1. **Электротехническая часть проекта**
   1. **Описание технологического процесса предприятия. Характеристика оборудования и готовой продукции**

Предприятие является электропотребителем малой мощности с установленной мощностью 6340 кВт. Перерыв в подаче электроэнергии ведет в основном к недовыпуску продукции без опасности повреждения оборудования и угрозы здоровью персонала. Цеха предприятия относятся ко 2-ой и 3-й категории электроснабжения за исключением противопожарных насосов и аварийного освещения.

Основной технологический процесс на предприятии состоит в поэтапной обработке металла. Металл, поставляемый на предприятие, проходит несколько стадий обработки для изготовления соответствующих деталей. Непосредственно на предприятии изготавливается широкий перечень деталей, от мельчайших элементов крепления, до крупных составляющих конструкции: зубчатые колеса, опорные конструкции, металлические барабаны.

В качестве основного технологического оборудования служат металлообрабатывающие станки различного назначения: зубофрезерные, токарные, вертикально- и горизонтально-сверлильные, долбежные, карусельные, строгальные, токарно-винторезные, пилы Геллера, гильотины. Кроме того, на предприятии осуществляется резка металлических листов установками плазменной резки. Для придания металлическим деталям соответствующих свойств используются электрические печи: печи сопротивления, установки высокочастотной закалки металла.

Основной продукцией завода является крупная бытовая техника различного назначения для прачечных и банно-прачечных комбинатов. Завод выпускает стиральные машины типа MS-7.1, MS-10.1, MS-14.1, сушильные машины U5.1, U5.2, U10.1, а также сушильно-гладильные катки C60.2, C45.1 и сушильно-гладильные машины C20.1, C24.1. В качестве побочного производства предприятие выпускает машины сельскохозяйственного назначения такие как, машины деревообрабатывающие с приставками кормоприготовления «ПРУТ», а также полиэтиленовые крышки хозяйственного назначения.

Все производственные здания и сооружения предприятия делятся на 3 категории:

* Здания и сооружения занятые непосредственно в производственном процессе, где осуществляется выпуск основной продукции (главный корпус).
* Здания и сооружения подсобно-производственные. К таким цехам относятся различные склады, ремонтный цех, репициентная станция кислорода, экспериментальный цех, компрессорная, кузница, котельная, мазутонасосная, установка для приема и ввода жидких присадок, насосная станция второго подъема, мазутохранилище, транспортный блок, бытовые помещения транспортного цеха градирня, административный корпус.
* Здания и сооружения вспомогательного производства. К таким цехам относятся столовая, цех товаров народного потребления.
  1. **Характеристика цехов**

Для нормальной работы предприятия необходимо обеспечить производство первичным сырьем – металл, комплектующие материалы (пускорегулирующая и защитная аппаратура, электродвигатели). Также необходимо обеспечить предприятие вспомогательными материалами: полиэтилен для производства полиэтиленовых крышек, древесина для изготовления тары и т.д.

**Административно-бытовой корпус** служат для размещения административно – управленческого персонала. В корпусе размещена столовая для обеспечения общественного питания работников предприятия. Основное оборудование – кондиционеры, вычислительная техника, электрические печи для приготовления пищи, холодильники и т.д. Нарушение электроснабжения ведет к потере информации в вычислительной технике, а также к нарушению трудового режима работников предприятия. Среда нормальная, пол паркетный, категория электроснабжения II.

**В механическом цехе** осуществляется изготовление основных узлов для машин, производится механическая часть гладильных и сушильных машин. Основное оборудование – металлообрабатывающие станки универсального назначения различной мощности и назначения. Среда в цехе нормальная, пол бетонный загрязнен металлической стружкой. Цех относится ко II категории потребителей.

**Заготовительно-штамповочный цех** – в данном цехе осуществляется предварительная обработка металлических заготовок. Основное оборудование – установки плазменной резки, прессы, гильотины, пилы Геллера. Среда в цехе нормальная, пол бетонный. Нарушение в электроснабжении приведет к недоотпуску продукции, таким образом цех относится ко II категории бесперебойности электроснабжения.

**Сборочный цех** – в этом цехе осуществляется сборка готовой продукции. Основное оборудование – кран балки, сварочные аппараты. Среда в цехе нормальная, пол бетонный. Перерыв в электроснабжении приведет к недоотпуску продукции, поэтому он относится ко II категории.

Таблица 1.1. Установленные мощности цехов предприятия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № цеха | Наименование цеха | Установленная мощность, кВт |
| 1 | Административно-бытовой корпус | 160 |
| 2 | Механический цех | 1150 |
| 3 | Заготовительно-штамповочный цех | 734 |
| 4 | Сборочный цех | 61 |
| 5 | Ремонтный цех | 167 |
| 6 | Инструментальный цех | 340 |
| 7 | Цех товаров народного потребления | 326 |
| 8 | Термический цех | 371 |
| 9 | Заточной цех | 54 |
| 10 | Склад металла, готовой продукции | 30 |
| 11 | Транспортный блок | 30 |
| 12 | Склад светлых нефтепродуктов | 20 |
| 13 | Компрессорная | 231 |
| 14 | Градирня | 30 |
| 15 | Котельная | 1000 |
| 16 | Мазутохранилище | 200 |
| 17 | Насосная станция второго подъема | 164 |
| 18 | Проходная №2 | 2 |
| 19 | Резервуары воды | 0 |
| 20 | Репициентная станция кислорода | 60 |
| 21 | Проходная №1 | 10 |
| 22 | Нефетловушка | 15 |
| 23 | Деревообрабатывающий цех | 32 |
| 24 | Установка для приема и ввода жидких присадок | 50 |
| 25 | Бытовые помещения транспортного цеха | 20 |
| 26 | Кузница | 900 |
| 27 | Экспериментальный цех | 46 |
| 28 | Склад | 15 |
| 29 | Мазутонасосная | 120 |

**Ремонтный цех** – в этом цехе осуществляется ремонт и профилактика основного и вспомогательного оборудования задействованного в процессе производства. Основное оборудование – станки универсального назначения (токарные, сверлильные, фрезерные). Перерыв в электроснабжении не скажется на основном технологическом процессе. Потребитель III категории электроснабжения.

**Инструментальный цех –** в данном цехе осуществляется изготовление и ремонт штампов используемых в производственном процессе, изготовление и ремонт резцов металлорежущих станков. Основное оборудование – металлообрабатывающие станки универсального назначения, заточные станки. Среда в цехе нормальная, пол бетонный. Перерыв в электроснабжении не приведет к нарушению основного технологического процесса, следовательно цех является потребителем III категории.

**Цех товаров народного потребления** – в этом цехе производятся металлические и полиэтиленовые крышки хозяйственного назначения. Основное оборудование – термопласт автоматы. Перерыв в электроснабжении приведет к порче производственного оборудования. Среда в цехе нормальная, пол бетонный. Цех относится к потребителям I категории.

**Термический цех** – в цехе осуществляется закалка и нормализация металлических заготовок используемых в производственном процессе. Основное оборудование – печи сопротивления, установка высокочастотной сварки, молоты. Среда в цехе жаркая, пол бетонный. Перерыв в электроснабжении приведет к нарушению производственного процесса и недоотпуску продукции, поэтому цех относится к потребителям II категории.

**Заточной цех –** в цехе осуществляется заточка инструмента. Основное оборудование – заточные станки. Среда нормальная, пол бетонный. Перерыв в электроснабжении не приведет к нарушению основного производственного процесса, следовательно цех относится к потребителям II категории.

Различные **склады** (готовой продукции, металла, комплектующих и т.д.) – предназначены для хранения материалов и соответствующих комплектующих изделий для выпускаемой продукции. Основное оборудование – кран-балки, мостовые краны. Перерыв в электроснабжении не приведет к нарушению основного технологического процесса. Относят к III категории бесперебойности электроснабжения.

**Хранилища горючих материалов** (мазутохранилище, склад светлых нефтепродуктов, нефтеловушка) – в данных цехах осуществляется хранение горючих материалов (мазута, светлых нефтепродуктов). Основное оборудование – насосы для перекачки горючих жидкостей. Среда нормальная, так как хранилища являются открытыми. Покрытие асфальтовое. Перерыв в электроснабжении не приводит к нарушению основного производственного процесса, относятся в основном к потребителям III категории.

**Компрессорная** выполняет функцию обеспечения технологического процесса и оборудования цехов сухим сжатым воздухом. Основное оборудование – компрессоры. Перерыв в электроснабжении может привести к недовыпуску продукции. Пол бетонный. Среда нормальная. Потребитель электроэнергии II категории.

**Насосная станция второго подъема** – предназначена для обеспечения технологического процесса водой. Основное оборудование – насосные установки, водонагреватели, вентиляторы. Среда влажная. Пол бетонный. Потребитель электроэнергии II категории.

**Мазутонасосная** – в этом цехе осуществляется перекачка мазута из мазутохранилища в котельную. Основное оборудование – насосы перекачивающие горючие жидкости. Среда нормальная, пол бетонный. Потребитель ΙΙ категории.

**Деревообрабатывающий цех** – в данном цехе производится упаковка для готовой продукции. Основное оборудование – деревообрабатывающие станки. Среда в цехе пыльная (воздух загрязнен древесной пылью), пол бетонный. Перерыв в электроснабжении не приводит к недовыпуску продукции. Потребитель III категории.

На **проходных** завода осуществляется контроль за лицами входящими и покидающими пределы завода. Основное оборудование – селектор внутризаводской связи, нагревательные приборы. Перерыв в электроснабжении не отражается на технологическом процессе. Среда нормальная, пол бетонный. Потребитель III категории.

**Кузница –** в данном цехе изготавливаются металлические заготовки для производства зубчатых колес и металлических пластин для сборки корпуса машин. Основное оборудование – печи сопротивления, пневматические молоты. Перерыв в электроснабжении приводит к недовыпуску готовой продукции. Среда жаркая, пол бетонный. Цех относится к потребителям II категории.

**Котельная –** предназначена для снабжения прилегающего города и предприятия тепловой энергией для хозяйственных (отопление) и технологических нужд.

**Транспортный блок** – в данном цехе осуществляется ремонт и профилактика транспортных средств (легковых и большегрузных автомобилей). Среда в цехе нормальная, пол бетонный, загрязнен маслами и остатками горючих жидкостей. Перерыв в электроснабжении не сказывается на производственном процессе, таким образом цех относится к потребителям III категории.

**Репициентная станция кислорода** – осуществляется выработка сжатого кислорода для технологических нужд. При продолжительном перерыве в электроснабжении возможен недовыпуск готовой продукции. Потребитель II категории.

Таблица 1.2. Характеристика производственных цехов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование цеха | Условия окружающей среды | Категория бесперебойности | Степень опасности поражения электрическим током | Категория взрыво- и пожароопасности |
| 1 | Административно-бытовой корпус | Нормальные | ΙΙ | Без повышенной опасности | - |
| 2 | Механический цех | Нормальные | ΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 3 | Заготовительно-штамповочный цех | Нормальные | ΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 4 | Сборочный цех | Нормальные | ΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 5 | Ремонтный цех | Нормальные | ΙΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 6 | Инструментальный цех | Нормальные | ΙΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 7 | Цех товаров народного потребления | Нормальные | Ι | С повышенной опасностью | -, П-ΙΙа |
| 8 | Термический цех | Жаркие | ΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 9 | Заточной цех | Нормальные | ΙΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 10 | Склад металла, готовой продукции | Нормальные | ΙΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 11 | Транспортный блок | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | В-Ιг, П-Ι |
| 12 | Склад светлых нефтепродуктов | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | В-Ιг, П-Ι |
| 13 | Компрессорная | Влажные | ΙΙ | С повышенной опасностью | - |
| 14 | Градирня | Сырые | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | - |
| 15 | Котельная | Жаркие | ΙΙ | С повышенной опасностью | -, П-Ι |
| 16 | Мазутохранилище | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | -, П-Ι |
| 17 | Насосная станция второго подъема | Нормальные | ΙΙ | Без повышенной опасности | - |
| 18 | Проходная №2 | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | - |
| 19 | Резервуары воды | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | - |
| 20 | Репициентная станция кислорода | Нормальные | ΙΙ | Без повышенной опасности | В-Ιа, – |
| 21 | Проходная №1 | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | - |
| 22 | Нефетловушка | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | В-Ιг, П-Ι |
| 23 | Деревообрабатывающий цех | Нормальные | ΙΙΙ | С повышенной опасностью | -, П – ΙΙ |
| 24 | Установка для приема и ввода жидких присадок | Нормальные | ΙΙΙ | Без повышенной опасности | В-Ιг, П-Ι |

* 1. **Определение электрических нагрузок цехов и предприятия в целом**

Первым этапом проектирования системы электроснабжения является определение электрических нагрузок. По значению электрических нагрузок выбирают и проверяют электрооборудование системы электроснабжения, определяют потери мощности и электроэнергии. От правильной оценки ожидаемых нагрузок зависят капитальные затраты на систему электроснабжения, эксплуатационные расходы, надежность работы электрооборудования. Электрическая нагрузка характеризует потребление электроэнергии отдельными приемниками, группой приемников в цехе, цехом и заводом в целом.

В расчетах систем электроснабжения промышленных предприятий используют следующие значения электрических нагрузок:

1. средняя нагрузка за наиболее загруженную смену для определения расчетной нагрузки и расхода электроэнергии;
2. расчетный получасовой максимум активной и реактивной мощностей или токов для выбора элементов систем электроснабжения по нагреву, отклонению напряжения и экономическим соображениям;
3. пиковый ток для определения колебаний напряжения, выбора устройств защиты и их уставок.

Необходимость определения ожидаемых (расчетных) нагрузок промышленных предприятия вызвана неполной загрузкой некоторых электроприемников, неодновременностью их работы, вероятностным случайным характером включения и отключения электроприемников, зависящим от особенностей технологического процесса и организационно-технических мероприятий по обеспечению надлежащих условий труда рабочих и служащих данного производства.

* + 1. **Расчет электрических нагрузок механического цеха**

Цеховые сети распределения энегрии должны:

– обеспечивать необходимую надежность электроснабжения приемников электроэнергии в зависимости от их категории;

– быть удобными и безопасными в эксплуатации;

– иметь оптимальные технико-экономические показатели;

– иметь конструктивное исполнение, обеспечивающее применение индустриальных и скоростных методов монтажа.

Расчет нагрузок цеха детальной проработки проводится методом эффективного числа электроприемников с применением ЭВМ. Исходные данные и результаты расчета приведены в табл. 1.5–1.6. В качестве проверки приводится расчет нагрузки одного узла цеховой сети методом эффективного числа электроприемников.

На предварительном этапе расчета производится группировка электроприемников в группы и узлы с учетом их характеристик (номинальной мощности и режима работы) и территориального расположения. Основными электроприемниками механического цеха являются металлообрабатывающие станки. Электроприемники равномерно распределены по территории цеха и предварительно намечается их питание от силовых шкафов.

Метод упорядоченных диаграмм требует точных сведений о типе, месте расположения, мощности и режимов работы установленного оборудования. Метод позволяет определить расчетную нагрузку любого узла системы электроснабжения.

В качестве проверки приводится пример расчета расчетной нагрузки узла №8.

Группировка электроприемников в группы осуществляется по режиму работы (коэффициенту использования). От данного узла питаются две группы электроприемников, в состав первой группы входит три зубофрезерных станка; в состав второй группы входит 3 вертикально-фрезерных станка.

Таблица 1.3. Технические характеристики электроприемников

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | Наименование электроприемника | Число приемников | Установленная мощность, кВт | Коэффициент мощности | Коэффициент использования |
| 1 | Зубофрезерный станок | 3 | 12,1 | 0,6 | 0,14 |
| 2 | Вертикально-фрезерный станок | 3 | 11 | 0,6 | 0,14 |

Средняя активная нагрузка узла определяется по формуле:



где - суммарная установленная активная мощность электроприемников входящих в узел;

- коэффициент использования активной мощности.



Средняя активная мощность по группам электроприемников:



где - суммарная установленная мощность электропримников i-ой группы;









Средняя активная мощность узла:



Средняя реактивная мощность узла определяется по формуле:



где 







Коэффициент использования по узлу:



Определяется эффективное число электроприемников

При  и , 

где - реальное число электроприемников;

- отношение номинальной мощности самого мощного электроприемника в узле к номинальной мощности самого маломощного электроприемника в узле.







По найденным и определяется коэффициент максимума (рис. 2.1. [8]),

Расчетная активная нагрузка узла:



Расчетная реактивная нагрузка узла:



Полная расчетная мощность узла:



Таблица 1.4. Ведомость электроприемников механического цеха

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № по плану | Наименование оборудования | Установленная мощность, кВт |
| 1 | Продольно-фрезерный | 148,00 |
| 2 | Продольно-строгальный | 182,00 |
| 3–7 | Токарно-винторезный | 8,50 |
| 8–10 | Круглошлифовальный | 9,75 |
| 11–13 | Плоскошлифовальный | 17,50 |
| 14–17 | Токарно-карусельный | 42,50 |
| 18–22 | Токарно-винторезный | 24,75 |
| 23–26 | Вертикально-фрезерный | 11,00 |
| 27–38 | Токарно-винторезный | 8,50 |
| 39 | Кран-балка | 7,50 |
| 40–45 | Зубофрезерный | 12,10 |
| 46–51 | Вертикально-фрезерный | 11,00 |
| 52–57 | Токарно-винторезный с ЧПУ | 17,00 |

* + 1. **Расчет электрических нагрузок предприятия**

Расчет электрических нагрузок оставшихся цехов и предприятия в целом производится методом коэффициента спроса при помощи ЭВМ. Исходные данные и результаты расчетов на ЭВМ приведены в табл. 1.7–1.9. Определение расчетной нагрузки по установленной мощности и коэффициенту спроса является приближенным методом расчет, поэтому его применение рекомендуется для предварительных расчетов и определений общезаводских нагрузок. Метод требует знания установленной мощности группы электроприемников или цеха в целом и коэффициентов мощности cosφ и спроса Кс данной группы или цеха, определяемые по справочным данным (табл. 1.3 [11], табл. 30–4 [7]).

Пример расчета электрических нагрузок административно-бытового корпуса.

Исходные данные:



Расчетная активная мощность:



где - коэффициент спроса, (табл. 30–4 [7]);

- установленная мощность административно-бытового корпуса, 



Расчетная реактивная мощность:



где 



Расчетная нагрузка осветительной сети:



где - удельная нагрузка осветительной сети,  (табл. 1.6 [11]);

- коэффициент спроса на освещение,  (табл. 1.6 [11]);

- площадь цеха, 



Суммарная активная мощность:



Полная расчетная мощность:



Расчетные мощности оставшихся цехов рассчитываются аналогичным образом. Реультаты расчетов приводятся в табл. 1.9.

Расчетная нагрузка на освещение незастроенной территории:



где   



Построение картограммы нагрузок

Картограмма нагрузки представляет собой круг, площадь которого в определенном масштабе отображает суммарную расчетную активную нагрузку цеха или предприятия.

Для построения картограммы нагрузок необходимо определить радиус круга:



где - масштаб, 



Угол сектора осветительной нагрузки:



Потери активной мощности в цеховых трансформаторах принимаются равными 2% от расчетной нагрузки, а потери активной мощности в линиях 3% от суммарных активных нагрузок с учетом потерь в цеховых трансформаторах.





Расчетная активная нагрузка на шинах низшего напряжения ГПП (РП) предприятия:



где - коэффициент разновременности максимумов, .



Расчетная реактивная нагрузка на шинах низшего напряжения ГПП (РП) предприятия:



где - суммарная реактивная нагрузка всех цехов, 



Полная расчетная нагрузка на шинах низшего напряжения ГПП (РП) предприятия:



Расчетная активная нагрузка на шинах высшего напряжения ГПП (РП) предприятия:



Расчетная реактивная нагрузка на шинах высшего напряжения ГПП (РП) предприятия:



Реактивная мощность предоставляемая энергосистемой:



где .



Результаты расчета для остальных цехов приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.7. Исходные данные для расчета по методу коэффициента спроса

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование цеха | Силовая нагрузка | | | Осветительная нагрузка | | Площадь, м2 | Координаты цеха | | Масштаб картограммы, кВт/мм2 |
| Рн, кВт | Кс | cosφ | Ксо | Руд, кВт/м2 | X, м | Y, м |
| 1 | Административно-бытовой корпус | 160 | 0,5 | 0,95 | 0,9 | 0,019 | 1480 | 82 | 9 | 0,2 |
| 2 | Механический цех | 1150 | 0,25 | 0,65 | 0,95 | 0,015 | 3216 | 70 | 108 |
| 3 | Заготовительно-штамповочный цех | 734 | 0,25 | 0,65 | 0,95 | 0,014 | 1800 | 104 | 153 |
| 4 | Сборочный цех | 61 | 0,3 | 0,7 | 0,95 | 0,015 | 2664 | 104 | 76 |
| 5 | Ремонтный цех | 167 | 0,35 | 0,7 | 0,95 | 0,015 | 1216 | 38 | 119 |
| 6 | Инструментальный цех | 340 | 0,25 | 0,65 | 0,95 | 0,016 | 1280 | 38 | 158 |
| 7 | Цех товаров народного потребления | 326 | 0,75 | 0,95 | 0,95 | 0,014 | 876 | 38 | 85 |
| 8 | Термический цех | 371 | 0,8 | 0,95 | 0,95 | 0,015 | 1024 | 38 | 55 |
| 9 | Заточной цех | 54 | 0,25 | 0,65 | 0,95 | 0,014 | 486 | 104 | 120 |
| 10 | Склад металла готовой продукции | 30 | 0,3 | 0,65 | 0,6 | 0,009 | 5200 | 74 | 218 |
| 11 | Транспортный блок | 30 | 0,3 | 0,65 | 0,85 | 0,009 | 1454 | 55 | 271 |
| 12 | Склад светлых нефтепродуктов | 20 | 0,4 | 0,75 | 0,6 | 0,009 | 140 | 137 | 279 |
| 13 | Компрессорная | 231 | 0,8 | 0,8 | 0,85 | 0,007 | 332 | 149 | 119 |

**1.4 Выбор напряжения, схемы и параметров системы внешнего электроснабжения**

Одной из самых актуальных тем в вопросе электроснабжения промышленных предприятий является выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия, напряжении внутреннего распределения энергии, и напряжения цеховой сети. Напряжениями определяются параметры линий электропередачи и выбираемого оборудования подстанций и сетей, и как следствие, определяются размеры инвестиций, потери электроэнергии, эксплуатационные расходы и расход цветного проводникового материала.

Выбор оптимального напряжения осуществляется путем технико-экономического сравнения двух вариантов.

* + 1. **Выбор напряжения системы внешнего электроснабжения**

Напряжение питающих и распределительных сетей зависит от суммарной мощности потребляемой предприятием, его удаленности от источника питания, количества электроприемников и их единичной мощности.

Выбор напряжения внешнего электроснабжения осуществляется в зависимости от мощности передаваемой предприятию системой. При возможности получения питания на различных уровнях напряжения, необходимо провести техническо-экономическое сравнение вариантов.

Приближенная величина напряжения связи с системой определяется по формуле Стилла:



где - расстояние от предприятия до источника питания, ;

- расчетная мощность, передаваемая по одной цепи, .



Осуществляется технико-экономическое сравнение двух вариантов системы внешнего электроснабжения:

вариант Ι – питание предприятия осуществляется двухцепной воздушной линией напряжением 35 кВ;

Вариант ΙΙ – питание осуществляется двумя кабельными линиями напряжением 10 кВ.

Методика и расчет приведены в разделе 4. Результаты расчета приведены в табл. 4.1.

Ввиду незначительных преимуществ варианта предусматривающего связь предприятия с энергосистемой на напряжении 35 кВ с технической точки зрения и значительных расчетных годовых затрат по сравнению с вариантом связи предприятия с системой на напряжении 10 кВ принимается вариант ΙΙ.

* + 1. **Выбор напряжения внутризаводской и внутрицеховой сети**

Для внутризаводской сети предусматривается напряжение 10 кВ. Для внутрицеховой сети принимается напряжение 0,4 кВ, так как на данном предприятии нет высоковольтной нагрузки. На цеховых трансформаторных подстанциях устанавливаются трансформаторы классов напряжения 10/0,4 кВ. Кабельные линии на стороне 10 кВ, питающие цеховые трансформаторные подстанции прокладываются в траншеях.

Номинальная мощность цеховых трансформаторов выбирается исходя из рациональной нагрузки трансформаторов, а так же по условия резервирования в аварийном режиме. Число типоразмеров трансформаторов не должно превышать трех.

Номинальная мощность трансформаторов выбирается по условию:



где - расчетная мощность цеха питаемого трансформаторной подстанцией;

- число трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций;

- коэффициент загрузки трансформаторов.

Анализ расчетных нагрузок всех цехов позволяет использовать трансформаторы двух типоразмеров, 400 и 630 кВ·А. При этом цеха некоторые цеха получают питание от трансформаторных подстанций соседних цехов.

Например, при нормативном коэффициенте загрузки  для нагрузок ΙΙ и ΙΙΙ категории, для питания группы цехов №2, 3, 10 принимается двухтрансформаторная подстанция.

Суммарная расчетная активная мощность:



Номинальная мощность трансформаторов:



Полученное значение округляется до ближайшего большего стандартного значения. Таким образом принимается к установке два трансформатора ТМЗ-400 кВ·А.

Фактический коэффициент загрузки составляет:



При выходе из строя одного из трансформаторов, оставшийся в работе будет иметь коэффициент загрузки равный:



Следовательно при выходе из строя одного трансформатора, оставшийся в работе не сможет полностью обеспечить питание электроприемников. Таким образом при аварии необходимо отключать часть неответственных электроприемников.

Мощность отключаемая при аварии:



Таблица 1.10. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №ТП | Тип и число трансформаторов | Группа нагрузок | Категория нагрузки | Расчетная мощность, кВ·А |  |  |  | Отключаемая мощность при аварии, кВ·А |
| ТП1 | 2 х ТМЗ-400 | 2, 3, 10 | ΙΙ – ΙΙΙ | 624 | 0,8 | 0,78 | 1,4 | 64 |
| ТП2 | 2 х ТМЗ-630 | 1,5,6,7, 8,9,4,21 | Ι – ΙΙ – ΙΙΙ | 935,2 | 0,8 | 0,74 | 1,4 | 53,2 |
| ТП3 | 1 х ТМЗ-400 | 13, 14, 17, 20 | ΙΙ – ΙΙΙ | 367,6 | 0,95 | 0,92 | - | 367,6 |
| ТП4 | 2 х ТМЗ-630 | 15, 16, 22, 24, 29 | ΙΙ – ΙΙΙ | 982 | 0,8 | 0,78 | 1,4 | 100 |
| ТП5 | 1 х ТМЗ-400 | 11, 12, 19, 25, 26, 27, 28 | ΙΙ – ΙΙΙ | 320 | 0,8 | 0,8 | - | 320 |

Трансформаторные подстанции максимально, насколько позволяют производственные условия, приближаются к центру энергетических нагрузок, что позволяет построить экономичную и надежную систему электроснабжения, так как сокращается протяженность сетей вторичного напряжения, уменьшаются потери энергии и отклонение напряжения, уменьшается зона аварий, облегчается и удешевляется развитие электроснабжения так как подстанции строятся очередями, по мере расширения производства.

Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ в целях наибольшего приближения к электроприемникам принимаются внутрицеховыми, что допускается размерами зданий и условиями среды в них. Внутрицеховые подстанции располагаются в соответствии с расстановкой оборудования и учетом расположения источника питания, а также с учетом картограммы нагрузок.

* 1. **Разработка схем внутреннего электроснабжения**

С целью создания рациональной схемы распределения электроэнергии требуется всесторонний учет многих факторов, таких как конструктивное исполнение сетевых узлов схемы, способ канализации электроэнергии, токи короткого замыкания при разных вариантах и др. В общем случае схемы внутризаводского распределения электроэнергии имеют ступенчатое построение. Считается целесообразным применение схем с числом присоединений более двух – трех, так как в этом случае усложняется коммутация и защита сети.

Схема распределения электроэнергии должна быть связана с технологической схемой объекта. Питание приемников электроэнергии разных параллельных технологических потоков должно осуществляться от разных источников: подстанций, РП, разных секций шин одной подстанции.

При построении общей схемы внутризаводского электроснабжения необходимо принимать варианты, обеспечивающие рациональное использование ячеек распределительных устройств, минимальную длину распределительной сети, максимум экономии коммутационно-защитной аппаратуры.

Внутризаводское распределение электроэнергии выполняют по магистральной радиальной или смешанной схеме. Выбор схемы определяется категорией надежности потребителей электроэнергии, их территориальным размещением, особенностями режимов работы.

Технико-экономическое сравнение вариантов осуществляется методом расчетных годовых затрат (CA). Оптимальным вариантом считается вариант для которого расчетные годовые затраты минимальны.

**Вариант Ι**: Цеховые трансформаторные подстанции ТП3 и ТП4 питаются от РП по радиальным линиям.

**Вариант ΙΙ**: Цеховые трансформаторные подстанции ТП3 и ТП4 питаются от РП по магистральной линии.

**Вариант Ι**

Определяются расчетные нагрузки и выбираются марки кабелей для всех участков при условии полной компенсации реактивной мощности.

Участок РП – ТП3 – 

Определяется сечение кабеля по экономической плотности тока

Расчетный ток в кабельной линии:



где - суммарная расчетная мощность цехов питаемых от ТП3,  табл. 1.10;

- число кабелей, .



Сечение жил кабеля:



Полученное значение округляется до ближайшего стандартного значения . Принимается кабель ААШв 3х25 для которого  при прокладке кабеля в траншее.

Технико-экономические характеристики кабеля (табл. 3.5. [4]): ; ; стоимость 1 км кабельной линии при прокладке в траншее без стоимости траншей составляет 4029 у. е.; стоимость строительных работ по прокладке кабелей в траншеях на 1 км составляют 390 у. е.

Стоимость кабельной линии составляет:



Определяются потери мощности в линии в нормальном режиме:



где (табл. П4.7 [4]).





Участок РП – ТП4 – 

Определяется сечение кабеля по экономической плотности тока

Расчетный ток в одном кабеле:



где - суммарная расчетная мощность цехов питаемых от ТП4,  табл. 3.1;

- число кабелей, .



Сечение жил кабеля:



Полученное значение округляется до ближайшего стандартного значения . Принимается кабель ААШв 3х35 для которого  при прокладке кабеля в траншее.

Так как питание ТП4 осуществляется двумя кабелями прокладываемыми в одной траншее, необходимо уточнить значение длительно допустимой токовой нагрузки.



где - коэффициент снижения токовой нагрузки при групповой прокладке кабелей, (табл. 1.3.26. [1]).



Определяется ток в одном кабеле в аварийном режиме:



Технико-экономические характеристики кабеля (табл. 3.5. [4]): ; ; стоимость 1 км кабельной линии при прокладке в траншее без стоимости траншей составляет 4733 у. е. (табл. 40 [5]); стоимость строительных работ по прокладке кабелей в траншеях на 1 км составляют 480 у. е.

Стоимость кабельной линии состоящей из двух кабелей прокладываемых в траншее составляет:



Определяются потери мощности в линии в нормальном режиме:



где (табл. П4.7 [4]).





Для подключения кабельных линий питающих ТП3 и ТП4 к шинам распределительного устройства выбираются 3 комплектные распределительные ячейки КРУ типа К-XXVI с маломасляными выключателями ВМП стоимостью 9240 у. е. Общая стоимость ячеек – 

Результаты расчетов приведены в табл. 1.11.

Таблица 1.11. Параметры кабельных линий 10 кВ, вариант Ι

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Участок | , А | Марка кабеля | Сечение, мм2 | , А | , А | , кВт/км | , кВт | , км | Стоимость, у. е. |
| РП-ТП3 | 21,2 | ААШв | 25 | 90 | - | 40 | 0,43 | 0,185 | 818 |
| РП-ТП4 | 28,3 | ААШв | 35 | 103,5 | 56,6 | 42 | 1,07 | 0,175 | 1741 |

Суммарные инвестиции:





Годовая ставка на обслуживание кредита:



Годовые затраты на обслуживание и ремонт:



где , (табл. 3 [5]).



Стоимость потерь энергии:



Годовые затраты:



Расчетные годовые затраты:



**Вариант ΙΙ**

Определяются расчетные нагрузки и выбираются марки кабелей для всех участков при условии полной компенсации реактивной мощности.

Участок РП – ТП4 – 

Питание ТП4 осуществляется двумя кабелями, один из которых несет дополнительную нагрузку за счет питания ТП3. Таким образом загрузка кабелей будет различной.

Расчетный ток в кабеле питающем ТП4 и ТП3:



где ;



Расчетный ток в кабеле питающем ТП4:



где - расчетная нагрузка цехов питаемых от ТП4, .



Сечение жил кабеля:



Полученное значение округляется до ближайшего стандартного значения . Принимается кабель ААШв 3х50 для которого  при прокладке кабеля в траншее.

Так как питание ТП4 осуществляется двумя кабелями с различной загрузкой, прокладываемыми в одной траншее, необходимо уточнить значение длительно допустимой токовой нагрузки.



Определяется ток в одном кабеле в аварийном режиме:



где - расчетный ток в одном кабеле при повреждении другого.



где - суммарная расчетная мощность цехов питаемых от ТП3 и ТП4, 





Технико-экономические характеристики кабеля (табл. 3.5. [4]): ; ; стоимость 1 км кабельной линии при прокладке в траншее без стоимости траншей составляет 5392 у. е. (табл. 40 [5]); стоимость строительных работ по прокладке кабелей в траншеях на 1 км составляют 480 у.е.

Стоимость кабельной линии состоящей из двух кабелей прокладываемых в траншее составляет:



Определяются потери мощности в линии в нормальном режиме:





где (табл. П4.7 [4]). 









Участок ТП4 – ТП3 – 

Расчетный ток в одном кабеле:



где - суммарная расчетная мощность цехов питаемых от ТП3,  табл. 1.10; .



Сечение жил кабеля:



Полученное значение округляется до ближайшего стандартного значения . Принимается кабель ААШв 3х25 для которого  при прокладке кабеля в траншее.

Технико-экономические характеристики кабеля (табл. 3.5. [4]): ; ; стоимость 1 км кабельной линии при прокладке в траншее без стоимости траншей составляет 4029 у.е.; стоимость строительных работ по прокладке кабелей в траншеях на 1 км составляют 390 у.е.

Стоимость кабельной линии составляет:



Определяются потери мощности в линии в нормальном режиме:



где (табл. П4.7 [4]).





Для подключения магистральной кабельной линий состоящей из двух кабелей питающих ТП3 и ТП4 к шинам распределительного устройства выбираются 2 комплектные распределительные ячейки КРУ типа К-XXVI с маломасляными выключателями ВМП стоимостью 9240 у. е. Общая стоимость ячеек – 

Таблица 1.12. Параметры кабельных линий 10 кВ, вариант ΙΙ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Участок | , А | Марка кабеля | Сечение, мм2 | , А | , А | , кВт/км | , кВт | , км | Стоимость, у. е. |
| РП-ТП4 | 49,6 | ААШв | 50 | 126 | 78 | 44 | 1,58 | 0,175 | 1971 |
| ТП4-ТП3 | 21,2 | ААШв | 25 | 90 | - | 40 | 0,17 | 0,075 | 331 |

Суммарные инвестиции:





Годовая ставка на обслуживание кредита:



Годовые затраты на обслуживание и ремонт:



где , (табл. 3 [5]).



Стоимость потерь энергии:



Годовые затраты:



Расчетные годовые затраты:



Результаты технико-экономического сравнения приведены в табл. 1.13

Таблица 1.13. Технико-экономическое сравнение вариантов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Статья | Вариант Ι | Вариант ΙΙ |
| Потери мощности, кВт | 1,5 | 1,75 |
| Годовые затраты на обслуживание и ремонт, у. е. | 45 | 40 |
| Стоимость потерь электроэнергии, у. е. | 251 | 293 |
| Суммарные инвестиции, у. е. | 31779 | 22532 |
| Годовая ставка по возврату кредита, у. е. | 5174 | 3668 |
| Годовые затраты, у. е. | 296 | 333 |
| Расчетные годовые затраты, у. е. | 5470 | 4001 |

На основании технико-экономического сравнения представленных вариантов принимается схема внутризаводского электроснабжения по варианту ΙΙ. Трансформаторные подстанции ТП3 и ТП4 питаются от РП по одной магистральной линии.

* 1. **Разработка схемы и расчет параметров внутрицеховой сети**

Цеховые сети промышленных предприятий выполняют на напряжение до 1 кВ. На выбор схемы и конструктивное исполнение цеховой сети оказывают влияние такие факторы, как степень ответственности приемников электроэнергии, режимы их работы и размещение на территории цеха, номинальные токи и напряжения. Существенное значение имеет микроклимат производственных помещений.

Цеховые сети распределения электроэнергии должны:

– обеспечивать необходимую надежность электроснабжения приемников электроэнергии в зависимости от их категории;

– быть удобными и безопасными в эксплуатации;

– иметь оптимальные технико-экономические показатели;

– иметь конструктивное исполнение, обеспечивающее применение индустриальных и скоростных методов монтажа.

В зависимости от принятой схемы электроснабжения и условий окружающей среды цеховые электрические сети выполняют шинопроводами, кабельными линиями и проводами.

В курсовом проекте осуществляется выбор защитной и распределительной аппаратуры до наиболее удаленного электроприемника в механическом цехе (ЭП14).

* + 1. **Электроснабжение механического цеха**

Электроснабжение приемников электроэнергии механического цеха осуществляется от трансформаторной подстанции ТП1. Электроприемниками данного цеха являются металлообрабатывающие станки, которые равномерно распределены по территории цеха. Среда в цехе нормальная. Все потребители рассчитаны на переменный трехфазный ток и напряжение 380 В промышленной частоты.

Электроприемники механического цеха группируются в группы которые затем относятся к различным узлам. Вследствие упорядоченного расположения части электроприемников в высокой удельной плотности нагрузки цеха, данные электроприемники запитываются распределительным шинопроводом. Силовые шкафы питаются кабелями проложенными в полу и на стенах с креплением скобами.

* + 1. **Выбор электрооборудования на напряжения 0,4 кВ**

Выбор вводного автомата

Выбор вводного автомата осуществляется по условиям защиты трансформатора от коротких замыканий на стороне 0,4 кВ и перегрузки.

Номинальный ток трансформатора:



где - номинальная мощность трансформатора, ;



Принимается к установке автомат АВМ10 с  (табл. 30.6 [2]).

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя:



Принимается ток срабатывания расцепителя -

Ток срабатывания расцепителя в зоне перегрузки:



Выбор линейного автоматического выключателя

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя:



где 

где - номинальный ток i-го электроприемника;

- пусковой ток наиболее мощного электроприемника.

;

;

.

Полученное значение округляется до ближайшего большего стандартного значения. Принимается к установке автоматический выключатель типа АВМ-4С (табл. 30.6 [2]). Номинальный ток расцепителя – 400 А; уставка тока срабатывания расцепителя – 

Выбор кабеля питающего шинопровод

Выбор кабеля на напряжение до 1 кВ осуществляется по длительно допустимому току.

Расчетный ток в кабеле:



где - расчетная полная мощность, 



По величине расчетного тока для питания шинопровода выбирается два кабеля марки АВВГ 3×95+1×70 мм2 (алюминиевые жилы, поливинилхлоридная изоляция, оболочка из поливинилхлорида, без защитного покрова) для которого 

Распределение электроэнергии к отдельным электроприемникам от силовых шкафов и шинопровода осуществляется проводом марки АПВ (алюминиевые жилы, поливинилхлоридная изоляция).

Выбор распределительного шинопровода

Распределительный шинопровод выбирается по расчетному току из условия:



где - номинальный ток шинопровода.

По табл. 7.4 [4] выбирается распределительный шинопровод типа ШРА73УЗ. Длина шинопровода – 60 м. Номинальный ток шинопровода – . Вводная коробка располагается в начале шинопровода.

Технические характеристики шинопровода приводятся в табл. 1.14.

Таблица 1.14. Технические характеристики комплектного распределительного шинопровода

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристики | Тип шинопровода |
| ШРА73УЗ |
| Номинальный ток, А | 400 |
| Электродинамическая стойкость, кА | 25 |
| Термическая стойкость, кА | 10 |
| Сопротивление на фазу, Ом/км активное индуктивное |  |
| 0,15 |
| 0,17 |
| Линейная потеря напряжения, В на длине 100 м при номинальном токе, cosφ=0,8 и равномерно распределенной нагрузке | 8 |
| Поперечное сечение, мм | 284×95 |
| Степень защиты | 1Р32 |
| Типы коммутационно-защитной аппаратуры, установленной в ответвительных коробках:  предохранители автоматические выключатели (ток, А) |  |
| ПН2–100 |
| А3710 (160), А3720 (250), А3120 (100), АЕ2050 (100) |

Проверка шинопровода по потере напряжения:



где - удельное активное сопротивление шинопровода, (табл. 4.1);

- удельное индуктивное сопротивление шинопровода, (табл. 4.1).



Выбор автоматического выключателя для защиты ЭП №14

Номинальный ток ЭП №14:



где - расчетная активная мощность ЭП №14, ;

- КПД, 

- коэффициент мощности ЭП №14, .



Уставка тока срабатывания автоматического выключателя:



где - кратковременный ток при пуске двигателя;



где - кратность пускового тока, при тяжелых условиях пуска .





Принимается к установке автоматический выключатель типа А3710 (табл. 30.6 [2]). Номинальный ток автоматического выключателя – ; номинальный ток расцепителя максимального тока – ; уставка тока срабатывания расцепителя – .

Выбор кабеля питающего ЭП №14

По значению номинального тока ЭП №14 принимается кабель марки АВВГ 3х70+1х50 мм2 с  (табл. П4.7 [4]). Технические характеристики провода (по табл. 2.2 [11]): .

Выбор магнитного пускателя для ЭП №14

По номинальному току ЭП №14 () и мощности принимается к установке магнитный пускатель типа ПМА-622 (табл. 6.17 [3]) с – .

Принимается тепловое реле типа ТРН-160 с уставкой регулировочного винта теплового реле в положение -20%.

* 1. **Расчет токов короткого замыкания**

При проектировании систем электроснабжения учитывают не только нормальные, продолжительные режимы работы электроустановок, но и аварийные режимы их. Одним из аварийных режимов является короткое замыкание.

Причинами коротких замыканий могут быть: механические повреждения изоляции – проколы и разрушение кабелей при земляных работах; поломка фарфоровых изоляторов; износ изоляции; увлажнение изоляции; перекрытие между фазами и т.д.

Последствиями коротких замыканий являются резкое увеличение тока в короткозамкнутой цепи и снижение напряжения в отдельных точках системы. Увеличение тока в ветвях электроустановка, примыкающих к месту кз, приводит к значительным механическим воздействиям на токоведущие части и изоляторы, на обмотки электрических машин. Прохождение больших токов вызывает повышенный нагрев токоведущих частей и изоляции, что может привести к пожару в распределительных устройствах, в кабельных сетях и других элементах электроснабжения.

При расчете токов короткого замыкания принимаются следующие допущения:

– трехфазная система симметрична;

– магнитные системы не насыщены;

– отсутствуют качания роторов синхронных машин;

– короткое замыкание считается металлическим.

Для упрощения расчетов для каждой электрической ступени в расчетной схеме указывается вместо ее действительного напряжения среднее номинальное напряжение. Для расчета токов трехфазного короткого замыкания в сетях и установках выше 1 кВ составляется расчетная схема для рассматриваемой системы электроснабжения. Расчет токов короткого замыкания в сетях выше 1 кВ имеет ряд особенностей:

– активные сопротивления элементов системы электроснабжения при определении тока короткого замыкания не учитываются;

– при определении тока КЗ учитывается подпитка от двигателей высокого напряжения.

Для расчетов токов КЗ на основании расчетной схемы составляется схема замещения системы электроснабжения предприятия. Схема замещения представляет собой электрическую схему, соответствующую расчетной схеме, в которой все магнитные связи заменены электрическими и все элементы системы электроснабжения представлены сопротивлениями.

Особенностями расчета токов КЗ в сетях до 1 кВ являются:

– активные сопротивления элементов системы электроснабжения играют существенную роль, и могут даже преобладать над индуктивными, что обуславливает необходимость в их учете при расчете токов КЗ;

– если установка до 1 кВ получает питание через понижающий трансформатор, то периодическую составляющую тока при коротком замыкании на стороне низкого напряжения трансформатора можно считать неизменной по амплитуде;

– расчет токов КЗ в установках до 1 кВ проводится в именованных единицах.

При определении сопротивления цепи КЗ учитываются не только активные и индуктивные сопротивления трансформаторов, кабелей, шин, но и сопротивления электрических аппаратов. При расчете необходимо учитывать переходные активные сопротивления всех контактных соединений, так как реальные величины токов КЗ значительно меньше расчетных, найденных без учета сопротивлений контактных соединений. Сопротивления всех элементов цепи проводятся к напряжению ступени КЗ и выражаются в именованных единицах. Влияние двигателей на величину тока КЗ учитывается в тех случаях, когда они непосредственно подключены к месту короткого замыкания проводом или кабелем длиной до 5 м.

Расчет токов короткого замыкания осуществляем с помощью ЭВМ по данным схемы замещения составленной для цепи «Энергосистема – ЭП №14».

В результате расчетов получаем следующие показатели:

* сверхпереходной ток трехфазного КЗ;
* ударный ток трехфазного КЗ;
* действующее значение периодической составляющей тока трехфазного КЗ;
* начальное значение периодической составляющей тока двухфазного КЗ;
* мощность КЗ в начальный момент;
* ток однофазного КЗ в одной точке.

Пример расчета токов КЗ для отдельно взятой точки

Расчет сопротивлений всех элементов производим в относительных единицах при базисной мощности .

Сопротивление системы определится как:



где  – мощность системы, ;

 – сопротивление системы приведенное к ступени высшего напряжения (10 кВ), сопротивление системы приведенное к ступени 110 кВ, принимается .

Приводится сопротивление системы к напряжению системы внешнего электроснабжения (10 кВ).

;



Индуктивное сопротивление кабельной линии:

Предприятие питается от системы двумя кабелями проложенными в траншее.

Результирующее индуктивное сопротивление:



где  – удельное сопротивление линии, ;

– длина линии, .



Активное сопротивление линии определится как:



где – удельное сопротивление линии, .



Результирующее сопротивление всей цепи определится по выражению:



Определяется начальное значение периодической составляющей тока трехфазного КЗ



где  – сверхпереходная ЭДС системы, ;

 – базисный ток.





Определяется значение ударного тока по выражению:

,

где  – ударный коэффициент;

 – постоянная времени,  (табл. 6–2 [12]). По рис. 6–13 [12] определяется значение ударного коэффициента для - .



Действующее значение тока КЗ определяется по выражению:



Таблица 1.17. Расчетные данные по расчету токов КЗ до наиболее удаленного электроприемника

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № узла | U, кВ | Элемент участка | Параметры участка |
| 1 | 10,5 | Электрическая система | ; ; |
| 2 | 10,5 | Кабельная линия  ААШв 3х120 мм2 | ; ; |
| 3 | 10,5 | Кабельная линия участка  ГПП-ТП1  AAШВ 3х50 мм2 | ; ; |
| 4 | 10,5 | ТП1 – 2xТМЗ-400 kVA | ; ;  ; |
| 5 | 0,4 | Ошиновка КТП от  трансформатора до  сборных шин ячеек  0,4 кB А-60x6 | ; ; ;; |
| 6 | 0,4 | Вводной автомат  АВМ10, | ; |
| 7 | 0,4 | Tрансформатор тока  TНШ – 0,66 1000/5 | ; |
| 8 | 0,4 | Участок сборных шин в пределах вводной ячейки  А-30x4 | ; ; ; ; |
| 9 | 0,4 | Линейный выключатель  АВМ-4С, | ; |
| 10 | 0,4 | Трансформатор тока  ТНШ – 0,66 300/5 | ; |
| 11 | 0,4 | Кабель  2×АВВГ 3х95+1х70мм2 | ; ; ; ; |
| 12 | 0,4 | Шинопровод распределительный типа ШРА73УЗ | ; ; ; ; |

* 1. Выбор аппаратуры и токоведущих частей

Аппараты и проводники РУ всех напряжений подстанций выбираются по условиям продолжительного режима работы и проверяются по режиму короткого замыкания.

Расчётными токами продолжительного режима являются:

- наибольший ток нормального режима;

 – наибольший ток ремонтного или после аварийного (форсированного) режима.

Выбор выключателей 10 кВ

Выключатели высокого напряжения служат для коммутации электрических цепей во всех эксплуатационных режимах: включение и отключение токов нагрузки, токов намагничивания трансформаторов и зарядных токов линий и шин, отключения токов кз, а также при изменениях схем электрических установок.

Выбор выключателей производится по:

– напряжению ;

– длительному току ;

– отключающей способности

,

где – нормированное значение содержания апериодической составляющей в отключаемом токе, %.

Проверка выключателей на электродинамическую стойкость производится по условию:

,

где  – наибольший пик (ток электродинамической стойкости) по каталогу;

 – действующее значение периодической составляющей предельно сквозного тока КЗ.

Проверка выключателей на термическую стойкость проводится по условию:

,

где  – тепловой импульс тока кз по расчету;

 – среднеквадратичное значение за время его протекания (ток термической стойкости);

 – длительность протекания тока термической стойкости, определяется по каталогу.

 – время октлючения, .

Принимается к установке выключатели ВМПЭ-10–630–1600–31,5. Расчетные и каталожные данные представлены в табл. 5.5. Распределительное устройство 10 кВ компонуется комплектными распределительными ячейками КРУ типа К-XXVI. Основные технические данные приведены в табл. 1.20.

Таблица 1.20. Основные технические данные КРУ внутренней установки 10 кВ

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | К – XXVI |
| Номинальное напряжение, кВ | 10 |
| Номинальный ток, А  сборных шин  шкафов | 1000  630 |
| Номинальный ток отключения, кА | 31,5 |
| Электродинамическая стойкость, кА | 80 |
| Тип выключателя | ВМПЭ-10–630–1600–31,5 |
| Тип привода к выключателю | встроенный  ПЭВ-11А |
| Габариты шкафа, мм  ширина  глубина  высота | 900  1700  2400 |

Определение токов КЗ для расчетного времени размыкания дугогасительных контактов выключателя:



где - собственное время отключения выключателя, (табл. 31.1 [2]).



Точка короткого замыкания находится на большой электрической удаленности от шин системы, следовательно значение периодической составляющей тока КЗ от энергосистемы при трехфазном коротком замыкании для любого момента времени можно считать постоянным и равным:



где - действующее значение периодической составляющей тока трехфазного КЗ в начальный момент времени,  (табл. 1.20).

.

Апериодическая составляющая тока КЗ:



где - постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ,  (табл. 3.8 (16).



Таблица 1.21. Расчетные и каталожные данные

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные данные | Каталожные данные |
| Выключатель ВМПЭ-10–630–315Т3 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Выбор трансформатора тока 10 кВ

Выбор трансформаторов тока осуществляется по следующим параметрам:

по напряжению: 

по току: ;

по конструкции и классу точности;

по электродинамической стойкости:

; ,

где *кэд* – кратность электродинамической стойкости;

*I1ном* – номинальный первичный ток трансформатора тока;

*iдин* – ток электродинамической стойкости;

по термической стойкости:

; ,

где *кТ* – кратность термической стойкости;

по вторичной нагрузке:

,

где *z2* – вторичная нагрузка трансформатора тока;

 – номинальная допустимая нагрузка трансформатора тока в выбранном классе точности.

Расчетные параметры:

Максимальный ток питающей кабельной линии – ;

Ударный ток – ;

Тепловой импульс – 

По табл. 31.9 [2] выбирается трансформатор тока ТПК-10. Технические характеристики: ; ; класс точности – 0,5; номинальная нагрузка в классе точности 0,5 – 10 В·А; ;; .

Проверка на электродинамическую стойкость:



Проверка на термическую стойкость:



Проверка по вторичной нагрузке:

Для проверки трансформатора тока по вторичной нагрузке, пользуясь схемой включения и каталожными данными приборов, определяется нагрузка по фазам для наиболее загруженного трансформатора тока. Перечень приборов установленных во вторичной обмотке трансформатора тока приведен в табл. 1.22.

Таблица 1.22. Вторичная нагрузка трансформатора тока ТПК-10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Прибор | Тип | Нагрузка фазы, ВА | | |
| А | В | С |
| Амперметр | Э-335 | 0,5 | - | 0,5 |
| Счётчик активной энергии | СА3-И681 | 2,5 | - | 2,5 |
| Счётчик реактивной энергии | СР4-И676 | 2,5 | - | 2,5 |
| Ваттметр | Д-345 | 0,5 | - | 0,5 |
| Варметр | Д-345 | 0,5 | - | 0,5 |
| Итого |  | 6,5 | - | 6,5 |

Из таблицы 1.22 видно, что наиболее загружены трансформаторы тока фазы А и С.

Общее сопротивление приборов определяется



где - суммарная полная мощность приборов установленных во вторичной обмотке трансформатора тока, , (табл. 1.22).



Допустимое сопротивление проводов:



где - сопротивление контактов, (с. 374 [16]);

Сопротивление соединительных проводов зависит от их длины и сечения





Зная *rпр* можно определить сечение соединительных проводов:

,

где *ρ* – удельное сопротивление материала провода, во вторичной цепи принимаются провода с алюминиевыми жилами (*ρ =* 0,0283 Ом·мм2/м);

*lрасч* – расчётная длина, зависящая от схемы соединения трансформатора тока, для схемы соединения в неполную звезду:



где - длина соединительных проводов от трансформатора тока до приборов, принимается (стр. 375 [16]).





Принимается контрольный провод АКРВГ с алюминиевыми жилами сечением 6 мм2.



Общее сопротивление вторичной нагрузки:



Условие работы трансформатора тока в заданном классе точности:



Условие выполняется, таким образом, трансформатор тока будет работать в заданном классе точности.

Таблица 1.23. Выбор трансформатора тока

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расчётные данные | Каталожные данные | Условие выбора |
| Трансформатор тока ТПК-10 |
| *Uуст* = 10 *кВ* | *Uном* = 10 *кВ* | *Uуст*  *Uном* |
| *Imax* = 95 *А* | *Iном* = 100 *А* | *Imax*  *Iном* |
|  |  |  |
| *iy* = 10,54 *кА* | *iдин* = 73,5 *кА* | *iy*  *iдин* |
| *z2* = 0,39 *Ом* |  |  |

Выбор трансформатора напряжения СШ-10 кВ

На стороне 10 кВ по табл. 31.13 [2] выбирается трансформатор напряжения НТМИ-10–66УЗ. Технические характеристики: номинальная мощность в классе точности 0,5 – . Перечень приборов подключенных во вторичную цепь трансформатора напряжения приведен в табл. 1.24.

Таблица 1.24. Вторичная нагрузка трансформатора напряжения НТМИ-10–66УЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Прибор | Тип | Нагрузка фазы, ВА. |
| Вольтметр | Э – 335 | 2 |
| Ваттметр | Д-345 | 2 |
| Варметр | Д-345 | 2 |
| Счетчик активной мощности | СА3 – И681 | 24 |
| Счетчик реактивной мощности | СР4У – И689 | 24 |
| Итого: |  | 54 |

Вторичная нагрузка трансформатора напряжения первой секции



Трансформатор напряжения будет работать в выбранном классе точности 0,5, так как выполняется условие:



Выбор трансформатора напряжения для второй секции производится аналогично.

Для соединения трансформатора напряжения с приборами принимается контрольный кабель АКРВГ с сечением жил 2,5 мм2 по условию механической прочности.

Для защиты трансформатора напряжения от токов перегрузки и токов КЗ выбирается предохранитель типа ПКН001–10У3.

* 1. **Компенсация реактивной мощности**

Одним из важных вопросов, решаемых при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения промышленных предприятий, является вопрос о компенсации реактивной мощности.

Передача реактивной мощности из энергосистемы к потребителям нерациональна по той причине, что при передаче реактивной мощности возникают дополнительные потери активной мощности и энергии во всех элементах системы электроснабжения, обусловленные их загрузкой реактивной мощностью.

Компенсация реактивной мощности является одним из основных направлений по снижению потерь электроэнергии.

* + 1. **Расчет пропускной способности трансформаторов**

Расчет пропускной способности трансформаторов производим по формуле:



где  – число трансформаторов;

 – коэффициент загрузки;

- расчетная активная нагрузка.

В качестве примера произведем расчет для трансформаторов ТП1 2х400 кВА, нормативный коэффициент загрузки равен 0,8. Суммарная расчетная активная нагрузка цехов питаемых от ТП1 равна .



Учитывая, что суммарная реактивная нагрузка цехов №2, 3, 10 равна , необходимо выработать на стороне 0,4 кВ:



Устанавливается на ТП1 2хУКБН – 0,38–200–50 У3 (табл. 2.192 [17]) мощностью 400 квар.

Выбор числа и мощности низковольтных конденсаторных батарей приведен в табл. 1.25.

Таблица 1.25. Выбор числа и мощности низковольтных конденсаторных батарей

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ТП | , кВт | , квар |  | ,  кВА | ,  квар | ,  квар | Принятые компенсирующие установки |
| ТП1 | 624 | 423,7 | 0,8 | 2х400 | 142,2 | 281,5 | 2хУКБН – 0,38–200–50 УЗ |
| ТП2 | 935,2 | 397,8 | 0,8 | 2х630 | 376,1 | 21,7 | 2хУКБН – 0,38–200–50 УЗ |
| ТП3 | 367,6 | 279,5 | 0,95 | 1х400 | 96,3 | 183,2 | 3хУКБН – 0,38–100–50 УЗ |
| ТП4 | 982 | 757,2 | 0,8 | 2х630 | 227,5 | 529,7 | 2хУКЛН – 0,38–300–150 УЗ  УКБН – 0,38–100–50 УЗ |
| ТП5 | 320 | 311 | 0,95 | 1х400 | 205 | 106 | УКБ – 0,38–150 У3 |

* + 1. **Расходная часть баланса**

Суммарное потребление реактивной мощности (РМ) на стороне 0,4 кВ составляет 

Потери в цеховых трансформаторах принимаются равными 10% от номинальной мощности трансформаторов, что составляет:



На предприятии нет выскоковольтной нагрузки, поэтому нет потребления реактивной мощности на стороне 10 кВ.

Суммарное потребление составляет:



Резерв для послеаварийных режимов составляет 10% от суммарной потребляемой мощности и равен:



Необходимая реактивная мощность



* + 1. **Приходная часть баланса**

Реактивная мощность генерируемая низковольтными конденсаторными батареями составляет 

Реактивная мощность, получаемая от системы составляет: 

Таблица 1.26. Баланс реактивной мощности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Статьи баланса | Реактивная мощность, квар |
| 1. | Расходная часть баланса |  |
| 1.1 | Нагрузка потребителей 0,4 кВ | 2169 |
| 1.2 | Нагрузка потребителей 10 кВ | - |
| 1.3 | Потери в силовых трансформаторах | 412 |
| 1.4 | Резерв для послеаварийных режимов | 258 |
| 1.5 | Необходимая мощность источников РМ | 2839 |
| 2 | Приходная часть баланса |  |
| 2.1 | Система | 934 |
| 2.2 | Синхронные двигатели 10 кВ | - |
| 2.3 | Синхронные двигатели 0,4 кВ | - |
| 2.4 | Конденсаторные установки 10 кВ | - |
| 2.5 | Конденсаторные установки 0,4 кВ | 1950 |
| 2.6 | Итого покрытие | 2884 |
| 3. | Баланс | +45 |

* 1. **Защита зданий и сооружений от прямых ударов молнии и перенапряжений**

В соответствии с назначением зданий и сооружений необходимость выполнения молниезащиты и ее категория, а при использовании стрежневых и тросовых молниеотводов – тип зоны защиты определяются по табл. 1 [18]. Защита осуществляется для склада металла и готовой продукции. По табл. 1 [18] определяется категория молниезащиты, для склада металла и готовой продукции предусматривается молниезащита категории II.

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

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

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

Защита от вторичных воздействий молнии обеспечивается следующими мероприятиями. От электростатической индукции и заноса высокого потенциала – ограничением перенапряжений, наведенных на оборудовании, металлических конструкциях и вводимых коммуникациях, путем их присоединения к заземлителям определенных конструкций; от электромагнитной индукции – ограничением площади незамкнутых контуров внутри зданий путем наложения перемычек в местах сближения металлических коммуникаций.

* + 1. **Расчет зоны защиты молниеотводов**

Для защиты склада металла и готовой продукции принимается четыре молниеотвода устанавливаемые на крыше, по углам склада. Высота склада составляет , ширина и длина – 50 и 104 м соответственно. Расчет зоны защиты молниеотводов ведется для зоны А, принимаются молниеотводы длиной .

Определяются габаритные размеры зоны защиты:

;

;

.

Определяются габаритные размеры зоны защиты между двумя молниеотводами расположенными по длине склада:

В данном случае , :

;

;

.

Определяются габаритные размеры зоны защиты между двумя молниеотводами расположенными по ширине склада:

В этом случае , :

;

;

.

* + 1. **Расчет заземления склада металла и готовой продукции**

Исходные данные: ток замыкания на землю на стороне 10 кВ – ; грунт – суглинок, удельное сопротивление грунта – ; габаритные размеры цеха: длина – 104 м; ширина – 50 м; естественные заземлители не учитываются.

В качестве вертикальных заземлителей принимаются стальные стержни диаметром 16 мм, длиной 5 м, которые погружаются в грунт на глубину  от поверхности земли. К вертикальным заземлителям привариваются стальные горизонтальные полосы.

Расчет заземления:

1. В соответствии с п. 1.7.57 [1] сопротивление заземляющего устройства в электроустановках выше 1 кВ сети с изолированной нейтралью равно:

при использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ

.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок напряжением до 1 кВ должно быть не более 4 Ом (при линейном напряжении 380 В), за расчетное сопротивление принимается .

1. Намечается расположение заземлителей

Заземлители располагаются по периметру цеха, расстояние между вертикальными заземлителями 3 м.

1. Определяется сопротивление искусственного заземлителя

Сопротивление искусственного заземлителя принимается равным допустимому сопротивлению заземляющего устройства – .

1. Определяется сопротивление растеканию одного вертикального заземлителя

,

где - расчетное сопротивление грунта для вертикальных электродов:

,

где - коэффициент сезонности для вертикальных электродов, по табл. 12.2 [8] для климатической зоны 3 принимается .

;

.

1. Определяется ориентировочное число вертикальных заземлителей при предварительно выбранном коэффициенте использования

В зависимости от отношения расстояния между вертикальными электродами к их длине равного 2, по табл. 12.4 [8] при числе вертикальных электродов равном 60, расположенных по контуру принимается коэффициент использования – .

.

1. Определяется расчетное сопротивление растеканию горизонтальных заземлителей

,

где - расчетное сопротивление грунта для горизонтальных электродов:

,

где - коэффициент сезонности для горизонтальных электродов, по табл. 12.2 [8] для климатической зоны 3 принимается .

;

.

1. Определяется действительное сопротивление растеканию горизонтальных электродов

,

где - коэффициент использования горизонтальных электродов, по табл. 12.5 [8] принимается .

.

1. Уточняется необходимое сопротивление вертикальных заземлителей с учетом горизонтальной соединительной полосы

**.**

1. Определяется число вертикальных заземлителей с учетом уточненного коэффициента использования

.

Окончательно принимается к установке 11 вертикальных заземлителей.

1. **Теплотехническая часть**

**3.1 Определение необходимого воздухообмена в термическом цехе**

Задачей вентиляции является обеспечение в местах длительного пребывания людей такого состояния воздуха, которые обеспечивали бы нормальное самочувствие и не оказывали неблагоприятного действия на здоровье. Воздух является средой, в которой проходит вся жизнедеятельность человека. Поэтому качество воздуха, естественно, оказывает определяющее влияние на все функции человеческого организма.

Воздухообмен в помещении можно организовать различными путями. В некоторых случаях воздухообмен обеспечивается за счет разности давлений, создаваемых действием ветра и разности весов воздуха внутри помещения и наружного, причем поступление и удаление воздуха происходит через неплотности и поры наружных ограждений. Это явление называется инфильтрацией. Недостатком этого способа является невозможность регулирования количества проникающего воздуха.

Под влиянием тех же факторов воздухообмен может происходить, кроме того, через открытые отверстия окон или форточек. Способ вентиляции помещений создает довольно быструю смену воздуха. Способ вентилирования помещения, при котором проветривание происходит непрерывно, а количество воздуха регулируется степенью открытия фрамуг, носит название аэрации.

В тех случаях, когда воздух подается или извлекается из помещения по специальным каналам, движение воздуха по ним происходит либо за счет разности давлений столбов воздуха снаружи и внутри здания (естественной или созданной искусственно путем нагревания воздуха), либо при помощи вентиляторов, на работу которых затрачивается электрическая энергия. В первом случае вентиляция называется гравитационной, во втором – механической.

Комплекс устройств для перемещения воздуха, в который входит один подогреватель или вентилятор, или какое-либо другое устройство, приводящее воздух в движение, носит название вентиляционной установки. Совокупность вентиляционных установок, обеспечивающих вентиляцию в помещении или группе помещений, называется вентиляционной системой.

Система вентиляции, обеспечивающая в помещении не только определенную смену воздуха, но и постоянные метрологические условия, т.е. автоматически поддерживающая определенную температуру и влажность воздуха, носит название системы вентиляции с кондиционированием воздуха. В целом ряде случаев при устройстве вентиляции помещений в качестве приточного воздуха используют не только наружный, но и извлеченный из помещения воздух после соответствующей его обработки. Такое повторное использование извлекаемого воздуха принято называть рециркуляцией.

Воздушная среда в помещении, удовлетворяющая санитарным нормам, обеспечивается в результате удаления загрязненного воздуха из помещения и подачи чистого наружного воздуха. Соответственно этому системы вентиляции подразделяют на вытяжные и приточные.

По способу перемещения удаляемого из помещений и подаваемого в помещение воздуха различают вентиляцию естественную (неорганизованную и организованную) и механическую (искусственную).

По способу организации воздухообмена в помещении вентиляция может быть общеобменной, местной (локализующей), смешанной, аварийной и противодымной.

Общеобменная вентиляция предусматривается для создания одинаковых условий воздушной среды (температуры, влажности, чистоты воздуха и его подвижности) во всем помещении, главным образом в рабочей зоне, когда какие-либо вредные вещества распространяются по всему объему помещения или нет возможности уловить их в местах выделения. Общеобменная вентиляция может быть как приточной, так и вытяжной, а чаще приточно-вытяжной, обеспечивающей организованный приток и удаление воздуха.

При местной вытяжной вентиляции загрязненный воздух удаляется прямо из мест его загрязнения. Местная приточная вентиляция применяется в тех случаях, когда свежий воздух требуется лишь в определенных местах помещения (на рабочих местах).

Смешанные системы, применяемые главным образом в производственных помещениях, представляют собой комбинации общеобменной с местной.

Аварийные вентиляционные установки предусматривают в помещениях, в которых возможно внезапное неожиданное выделение вредных веществ в количествах значительно превышающих допустимые. Эти установки включают только в случае, если необходимо быстро удалить вредные выделения.

Противодымная вентиляция предусматривается для обеспечения эксплуатации людей из помещений здания в начальной стадии пожара.

**3.2 Расчет необходимого воздухообмена в термическом цехе и проектирование системы вытяжной вентиляции**

Требуется определить необходимый воздухообмен в термическом цехе при заданной кратности циркуляции и спроектировать систему вытяжной вентиляции цеха.

Исходные данные:

Кратность воздухообмена – ;

Размеры цеха – .

Расчет необходимого воздухообмена

,

где - кратность воздухообмена;

 – объем помещения.

;

.

Расход воздуха на одну выпускную решетку:

,

где - число выпускных решеток, принимаем число выпускных решеток равное .

.

Определяем площадь полезного сечения выпускной решетки

,

где  – скорость движения воздуха в выпускных решетках, для воздушных систем .

.

Общая площадь выпускной решетки:

В виду того, что полезное сечение решетки составляет 70% общего сечения, общая площадь решетки составляет:

.

Принимаем выпускные решетки типа RAG. Размеры – .

Общая площадь решетки составляет:

.

Определяем площадь полезного сечения вытяжной решетки:

.

Общая площадь вытяжной решетки:

.

Принимается решетка размерами – .

Расчет сечения воздуховода

Определяем сечение воздуховода для участка I:

,

где  – скорость движения воздуха в воздуховоде, для воздушных систем .

.

Размеры воздуховода на участке I – ; .

Участок II

.

Размеры воздуховода на участке II – ; .

Участок III

.

Размеры воздуховода на участке III – ; .

Участок IV

.

Размеры воздуховода на участке IV – ; .

Участок V

.

Размеры воздуховода на участке V – ; .



Расчет потерь давления

Потери давления в воздуховоде определяются по формуле:

,

где  – потери давления на трение воздуха о стенки воздуховода;

 – потери давления в местных сопротивлениях.

Потери давления на трение воздуха о стенки воздуховода определяются как:

,

где - коэффициент трения;

 – эквивалентный диаметр;

- плотность воздуха в воздуховоде, .

,

где - высота отдельных неровностей стенок воздуховода, принимаем .

,

где - площадь сечения воздуховода;

- периметр воздуховода.

Потери давления в местных сопротивлениях определяются по формуле:



где  – коэффициент местного сопротивления,  принимаем .

Расчет потерь давления осуществляется для участка I:

;

;

;

;

;

;

.

Для оставшихся участков расчет осуществляется аналогично, результаты расчета приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Результаты расчета потерь давления в воздуховоде

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № участка | , м | , м | , м/с |  | , Па |
| I | 6 | 0,857 | 3,8 | 0,015 | 0,91 |
| II | 6 | 0,8 | 3,8 | 0,015 | 1,0 |
| III | 6 | 0,72 | 3,8 | 0,016 | 1,14 |
| IV | 6 | 0,6 | 3,8 | 0,017 | 1,43 |
| V | 6 | 0,4 | 3,8 | 0,018 | 2,38 |

Суммарные потери в воздуховоде:

.

Электрическая мощность вентилятора:

,

где - коэффициент полезного действия вентилятора, принимаем .

.

Принимаем вентилятор типа ВЦ-14–46–5–02У2Б, мощность двигателя вентилятора – , производительность – 12500 м3/ч.

**3.3 Определение тепловой нагрузки на отопления административного корпуса**

Система отопления – это совокупность технических элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи во все обогреваемые помещения количества теплоты, необходимого для поддержания температуры на заданном уровне. Каждая система отопления включает в себя три основных элемента: теплогенератор, служащий для получения теплоты и передачи ее теплоносителю, системы теплопроводов для транспортировки по ним теплоносителя от генератора к отопительным приборам и отопительных приборов, передающих теплоту от теплоносителя воздуху и ограждениям помещения.

В качестве теплогенератора для системы отопления может служить отопительный котельный агрегат, в котором сжигается топливо, а выделяющаяся теплота передается теплоносителю, или любой другой теплообменный аппарат, использующий иной, чем в системе отопления, теплоноситель.

Классификацию систем отопления проводят по ряду признаков:

1. По взаимному расположению основных элементов системы отопления подразделяются на центральные и местные.

Центральными называют системы отопления, предназначенные для отопления нескольких помещений из одного теплового пункта, где находится теплогенератор (котельная, ТЭЦ). В таких системах теплота вырабатывается с помощью теплоносителя по теплопроводам транспортируется в отдельные помещения здания. Теплота при этом через отопительные приборы передается воздуху отапливаемых помещений, а теплоноситель возвращается в тепловой пункт. Центральными могут быть системы водяного, парового и воздушного отопления.

Местными системами отопления называют такой вид отопления, при котором все три основных элемента конструктивно объединены в одном устройстве, установленном в обогреваемом помещении. К местному отоплению относят отопление газовыми и электрическими приборами, а также воздушно-отопительными агрегатами.

1. По виду теплоносителя, передающего теплоту отопительными приборами в помещения, центральные системы отопления подразделяются на водяные, паровые, воздушные и комбинированные.
2. По способу циркуляции теплоносителя центральные и местные системы водяного и воздушного отопления подразделяются на системы с естественной циркуляцией за счет разности плотностей холодного и горячего теплоносителя и системы с искусственной циркуляцией за счет работы насоса. Центральные паровые системы имеют искусственную циркуляцию за счет давления пара.
3. По параметрам теплоносителя центральные водяные и паровые системы подразделяются на водяные низкотемпературные с водой, нагретой до 100 °С и высокотемпературные с температурой воды более 100 °С; на паровые системы низкого (), высокого () давления и вакуум-паровые с давлением .

**3.4 Определение тепловой нагрузки на отопление административного корпуса по укрупненным показателям**

Расчет тепловых нагрузок на системы отопления по укрупненным показателям используют только для ориентировочных подсчетов при проектировании центрального теплоснабжения.

Исходные данные:

Геометрические размеры административного корпуса – .

Расчет тепловой нагрузки

Тепловая мощность системы отопления по укрупненным показателям определяется как:

,

где - удельная тепловая характеристика здания;

 – объем отапливаемого здания по внешнему обмеру;

 – расчетная температура воздуха внутри помещений, принимаем ;

 – расчетная температура наружного воздуха, выбирается по температуре самой холодной пятидневки в году, принимаем .

Удельная тепловая характеристика здания определяется по формуле:

,

где - доля площади наружных стен занятых окнами;

 – площадь наружных стен здания;

 – площадь здания в плане.

,

где  – площадь окон.

;

;

;

;

;

.

Тепловая нагрузка системы отопления:

.

Так как дополнительные потери неизбежны и всегда существуют, нормами предусмотрены допустимые значения. Величина суммарных дополнительных потерь (заприборными участками наружных ограждений и теплопроводами в неотапливаемых помещениях) должна быть по СНиП не более 7% тепловой мощности системы отопления.

С учетом дополнительных потерь тепловая нагрузка системы отопления равна:



Ориентировочно тепловую нагрузку системы отопления можно оценить по формулам:

;

,

где - коэффициент, зависящий от материала наружных ограждений здания,  принимаем ;

 – температурный коэффициент, зависящий от температуры наружного воздуха, при  .

.

**4. Аспекты экономики и менеджмента**

**4.1 Аспекты экономики**

электрический металлургический сеть оборудование

Целью оптимизации, при проектировании электрических сетей промышленных предприятий, является снижения капиталовложений, что в свою очередь отражается на эффективности использования капиталовложений в эти объекты. Экономическая эффективность капиталовложений характеризуется совокупностью таких показателей как: приведенный чистый доход, внутренний срок рентабельности, общие приведенные затраты, срок окупаемости. Для распределительных сетей, к перечисленным показателям можно отнести и некоторые другие, такие как: надежность обеспечения электроэнергией потребителей, потери напряжения, мощности и энергии, качество электрической энергии. В основе методик сравнения вариантов и критериев выбора оптимальных решений лежат перечисленные показатели.

В представленном дипломном проекте для технико-экономического сравнения вариантов применяется метод *расчетных годовых затрат (СА).* Данный метод практичен и прост, применяется в случаях, когда годовые эксплуатационные издержки не изменяются из года в год. Кроме того, метод позволяет сравнить варианты с различными сроками службы. Метод *СА* рекомендуется применять для выбора вариантов распределительных электрических сетей промышленных предприятий: выбора линий электропередач, выбора трансформаторов, выбора схемы сети низкого и среднего напряжения.

Одним из наиболее актуальных вопросов электроснабжения промышленных предприятий является выбор рационального напряжения связи с энергоснабжающей организацией, а также системы внутреннего распределения энергии, и напряжения цеховой сети. Уровень напряжения определяет параметры линий электропередачи и устанавливаемого оборудования подстанций и сетей, и как следствие, определяют размеры инвестиций, потери электроэнергии, эксплуатационные расходы и расход проводникового материала.

При выборе напряжения между двумя конкурирующими вариантами предпочтение отдается варианту с наименьшими расчетными годовыми затратами, при незначительной их разнице следует принимать вариант с более высоким уровнем напряжения, так как должен учитываться возможный перспективный рост мощности потребляемой предприятием, кроме того, реализация варианта с более низким напряжением связана со значительным расходом проводникового материала.

Вследствие того, что из года в год нагрузка предприятия не изменяется, т.е. является постоянной, применяется метод расчетных годовых затрат. Критерием оптимальности является требование минимума расчетных годовых затрат (СА → min).

Для определения оптимального варианта выполняется технико-экономический расчет. При этом, так как схемы выполнены по различным вариантам, имеющим однородную надежность, вероятностный ущерб не учитывается.

В дипломном проекте рассматривается два варианта электроснабжения предприятия по производству бытовой техники:

вариант Ι – питание предприятия осуществляется двухцепной воздушной линией напряжением 35 кВ;

Вариант ΙΙ – питание осуществляется двумя кабельными линиями напряжением 10 кВ.

Технико-экономическое сравнение вариантов схем внешнего электроснабжения осуществляется методом расчетных годовых затрат (СА). Критерием оптимальности варианта считается минимум расчетных годовых затрат (СА → min).

Расчетные годовые затраты определяются по формуле:



где - годовые затраты;

- годовая ставка на обслуживание кредита.

Годовые затраты определяются по формуле:



где - годовые затраты на обслуживание и ремонт;

- стоимость потерь электроэнергии.

Годовые затраты на обслуживание и ремонт определяются по формуле:



где - норма амортизационных отчислений на обслуживание и ремонт;

- инвестиции.

Годовая ставка на обслуживание кредита определяется по формуле:



где - суммарные инвестиции;

- банковский процент на кредит.

Банковский процент на кредит определяется по формуле:



где - коэффициент актуализации;

- нормативный срок службы;

Коэффициент актуализации равен:



где - банковский процент, ;

- процент инфляции, ;

- процент риска, .



Стоимость потерь энергии определяется по формуле:



где - суммарные потери энергии;

- время максимальных потерь;

- стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, 

Время максимума потерь определяется по формуле:



где - годовое число часов использования максимума нагрузки, (табл. 30–24 [7]);

- число часов в году, .



Суммарные инвестиции определяются по формуле



где - эффективные инвестиции в линии;

- эквивалентные инвестиции.

Эквивалентные инвестиции определяются по формуле:



где - потери мощности в линиях;

- стоимость 1 кВт установленной мощности на электростанции эталон, 

Вариант Ι – 35 кВ

Питание предприятия осуществляется двухцепной воздушной линией длиной 3 км.

Определяется расчетный ток в одной цепи линии для нормального режима:



где - расчетная мощность предприятия на стороне высшего напряжения ГПП с учетом потерь в трансформаторах ГПП;

- средне номинальное напряжение связи с системой, ;

- число цепей в линии, .



где - расчетная активная мощность предприятия на стороне высшего напряжения, ;

- реактивная мощность обеспечиваемая энергосистемой, 

;



Определяется сечение провода по экономической плотности тока, исходя из условия минимума расчетных годовых затрат (*СА ⇒ min*):



;

,

где – затраты на обслуживание и ремонт. Для воздушных линий 35 кВ  (7, табл. 3);

 – коэффициент актуализации (приложение 2 [10]), при суммарном банковском проценте и периоде исследования -;

 – стоимость 1 км линии сечением 1 мм2, ;

– удельное сопротивление алюминия, ;

- стоимость потерь электроэнергии за расчетный период:

;

;

;

.

Полученное значение округляется до ближайшего большего стандартного значения . Так как минимальное сечение для двухцепной воздушной линии, предусмотренной для питания предприятия, составляет 70 мм2, принимается провод АС-70/11 для которого . Технические характеристики провода (табл. 7 [6]): ; .

Определяется ток в одной цепи в аварийном режиме:



Определяются потери напряжения в нормальном и аварийном режимах

Потери напряжения в нормальном режиме определяются по формуле:



где - активное сопротивление линии;

- индуктивное сопротивление линии.







Потери напряжения в аварийном режиме определяются по формуле:





Определяются потери мощности в линии в нормальном режиме:



где - потери мощности на 1 км линии, (табл. П4.2 [4]);

- коэффициент загрузки линии;

- число кабельных линий, ;

- длина линии, .





Данный вариант электроснабжения предусматривает строительство ГПП на предприятии с двумя трансформаторами 35/10 кВ. Распределительное устройство 10 кВ комплектуется из 8 ячеек КРУ типа К-XXVI с выключателями ВМП и совмещается с ГПП.

Мощность трансформаторов определяется по формуле:



где - коэффициент загрузки трансформаторов, для трансформаторов ГПП ;

- число трансформаторов ГПП, .



Для установки на ГПП принимается два трансформатора типа ТМН-2500/35 (табл. П4.16. [4]). Технические данные трансформаторов:

.

Потери мощности в трансформаторах ГПП:



где - переменные потери мощности (потери в короткого замыкания);

- постоянные потери мощности (потери холостого хода).



где - мощность, на которую загружен один трансформатор.









Потери энергии в линии составляют:



Потери энергии в трансформаторах ГПП составляют:



Суммарная стоимость потерь электроэнергии:



Суммарные инвестиции определяются как:



где - инвестиции в ГПП;

- инвестиции в линию;

- эквивалентные инвестиции.



где - стоимость комплектной трансформаторной подстанции,  (табл. 83 [9]);

- стоимость одной ячейки,  (табл. 84 [9]);





где - стоимость сооружения 1 км линии. Принимается линия на железобетонных опорах для которой  (табл. П4.3 [4]).





где - потери мощности в трансформаторах и линии;





Годовые затраты на обслуживание и ремонт определяются по формуле:



где , - отчисления на обслуживание и ремонт ГПП и воздушной линии, , (табл. 3 [5]);

,- эффективнее инвестиции в трансформаторную подстанцию и линию соответственно.



Годовые затраты составляют:



Годовая ставка на обслуживание кредита определяется по формуле:



- банковский процент на кредит, при продолжительности нормативного срока службы и , (anexa 2 [5]).



Расчетные годовые затраты составляют:



**Вариант ΙΙ – 10 кВ**

Питание предприятия осуществляется двумя кабелями на напряжение 10 кВ длиной 3 км.



где - средне номинальное напряжение связи с системой, ;

- число питающих кабелей, .



Определяется сечение жил кабеля по экономической плотности тока, исходя из условия минимума расчетных годовых затрат (*СА ⇒ min*):



;

где – затраты на обслуживание и ремонт. Для кабельных линий 10 кВ  (табл. 3 [7]);

;

;

.

Полученное значение округляется до ближайшего стандартного значения . Принимается кабель ААШв 3х120 для которого  при прокладке кабеля в траншее.

Так как питание предприятия осуществляется двумя кабелями прокладываемыми в одной траншее, необходимо уточнить значение длительно допустимой токовой нагрузки.



где - коэффициент снижения токовой нагрузки при групповой прокладке кабелей, (табл. 1.3.26 [1]).



Определяется ток в одной цепи в аварийном режиме:



Технико-экономические характеристики кабеля (табл. 3.5 [4]): ; ; стоимость 1 км кабельной линии при прокладке в траншее без стоимости траншей составляет 9383 у. е. (табл. 37 [9]); стоимость строительных работ по прокладке кабелей в траншеях на 1 км составляют 480 у. е.

Определяются потери напряжения в нормальном и аварийном режимах

Потери напряжения в нормальном режиме составляют:









Потери напряжения в аварийном режиме составляют:





Определяются потери мощности в линии в нормальном режиме:



где (табл. П4.7 [4]).





Данный вариант электроснабжения предусматривает строительство на предприятии распределительного устройства 10 кВ. Принимается к установке распределительное устройство состоящее из 8 ячеек КРУ типа К-ХХVI с выключателями ВМП. Стоимость одной ячейки составляет 9240 у. е. (табл. 84 [5]).

Потери энергии в линии составляют:



Суммарная стоимость потерь электроэнергии:



Суммарные инвестиции определяются как:



где - инвестиции в линию;

- инвестицию в распределительное устройство;

- эквивалентные инвестиции.









Годовые затраты на обслуживание и ремонт составляют:



где ; - отчисления на обслуживание и ремонт кабельной линии распределительного устройства соответственно,  (табл. 3 [5]),  (табл. П25 [8]).



Годовые затраты составляют:



Годовая ставка на обслуживание кредита составляет:



где - банковский процент на кредит, при продолжительности нормативного периода функционирования  и , (приложение 2 [5]).



Расчетные годовые затраты составляют:



Результаты расчетов для обоих вариантов приведены в табл. 2.1.

Таблица 4.1. Результаты технико-экономического сравнения вариантов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Статья | Вариант Ι | Вариант ΙΙ |
| Провод | АС-70/11 | ААШв 3х120 |
| Потери напряжения, % | 0,44 | 2,8 |
| Потери мощности, кВт | 40,2 | 62,7 |
| Годовые затраты на обслуживание и ремонт, у. е. | 14,8 | 5,5 |
| Стоимость потерь электроэнергии, у. е. | 10,4 | 10,5 |
| Суммарные инвестиции, у.е. | 232,2 | 194,4 |
| Годовая ставка по возврату кредита, у. е. | 32,7 | 31,6 |
| Годовые затраты, у. е. | 25,2 | 15,9 |
| Расчетные годовые затраты, у. е. | 57,8 | 47,6 |

Ввиду незначительных преимуществ варианта предусматривающего связь предприятия с энергосистемой на напряжении 35 кВ с технической точки зрения и значительных расчетных годовых затрат по сравнению с вариантом связи предприятия с системой на напряжении 10 кВ принимается вариант ΙΙ.

* 1. **Аспекты менеджмента**
     1. **Структура управления предприятием по производству бытовой техники**

Производственно хозяйственная деятельность каждого предприятия, его права и обязанности регулируется законом о предпринимательской деятельности. Управление предприятием осуществляется в соответствии с его Уставом. Предприятие является юридическим лицом, пользуется правами и выполняет обязанности, связанные с его деятельностью. Управление предприятием осуществляется на базе определенной организационной структуры. Структура предприятия и его подразделений определяется предприятием самостоятельно. При разработке организационной структуры управления необходимо обеспечить эффективное распределение функций управления по подразделениям. При этом важно выполнение следующих условий: решение одних и также вопросов не должно находится в ведение разных подразделений; все функции управления должны входить в обязанности управляющих подразделений; на данное подразделение не должно возлагаться решение вопросов, которые эффективнее решать в другом. Структура управления может изменяться во времени в соответствии с динамикой масштабов и содержания функций управления. Между отдельными подразделениями могут быть вертикальные и горизонтальные связи. Вертикальные связи – это связи руководства и подчинения, например связь между директором предприятия и начальником цеха.

Горизонтальные связи – это связи коопераций равноправных элементов, например связи между начальниками цехов.

В основу структуры управления положена определенная система. Известны три основные системы управления производством: линейная, функциональная, смешанная.

Линейная – представляет собой схему непосредственного подчинения по всем вопросам нижестоящих подразделений вышестоящим. Эта система достаточно проста и может быть эффективна, если не велико число рассматриваемых вопросов и по ним могут быть даны решения в ближайших подразделениях. Недостатком линейной организационной структуры является то, что персонал, занятый в производстве, сбыте, распределении продукции, должен в дополнение к своим прямым обязанностям выполнять такие функции, как учет, контроль за качеством, расчетные операции, работа с кадрами.

Функциональная – система представляет собой схему подчинения нижестоящего подразделения ряду функциональных подразделений, решающих отдельные вопросы управления – технические, плановые, финансовые и т. В этом случае указания поступают более квалифицированные.

Однако подчиненные подразделения не всегда знают, как согласовать полученные указания, в какой очередности их выполнять. В чистом виде эта система используется очень редко. Она признается эффективной для фирм, которые устойчиво выпускают ограниченное число однородных продуктов.

Наиболее распространена смешанная система, в которой сочетается линейная и функциональная системы. В этом случае решения, подготовленные функциональными подразделениями, рассматриваются и утверждаются линейным руководителем, который передает их подчиненным подразделениям. При очень большом объеме разнообразных вопросов такая схема чрезвычайно усложняет работу линейного руководителя. Для ее упрощения по определенным вопросам функциональные подразделения могут непосредственно руководить нижестоящими подразделениями. Дивизиональная структура управления. Первые разработки концепции и начало внедрения дивизиональных структур управления относятся к 20-м гг., а пик их промышленного использования приходится на 60–70-е гг. Необходимость новых подходов к организации управления была вызвана резким увеличением размеров предприятий, диверсификацией их деятельности и усложнением технологических процессов в условиях динамично меняющейся внешней среды. Первыми перестройку структуры по этой модели начали крупнейшие организации, которые в рамках своих гигантских предприятий (корпораций) стали создавать производственные отделения, предоставляя им определенную самостоятельность в осуществлении оперативной деятельности. В то же время администрация оставляла за собой право жесткого контроля по общекорпоративным вопросам стратегии развития, научно-исследовательских разработок, инвестиций. Поэтому данный тип структуры нередко характеризуют как сочетание централизованной координации с нецентрализованным управлением (децентрализация при) сохранении координации и контроля). Ключевыми фигурами в управлении организациями с дивизиональной структурой становятся не руководители функциональных подразделений, а управляющие (менеджеры), возглавляющие производственные отделения. Структуризация организации по отделениям производится обычно по одному из трех критериев; по выпускаемой продукции или предоставляемым услугам (продуктовая специализация), по ориентации на потребителя (потребительская специализация), по обслуживаемым территориям (региональная специализация).

Организация подразделений по продуктовому принципу является одной из первых форм дивизиональной структуры, и в настоящее время большинство крупнейших производителей потребительских товаров с диверсифицированной продукцией используют продуктовую структуру организации. При использовании дивизионально-продуктовой структуры управления создаются отделения по основным продуктам. Руководство производством и сбытом какого-либо продукта (услуги) передаются одному лицу, которое является ответственным за данный тип продукции. Руководители вспомогательных служб подчиняются ему.

Матричная структура представляет собой решетчатую организацию, построенную на принципе двойного подчинения исполнителей: с одной стороны, непосредственному руководителю функциональной службы, которая предоставляет персонал и техническую помощь руководителю проекта, с другой – руководителю проекта (целевой программы), который наделен необходимыми полномочиями для осуществления процесса управления в соответствии с запланированными сроками, ресурсами и качеством. При такой организации руководитель проекта взаимодействует с двумя группами подчиненных: с постоянными членами проектной группы и с другими работниками функциональных отделов, которые подчиняются ему временно и по ограниченному кругу вопросов. При этом сохраняется их подчинение непосредственным руководителям подразделений, отделов, служб.

Руководитель проекта контролирует работу всех отделов над данным проектом, руководители функциональных отделов – работу своего отдела (и его подразделений) над всеми проектами. Матричная структура представляет собой попытку использовать преимущества как функционального, так и проектного принципа построения организации и по возможности избежать их недостатков.

Матричная структура управления позволяет достичь определенной гибкости, которая никогда не присутствует в функциональных структурах, поскольку в них все сотрудники закреплены за определенными функциональными отделами. В матричных структурах можно гибко перераспределять кадры в зависимости от конкретных потребностей каждого проекта. Среди недостатков матричной организации обычно подчеркивается сложность, а иногда и непонятность ее структуры. Haложение вертикальных и горизонтальных полномочий подрывает принцип единоначалия, что часто приводит к конфликтам и к трудностям в принятии решений. При использовании матричной структуры наблюдается более сильная, чем в традиционных структурах, зависимость успеха отличных взаимоотношений между сотрудниками. Несмотря на все эти сложности, матричная организация используется во многих отраслях промышленности, особенно в нaукоемких производствах (например, в производстве электронной техники), а также и в некоторых организациях непроизводственной сферы.

Многосторонность содержания структур управления предопределяет множественность принципов их формирования. Прежде всего, структура должна отражать цели и задачи организации, а, следовательно, быть подчиненной производству и меняться вместе с происходящими в нем изменениями. Она должна отражать функциональное разделение труда и объем полномочий работников управления; последние определяются политикой, процедурами, правками и должностными инструкциями и расширяются, как правило, в направлении более высоких уровней управления. Полномочия руководителя любого уровня ограничиваются не только внутренними факторами, но и факторами внешней среды, уровнем культуры и ценностными ориентациями общества, принятыми в нем традициями и нормами. Другими словами, структура управления должна соответствовать социально-культурной среде, и при ее построении надо учитывать условия, в которых ей предстоит функционировать. Практически это означает, что попытки слепо копировать структуры управления, действующие успешно в других организациях, обречены на провал, если условия работы различны. Немаловажное значение имеет также реализация принципа соответствия между функциями и полномочиями, с одной стороны, и квалификацией и уровнем культуры – с другой. Любую перестройку структуры управления необходимо оценивать, прежде всего, с точки зрения достижения поставленных перед ней целей. В условиях нормально развивающейся (не кризисной) экономики реорганизация направлена чаще всего на то, чтобы путем совершенствования системы управления повысить эффективность работы организации, при этом главными факторами улучшения являются рост производительности труда, ускорение технического развития, кооперация в принятии и реализации управленческих решений и т.д. В кризисный период изменения в структурах управления направлены на создание условий для выживания организации за счет более рационального использования ресурсов, снижения затрат и более гибкого приспособления к требованиям внешней среды. В целом рациональная организационная структура управления предприятием должна отвечать следующим требованиям: обладать функциональной пригодностью, гарантировать надежность и обеспечивать управление на всех уровнях; быть оперативной, не отставать от хода производственного процесса; иметь минимальное количество уровней управления и рациональные связи между органами управления; быть экономичной, минимизировать затраты на выполнение управленческих функций.

Рациональная структура управления определяется типом предприятия, его масштабом и характеристиками. На предприятиях могут быть использованы безцеховая, цеховая, корпусная или смешанная структуры управления.

Наиболее простой структурой является безцеховая, при которой производство делится на участки, возглавляемые мастерами. Мастера могут непосредственно подчиняться руководителю предприятия либо старшему мастеру, который подчиняется руководителю предприятия. Эта структура может оказаться целесообразной на мелких и средних промышленных предприятиях.

Основным производственным звеном крупного промышленного предприятия является цех. При цеховой структуре управления руководителю предприятия подчиняются начальники цехов. Начальнику цеха подчиняются начальники участков, либо старшие мастера, либо мастера. Старшему мастеру подчиняются мастера. Начальнику участка подчиняются старшие мастера, которым в свою очередь подчиняются мастера. На особо крупных предприятиях может использоваться корпусная структура. В этом случае предприятие подразделяется на корпуса, корпуса делятся на цеха, а цеха – на участки.

На предприятиях могут применяться и смешанные структуры управления. Например, на предприятиях со структурой могут быть отдельные цеха, а на предприятиях с цеховой структурой – участки, подчиненные непосредственно руководству предприятия.

Экспертным путем установлено, что возможно три варианта количественного состава сотрудников, подчиненные одному руководителю: пять – семь человек, если подчиненные выполняют различные функции, восемь – двадцать человек, если подчиненные выполняют сходные функции, двадцать один – пятьдесят человек, если подчиненные выполняют одинаковые функции. Управление предприятием в современных условиях должно осуществляться на основе сочетания принципов самоуправления трудового коллектива и прав собственника на использование своего имущества. Собственник может реализовать свои права по управлению предприятием непосредственно или через уполномоченный им орган. Таким органом в соответствии с Уставом предприятия может служить совет или правление предприятия. Совет предприятия состоит из равного числа представителей, назначаемых собственником имущества предприятия и избираемых трудовым коллективом. Численность совета предприятия и срок его полномочий определяются уставом предприятия. Заседание совета проводит председатель, который избирается из числа членов совета открытым или тайным голосованием. Совет предприятия вырабатывает общее направление экономического и социального развития предприятия, устанавливает порядок распределения чистой прибыли, принимает решение о выпуске ценных бумаг по представлению руководителя предприятия, о покупке ценных бумаг других предприятий, решает вопросы создания и прекращения деятельности филиалов, дочерних предприятий и других обособленных подразделений. На совете предприятия решаются вопросы входа и выхода в ассоциации и объединения, устанавливается направление внешнеэкономической деятельности, рассматриваются и разрешаются конфликтные ситуации, возникающие между администрацией и трудовым коллективом предприятия, а также другие хозяйственно – экономические вопросы, предусмотренные уставом предприятия. Совет предприятия на своих заседаниях рассматривает и решает вопросы, отнесенные к его компетенции, однако в оперативно-распорядительную деятельность администрации деятельность совета не допускается. Все вопросы оперативной деятельности предприятия решают руководитель предприятия и назначенные им заместители, руководители подразделений аппарата управления, цехов, отделов, участков и т.д., а также мастера. Назначение руководителя предприятия является правом собственника имущества предприятия и реализуется им либо непосредственно, либо через совет предприятия. При назначении руководителя на должность с ним заключается контракт, в котором определяются права, обязанности и ответственность руководителя, условия его материального обеспечения и возможного освобождения от должности с учетом определенных гарантий.

Решения по социально-экономическим вопросам деятельности предприятия вырабатываются и принимаются органами управления с участием трудового коллектива на общем собрании или конференции. На общем собрании трудового коллектива рассматриваются вопросы о необходимости заключения коллективного договора с администрацией и его содержания, вопросы о выкупе имущества предприятия, предоставляются полномочия профсоюзному комитету или другому органу действовать от имени трудового коллектива. Коллективным договором регулируются производственные и трудовые отношения на предприятии, вопросы охраны труда, социального развития коллектива, здоровья его членов. На общем собрании трудового коллектива избираются (или отзываются) представители в совет предприятия, заслушиваются отчеты об их деятельности. По решению общего собрания может быть образован совет трудового коллектива и определенны его функции. Там, где собственником является трудовой коллектив, как, например, на арендном предприятии, можно было бы ограничится одним советом, который совмещал бы функции как совета предприятия, так и совета трудового коллектива.

Аппарат управления предприятием должен быть построен таким образом, что бы обеспечить в техническом, экономическом и организационном отношениях взаимосвязанное единство всех частей предприятия, наилучшим образом использовать трудовые и материальные ресурсы.

Предприятие возглавляет **директор**, который организует всю работу предприятия и несет полную ответственность за его состояние и деятельность перед государством и трудовым коллективом. Директор представляет предприятие во всех учреждениях и организациях, распоряжается имуществом предприятия, заключает договора, издает приказы по предприятию, в соответствии с трудовым законодательством принимает и увольняет работников, применяет меры поощрения и налагает взыскания на работников предприятия, открывает в банках счета предприятия.

**Главный инженер** руководит работой технических служб предприятия, несет ответственность за выполнение плана, выпуск высококачественной продукции, использование новейшей техники и технологии. Главный инженер возглавляет производственно – технический совет предприятия, являющийся совещательным органом. Ему подчиняются отделы: технический, главного механика, главного энергетика, производственно диспетчерский, технического контроля, техники безопасности и т.д.

В задачи **технического отдела** входят вопросы совершенствования выпускаемой продукции, разработки новых видов продукции, внедрение в производство новейших достижений науки и техники, механизации и автоматизации производственных процессов, соблюдение установленной технологии и др.

**Отдел Главного энергетика** вместе с подчиненными ему подразделениями обеспечивает бесперебойное снабжение предприятия электроэнергией, теплотой, сжатым воздухом, водой, кислородом и другим. Проводит планирование и осуществляет ремонт энергетического оборудования, разрабатывает и осуществляет мероприятия по реконструкции, техническому перевооружению и перспективному развитию энергетического хозяйства предприятия, проводит нормирование расходов электроэнергии, теплоты, топлива, сжатого воздуха и др., а также мероприятия по их экономии, использование вторичных энергоресурсов, организует хозрасчет в энергетических цехах, разрабатывает технические и организационные мероприятия по повышению надежности и увеличения срока службы энергетического оборудования, проводит работы по оптимизации режимов использования энергетического оборудования в энергетических и производственных цехах, разрабатывает мероприятия по борьбе с загрязнением воздушного бассейна и по очистке промышленных сточных вод от систем энергоснабжения, проводит работы по научной организации труда в энергетических цехах и совершенствованию учета, расчету потребностей и составления энергобалансов, анализу, учету и представлению отчетности, проводит инструктаж и обучение персонала, осуществляет производственные связи с другими подразделениями предприятия и районными энергоснабжающими организациями.

Применение коллективной ответственности приводит к существенному снижению потерь рабочего времени, текучести кадров.

**Литература**

1. Правила устройства электроустановок. – М: Энергоатомиздат, 1985.
2. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. Т.2 Под общей ред. А.А. Федорова. М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М:, Энергия, 1989, 608 с.
4. А.А. Федоров, Л.Е. Старкова. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. V. Arion, S. Codreanu. Bazele calcului tehnico-economic al sistemelor de transport şi distribuţie a energiei electrice, Chişinău, 1998
6. Петренко Л.И. Электрические сети: Сборник задач. Киев: Высшая школа, 1986.
7. Электротехнический справочник. Т. 2. Под общей ред. П.Г. Грудинского и др. Изд. 5-е, испр. М.: Энергия, 1975.
8. А.А. Федоров, В.В. Каменева. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1979.
9. V. Arion, S. Codreanu. Costurile instalaţiilor electroenergetice, Chişinău, 2002.
10. Ion Romanciuc. Alimentarea cu energie electrică a întreprinderilor. Îndrumar de proiectare. Chişinău U.T.M., 1999.
11. Г.Р. Грейнер, Ю.Я. Киселев, И.В. Романчук. Справочный материал для курсового и дипломного проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий, Кишинев, 1987.
12. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. Учебник для электротехнических и энергетических вузов и факультетов, М.: Энергия, 1970.
13. Станчу Ф.П. Автоматика и релейная защита энергетических установок, Кишинев 2003.
14. Б.Ю. Липкин Электроснабжение промышленных предприятий и установок, – М: Высшая школа, 1990.
15. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – 3-е изд., перераб. и доп., Л.: Энергоатомиздат, 1985.
16. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций, – М:, Энергоатомиздат, 1987, 648 с.
17. Справочник по проектированию электроснабжения. Под ред. Ю.Г. Барыбина и др., – М.: Энергоатомиздат, 1990.
18. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122–87/ Минэнерго СССР, – М.: Энергоатомиздат, 1989.