надежных систем электроснабжения промышленных предприятий, освещения, автоматизированных систем управления электрическими приводами и производственными процессами; внедрение микропроцессорной техники, элегазового и вакуумного электрооборудования, новых комплектных преобразовательных устройств.</p> <p>Так для электроснабжения предприятия использовано новейшее оборудование таких известных фирм как Siemens.</p> <p>Для распределения электроэнергии с центрального распределительного пункта (ЦРП), а так же понизительных трансформаторных подстанций (ТП) использованы ячейки с выкатными вакуумными выключателями, для передачи электроэнергии напряжением 10кВ использован кабель сшитого полиэтилена, что значительно повышает надежность и безопасность электроснабжения. Для контроля, за потребляемой энергией на ячейках вводов установлены счетчики типа «Меркурий 230 ART-00PCIGN», а на отходящих линиях счетчики «ЦЭ 6823М 0,5-7,5-Т-1Н-4У1».</p>															
	<p>Данные по бесперебойности электроснабжения и характеристика среды цехов приведены в таблице 1.1.</p> <p style="text-align: center;">Таблица - Данные по бесперебойности электроснабжения</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">№ цеха по плану</th> <th style="width: 30%;">Наименование</th> <th style="width: 20%;">Категория электропотребления</th> <th style="width: 10%;">Р_{уст}, кВт</th> <th style="width: 30%;">Характеристика среды</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Подготовительный цех</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">26809</td> <td style="text-align: center;">пожароопасная</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Сборочный цех</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">6632, 2</td> <td style="text-align: center;">нормальная</td> </tr> </tbody> </table>	№ цеха по плану	Наименование	Категория электропотребления	Р _{уст} , кВт	Характеристика среды	1	Подготовительный цех	II	26809	пожароопасная	2	Сборочный цех	II	6632, 2	нормальная
№ цеха по плану	Наименование	Категория электропотребления	Р _{уст} , кВт	Характеристика среды												
1	Подготовительный цех	II	26809	пожароопасная												
2	Сборочный цех	II	6632, 2	нормальная												

4	Цех вулканизации	II	5051, 2	пожароопасная
5	Теплоэнергоцех	II	7500	нормальная

Данные по бесперебойности электроснабжения, характеристику среды цехов и особенности технологического процесса будем учитывать в дальнейшем при выборе электрооборудования для электроснабжения предприятия .

Основой рационального решения всего сложного комплекса технико-экономических вопросов при проектировании электроснабжения современного промышленного предприятия является правильное определение ожидаемых (расчетных) электрических нагрузок. Определение электрических нагрузок является первым этапом проектирования любой системы электроснабжения. Значения электрических нагрузок определяет выбор всех элементов проектируемой системы электроснабжения и ее технико-экономические показатели. От правильной оценки ожидаемых нагрузок зависят капитальные затраты в системе электроснабжения, расход цветного металла, потери электроэнергии и эксплуатационные издержки.

Если в расчетах будет допущена ошибка в сторону уменьшения электрических нагрузок, то это вызовет повышенные расходы на потери электрической энергии в системе электроснабжения, ускорит износ электрооборудования, может ограничить производительность, как отдельных агрегатов, так и всего предприятия. Поэтому потребуется вскоре после ввода предприятия в эксплуатацию увеличивать сечение проводов электрических сетей и заменять электрооборудование более мощным, что достаточно тяжело и сложно в условиях эксплуатации. Излишнее увеличение расчетных электрических нагрузок повлечет за собой увеличение капитальных затрат и неполное использование электрооборудования и проводникового материала. В ряде случаев это может привести также к росту потерь электроэнергии.

В системе электроснабжения промышленного предприятия существует несколько характерных мест определения расчетных электрических нагрузок. В зависимости от места определения расчетных нагрузок и стадии проектирования применяются и методы подсчета, более точные и упрощенные. В данном дипломном проекте определение расчетных нагрузок мы произвели несколькими методами:

-для силовых общепромышленных установок по установленной мощности, коэффициенту спроса;

-для электрических осветительных установок по удельной нагрузке на единицу производственной площади.

Определение электрических нагрузок производится в связи с необходимостью выбора количества и мощности трансформаторов, проверки токоведущих элементов по нагреву и потери напряжения, правильного выбора защитных устройств и компенсирующих установок.

Результаты расчетов нагрузок являются исходными материалами для всего последующего проектирования. Для определения расчетных нагрузок групп приемников необходимо знать установленную мощность (сумма номинальных мощностей всех электроприемников группы) и характер технологического процесса.

Расчетная нагрузка определяется для смены с наибольшим потреблением энергии данной группы электроприемников, цехом или предприятием в целом для

характерных суток. Обычно наиболее загруженной сменой является смена, в которой используется наибольшее количество агрегатов (дневная).

Основными источниками электроснабжения промышленных предприятий являются энергосистемы. Для повышения эффективности системы электроснабжения и экономии электроэнергии при ее проектировании следует стремиться к сокращению числа ступеней трансформации, повышению напряжения питающей сети, применению магистральных линий и токопроводов. Если при взаимном расположении производств и потребляемой ими мощности оптимальное число понизительных подстанций 110...220/6...10кВ оказывается больше единицы, то по территории предприятия следует проложить воздушную линию (ВЛ) или кабельную вставку с ответвлениями к подстанциям глубокого ввода (ПГВ), которые располагают в центрах нагрузок групп цехов, территориально обособленных на данном предприятии. При этом распределительные устройства напряжением 6...10кВ ПГВ используют в качестве распределительных пунктов (РП) цехов.

Напряжение каждого звена системы электроснабжения нужно выбирать с учетом напряжений смежных звеньев.

Выбор напряжения питающей сети проводят на основании технико-экономических сравнений вариантов в случаях, когда:

- имеется возможность получения энергии от источника питания при двух и более напряжениях;
- предприятие с большой потребляемой мощностью нуждается в сооружении или значительном расширении существующих районных подстанций, электростанций или сооружения собственной электростанции;
- имеется связь электростанций предприятий с районными сетями.

Предпочтение отдают варианту с более высоким напряжением, даже при экономических преимуществах варианта с низким из сравниваемых напряжений в пределах до 5...10% по приведенным затратам.

На первых ступенях распределения энергии для питания больших предприятий применяют напряжения 110, 220 и 330кВ. Напряжение 110кВ — при потребляемой мощности 10—150МВА, напряжение 220кВ и выше целесообразно применять при потребляемой мощности более 120—150МВА.

На основании чего, а так же учитывая месторасположение предприятия находящегося территориально в зоне Нижнекамских районных электросетей (использующих напряжение 110кВ), то для первой ступени электроснабжения предприятия ЦМК выбираем напряжение 110кВ (расчетная мощность предприятия 25МВА).

Расчет токов короткого замыкания проводится для выбора высоковольтного оборудования и для проверки чувствительности и селективности защиты на характерном участке внутриводской сети.

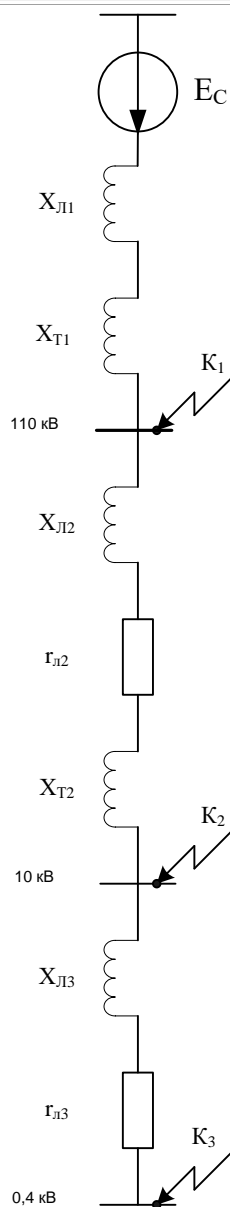


Рисунок 6.1.-Схема замещения

Исходные данные для расчёта параметров схемы замещения:

Система С: Мощность трехфазного короткого замыкания на стороне высшего напряжения подстанции энергосистемы $S_{к}^{(3)} = 3500$ мВА , $k_{уд}^{(3)} = 1,8$ [5]

Трансформатор Т1: $S_{Т.НОМ} = 25$ мВА, $U_{ВН} = 115$ кВ , $U_{НН} = 10,5$ кВ, $\Delta P_{к.з} = 90$ кВт, $u_{к} = 10,5\%$ [24]

Трансформатор Т2: ТСЗЛГ 2500/10, $S_{Т.НОМ} = 2,5$ мВА, $U_{ВН} = 10,5$ кВ, $U_{НН} = 0,4$ кВ, $\Delta P_{к.з} = 20,5$ кВт, $u_{к} = 6\%$ [15]

Для расчета составляется схема замещения, в которую входят цепи КЗ. Определяются параметры схемы замещения в именованных единицах, для этого сопротивления схемы замещения приведем к основной ступени трансформации 10кВ.

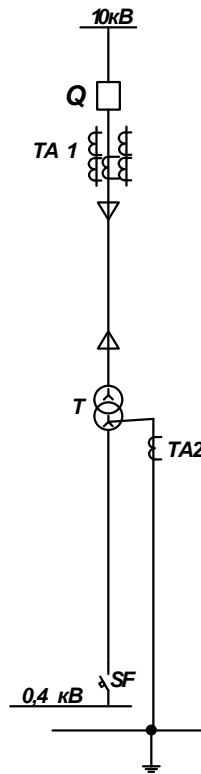


Рисунок 9.1-Схема защиты трансформатора.

Основными видами повреждений в цеховых трансформаторах являются следующие:

- 1) многофазные (междуфазные) КЗ в обмотках и на их выводах;
- 2) однофазные замыкания, которые бывают двух видов: на землю и между витками одной фазы.

Замыкание одной фазы на землю опасно для обмоток, присоединенных к сетям с глухозаземленными нейтральями. В этом случае защита должна отключать трансформатор. В сетях с нейтральями, изолированными или заземленными через дугогасящие катушки (реакторы), защита от однофазных замыканий на землю с действием на отключение устанавливается на трансформаторе в том случае, если такая защита имеется в сети.

Выбираем для линии (ТП1-Резиносмесители) кабель марки 5хВВГ 5х120 [5]. Данные расчетов заносим в таблицу .

Таблица– Сводные данные

№ТП	№ позиции на схеме	I_p, A	$I_{дл. доп},$	Марка и сечение кабеля	$L, км$	Способ прокладки
ТП-3	1	1672,8	440	4хВВГ5х150	0,036	В лотке
ТП-3	3	790,2	440	2хВВГ5х150	0,028	В лотке
РП-3	8	896,6	330	3хВВГ5х95	0,015	В лотке

ТП-3	РП-1	169,7	215	ВВГ5х50	0,065	В лотке
ТП-4	2	869,9	330	3хВВГ5х95	0,077	В лотке
ТП-4	4	1360,5	385	4хВВГ5х120	0,135	В лотке
ТП-4	5	1354,1	385	4хВВГ5х120	0,120	В лотке
ТП-5	6	1643,8	440	4хВВГ5х150	0,045	В лотке
ТП-5	7	1354,1	385	4хВВГ5х120	0,135	В лотке
ТП-5	РП-4	272,1	330	ВВГ5х95	0,045	В лотке
ТП-5	РП-5	211,9	330	ВВГ5х95	0,155	В лотке
ТП-6	РП-2	445,1	510	ВВГ5х185	0,09	В лотке
ТП-6	РП-3	370,9	385	ВВГ5х120	0,09	В лотке

Расчетный ток для линии (РП4-Линия переработки брака):

$$I_p = \frac{941,5}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1360,5 \text{ A.}$$

Данные расчетов заносим в таблицу 10.2.

Таблица– Сводные данные

№РП	№ позиции на схеме	I_p , А	$I_{дл.доп}$,	Марка и сечение кабеля	L , км	Способ прокладки
РП-1	8	44,5	50	ВВГ5х6	0,0364	В лотке
РП-1	9	125,2	140	ВВГ5х25	0,0364	В лотке
РП-2	10	74,1	80	ВВГ5х10	0,028	В лотке
РП-3	12	74,1	80	ВВГ5х10	0,0153	В лотке
РП-4	14	81,8	100	ВВГ5х16	0,0658	В лотке
РП-4	7	54,2	62	ВВГ 5х8	0,077	В лотке
РП-5	3	74,2	80	ВВГ 5х10	0,077	В лотке
РП-5	1	63,6	80	ВВГ 5х10	0,077	В лотке

Расчет токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ

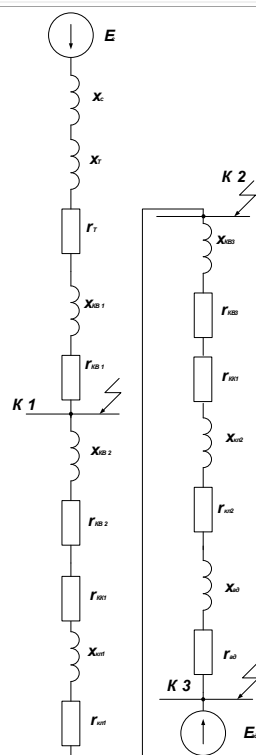


Рисунок - Схема замещения.

6. Заключение руководителя от Института

Руководитель от Института дает оценку работе обучающегося исходя из анализа отчета о прохождении практики, выставляя балл от 0 до 20 (где 20 указывает на полное соответствие критерию, 0 – полное несоответствие) по каждому критерию. В случае выставления балла ниже пяти, руководителю рекомендуется сделать комментарий.

/п	Критерии	Балл (0 ...20)	Комментарии (при необходимости)
	Понимание цели и задач задания на практику.		
	Полнота и качество индивидуального плана и отчетных материалов.		
	Владение профессиональной терминологией при составлении отчета.		

	Соответствие требованиям оформления отчетных документов.		
	Использование источников информации, документов, библиотечного фонда.		
	Суммарный балл:		

Особое мнение руководителя от Института (при необходимости):

Обучающийся по итогам производственной (преддипломной) практики заслуживает оценку «_____».

«__» _____ 202__ г.

Руководитель от Института

(подпись)

И.О. Фамилия