**Введение**

В настоящее время нельзя представить себе жизнь и деятельность современного человека без применения электричества. Основное достоинство электрической энергии - относительная простота производства, передачи, дробления, преобразования.

Системой электроснабжения (СЭС) называют совокупность устройств для производства, передачи и распределения электроэнергии. СЭС промышленных предприятий создаются для обеспечения питания электроэнергией промышленных приемников, к которым относятся электродвигатели различных машин и механизмов, электрические печи, электролизные установки, аппараты и машины для электрической сварки, осветительные установки и др.

Задача электроснабжения промышленного предприятия возникла одновременно с широким внедрением электропривода в качестве движущей силы различных машин и механизмов и строительством электростанций. По мере развития электропотребления усложняются и системы электроснабжения промышленных предприятий. В них включаются сети высоких напряжений, распределительные сети, а в ряде случаев и сети промышленных ТЭЦ. Электрические сети промышленных предприятий в сочетании с источниками и потребителями электроэнергии становятся заводскими электрическими системами, устройство и развитие которых, как подсистем, следует рассматривать в единой связи с развитием всей энергетической системы в целом.

Промышленные предприятия являются основными потребителями электроэнергии, так как расходуют до 67% всей вырабатываемой в нашей стране электроэнергии.

Система электроснабжения промышленных предприятий, состоящая из сетей напряжением до 1 кВ и выше, трансформаторных и преобразовательных подстанций, служит для обеспечения требований производства путем подачи электроэнергии от источника питания к месту потребления в необходимом количестве и соответствующего качества в виде переменного тока, однофазного или трехфазного, при различных частотах и напряжениях, и постоянного тока.

СЭС промышленного предприятия является подсистемой энергосистемы, обеспечивающей комплексное электроснабжение промышленных, транспортных, коммунальных и сельскохозяйственных потребителей данного района. Энергосистема в свою очередь рассматривается как подсистема ЕЭС страны. Система электроснабжения предприятия является подсистемой технологической системы производства данного предприятия, которая предъявляет определенные требования к электроснабжению.

Стоимость электроэнергии, например в машиностроении, составляет только 2-3% себестоимости продукции, в энергоемких отраслях, таких как электролиз, электрометаллургия и др., - 20-35% себестоимости продукции. Перерывы в электроснабжении могут привести к значительным ущербам для народного хозяйства, а в некоторых случаях к авариям, связанным с человеческими жертвами и выходом из строя дорогостоящего оборудования.

Стоимость электрической части промышленного предприятий составляет в среднем 7% общей суммы капиталовложений в промышленность.

Каждое промышленное предприятие находиться в состоянии непрерывного развития: вводятся новые производственные площади, повышается использование существующего оборудования или старое оборудование заменяется новым, более производительным и мощным, изменяется технология и т.д. СЭС промышленного предприятия (от ввода до конечных приемников электроэнергии) должна быть гибкой, допускать постоянное развитие технологий, рост мощности предприятия и изменение производственных условий. Это отличает систему распределения электроэнергии на предприятиях от районных энергосистем, где процесс развития также имеет место, однако места потребления электроэнергии и формы её передачи более стабильны.

Для современных предприятий, особенно машиностроительных, характерна динамичность технологического процесса, связанная с непрерывным введением новых методов обработки, нового оборудования, переналадки его, а также непрерывного изменения и усовершенствования самой модели изделия. Поэтому следует стремиться к созданию предприятия, обладающего достаточной гибкостью, которая позволяет с наименьшими потерями осуществить перестройку производства при изменении программы или модернизации выпускаемых изделий, внедрении новейших технологических процессов и современного оборудования, а также при автоматизации производства.

Опыт строительства и освоения новых предприятий, показал, что не только планировка, но и конструкция зданий должна удовлетворять условиям гибкости технологического процесса; требуется, чтобы здания и подсобные помещения позволяли расширить производство без его перерыва, а переход от освоения одного изделия к освоению нового не требовал капитального переустройства. Требования гибкости предъявляются к строительной части предприятий, к технологическому и вспомогательному оборудованию, к системам электроснабжения, водоснабжения и т.д.

Как для создания высококачественного электропривода требуется совместная работа электрика и технолога-конструктора приводимой машины, так и для создания надлежащей СЭС предприятия требуется тщательная совместная работа проектировщиков-технологов, электриков и строителей. Тщательное изучение условий производства позволяет электрику при проектировании избежать перерасхода дефицитных электрооборудования и электроматериалов, а также обеспечить надежное экономичное электроснабжение, отвечающее условиям данного производства.

Основные задачи, решаемые при исследовании, проектировании, проектировании и эксплуатации СЭС промышленных предприятий, заключаются в оптимизации параметров этих систем путем правильного выбора напряжений, определении электрических нагрузок и требований к бесперебойности электроснабжения; рационального выбора числа и мощности трансформаторов, преобразователей тока и частоты, конструкций промышленных сетей, устройств компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения, средств симметрирования нагрузок и подавления высших гармоник в сетях путем правильного построения схемы электроснабжения. Все эти задачи непрерывно усложняются вследствие роста мощностей электроприемников, появления новых видов использования электроэнергии, новых технологических процессов и т.д.

**1 Общая характеристика проектируемого цеха**

**Краткая характеристика производства и потребителей ЭЭ**

Цех металлорежущих станков (ЦМС) предназначен для серийного производства деталей по заказу.

ЦМС предусматривает наличие производственных, служебных, вспомогательных и бытовых помещений. Металлорежущие станки различного назначения размещены в станочном, заточном и резьбошлифовальном отделениях.

Транспортные операции выполняются кран-балкой и наземными электротележками.

Цех получает ЭСН от собственной цеховой трансформаторной подстанции (ТП), расположенной на расстоянии 1,3 км от ГПП завода. Подводимое напряжение – 10 или 35 кВ. ГПП подключена к энергосистеме (ЭНС), расположенной на расстоянии 15 км.

Потребители ЭЭ относятся к 2 и 3 категории надежности электроснабжения.

Количество рабочих смен – 3.

Грунт в районе цеха – глина при температуре +5°С.

Каркас здания сооружен из блоков-секций, длиной 6 и 8 м каждый.

Размеры цеха АхВхН = 50х30х8 м.

Все помещения, кроме станочного отделения, двухэтажные высотой 3,6 м.

Перечень ЭО цеха металлорежущих станков дан в таблице 1.

Мощность электропотребления (*P*эп) указана для одного электроприёмника.

Расположение основного ЭО показано на плане (рис. 1).

**Таблица 1.Перечень ЭО цеха металлорежущих станков**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | № на плане | Наименование ЭО | *P*эп, кВт | Примечание |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1, 11, 40 | Электропривод раздвижных ворот | 4,5 | 1-фазные  ПВ = 25% |
| 2 | 2…4 | Универсальные заточные станки | 2,8 |  |
| 3 | 5, 10 | Заточные станки для червячных фрез | 8,2 |  |
| 4 | 6, 7 | Резьбошлифовальные станки | 6,4 |  |
| 5 | 8, 9 | Заточные станки для фрезерных головок | 4,2 |  |
| 6 | 12, 13,  17…19 | Круглошлифовальные станки | 10 |  |
| 7 | 14…16 | Токарные станки | 7,8 |  |
| 8 | 20…22 | Вентиляторы | 5 |  |
| 9 | 23, 24, 29,  30,36,37 | Плоскошлифовальные станки | 18,5 |  |
| 10 | 25…28,  34,35 | Внутришлифовальные станки | 12 |  |
| 11 | 31 | Кран-балка | 15 | ПВ = 40% |
| 12 | 32, 33, 38, 39 | Заточные станки | 3,2 |  |

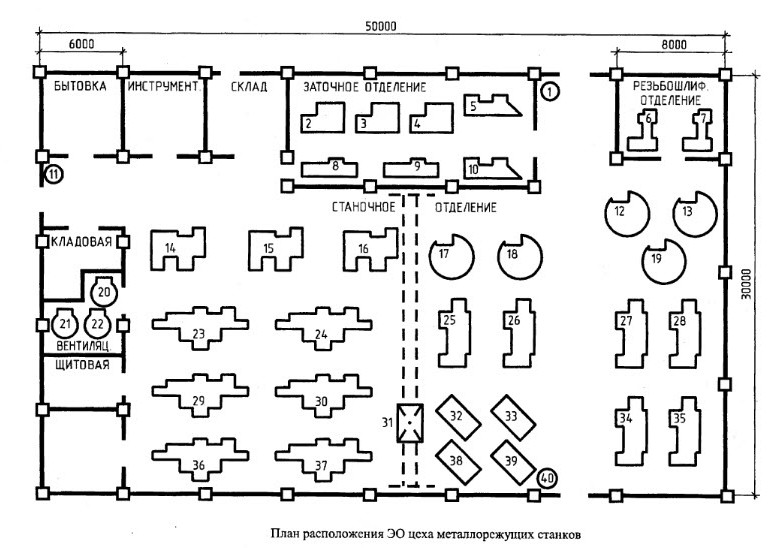


Рис.1План расположения ЭО цеха металлорежущих станков

**2 Расчет электрической нагрузки цеха**

В этом разделе рассматриваются методы определения электрических нагрузок, осуществляется расчет силовых нагрузок и составляется сводная ведомость.

Создание каждого промышленного объекта начинается с его проектирования и определения ожидаемых (расчетных) нагрузок.

При определении расчетных электрических нагрузок пользуемся методом коэффициента максимума.

2.1Определяем номинальную мощность электроприёмников

Электропривод раздвижных ворот

(2.1)

Кран-балка

(2.2)

Номинальная мощность электроприёмников будет равна их мощности

(2.3)

* 1. Определяем суммарную мощность электроприёмников

(2.4)

* 1. Определяем модуль сборки

(2.5)

* 1. Определяем значения: kи, cosφ [Л1, стр. 52-53, 2,11; 2,12], tg.



* 1. Определяем среднесменную активную мощность

(2.6)



* 1. Определяем среднесменную активную мощность

(2.7)



* 1. Определяем количество электроприёмников

(2.8)

* 1. Определяем общие значения PΣном, Pсм и Qсм

(2.9)



(2.10)

(2.11)

* 1. Определяем эффективное число электроприёмников [Л1, стр. 57; таб. 2.14]

(2.12)



(2.13)



(2.14)



* 1. Определяем коэффициент максимума [Л1, стр. 54, табл. 2,13]



* 1. Определяем значение максимальной активной, реактивной и полной мощностей

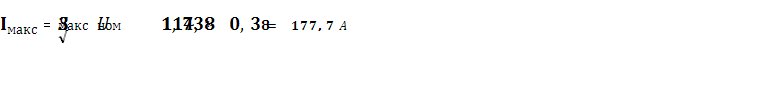
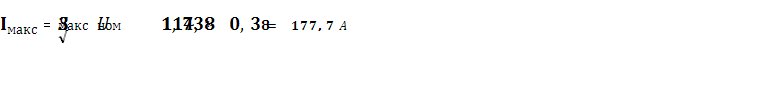
(2.15)

(2.16)

(2.17)

2.12 Определяем максимальный ток

(2.18)



Результаты расчётов сводим в таблицу 2

1. **Расчет электроосвещения цеха**

Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность трудовой деятельности человека, предупреждающих травматизм и профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность и производительность труда. Освещение на рабочем месте должно быть таким, чтобы работник мог без напряжения зрения выполнять свою работу. Утомляемость органов зрения зависит от ряда причин:

1. недостаточность освещенности;
2. чрезмерная освещенность;
3. неправильное направление света.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности. В цехе используются дуговые ртутные лампы (ДРЛ).

* 1. Определяем площадь цеха

(3.1)



* 1. Определяем активную мощность освещения

(3.2)

* 1. Определяем реактивную мощность освещения

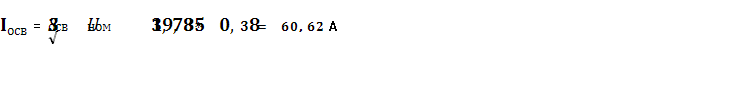
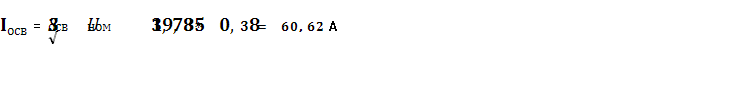
(3.3)

* 1. Определяем полную мощность освещения

(3.4)

* 1. Определяем ток освещения

(3.5)



* 1. Определяем активную мощность подстанции

(3.6)

* 1. Определяем реактивную мощность подстанции

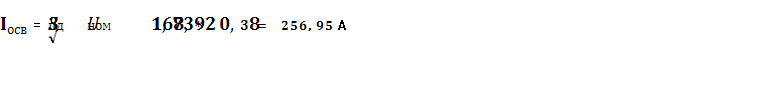
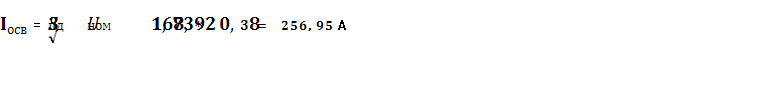
(3.7)

* 1. Определяем полную мощность подстанции

(3.8)

* 1. Определяем ток подстанции

(3.9)



Результаты расчётов сводим в таблицу 2

1. **Выбор трансформатора на подстанции**

Трансформаторные цеховые подстанции являются основным звеном системы электроснабжения и предназначены для питания одного или нескольких цехов.

Одно-трансформаторные цеховые подстанции применяются при питании нагрузок, допускающих перерыв электроснабжения на время доставки «складного» резерва или при резервировании, осуществляемом по перемычкам на вторичном напряжении

Выбор числа и мощности трансформаторов обусловлен величиной и характером нагрузки, с учетом его перегрузочной способности, которая должна составлять 40% от мощности трансформатора.

4.1 Определяем минимальную мощность цехового трансформатора

(4.1)

4.2 Определяем максимальную мощность цехового трансформатора

(4.2)

Принимаем к установке трансформатор типа ТМ-160

Таблица 3. Данные трансформатора ТМ-160

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Данные трансформатора** | | |
| **Название** | **Обозначение** | **Значение** |
| Мощность | Sнт, кВА | 160 |
| Напряжение | U, кВ | 10/0,4 |
| Потери холостого хода | Pхх, кВт | 0,51 |
| Потери короткого замыкания | Pкз, кВт | 2,65 |
| Напряжение короткого замыкания | Uкз, % | 4,5 |
| Ток холостого хода | Iхх, % | 2,4 |
| Схема | У/Ун-0 | |

4.3 Определяем реактивную мощность которую может пропустить через себя трансформатор при максимальном напряжении

(4.3)

4.4 Определяем реактивную мощность которую можно скомпенсировать

(4.4)

Принимаем к установке конденсатор типа УК-0,38-110, номинальной

мощностью 110 кВАр

4.5 Определяем реактивную мощность

(4.5)

4.6 Определяем потери трансформатора

(4.6)

(4.7)



(4.8)



4.7 Определяем активную мощность трансформаторной подстанции с учётом потерь

(4.9)

4.8 Определяем реактивную мощность трансформаторной подстанции с учётом потерь

(4.10)



4.9 Определяем полную мощность трансформаторной подстанции с учётом потерь

(4.11)



**5 Компенсация реактивной мощности и выбор компенсирующего устройства**

Компенсация реактивной мощности или повышение коэффициента мощности электроустановок промышленных предприятий имеет большое народнохозяйственное значение и является частью общей проблемы повышения КПД работы систем электроснабжения и улучшения качества отпускаемой потребителю электроэнергии.

Передача значительного количества реактивной мощности из энергосистемы к потребителям вызывает возникновение дополнительных потерь активной мощности и энергии во всех элементах системы электроснабжения.

Затраты, обусловленные этой передачей, можно уменьшить или даже устранить, если устранить влияние реактивной мощности в сетях низкого напряжения.

Компенсация реактивной мощности с одновременным улучшением качества электроэнергии непосредственно в сетях промышленных предприятий является одним из основных направлений сокращения потерь электроэнергии и повышения эффективности электроустановок предприятия.

Для компенсации реактивной мощности применяются специальные, компенсирующие устройства, являются источниками реактивной энергии емкостного характера.

Мощность КУ (компенсирующие устройства) определил в ходе выбора трансформатора к подстанции и принял к установке конденсатор типа

УК-0,38-110, номинальной мощностью 110 кВАр.

**6 Выбор и описание схемы электроснабжения**

Цеховые сети делят на питающие, которые отходят от источника питания (подстанции), и распределительные, к которым присоединяются Электроприемники.

Внутрицеховое распределение электроэнергии может выполняться по трем схемам:

- радиальной;

- магистральной;

- смешанной.

Выбор определяется категорией надежности потребителей, их территориальным размещением, особенностями режимов работы и технико-экономическими показателями системы.

Цеховые сети распределения электроэнергии должны:

- Обеспечивать необходимую надежность электроснабжения приемников электроэнергии в зависимости от их категории;

- Быть удобными и безопасными в эксплуатации;

- Иметь конструктивное исполнение, обеспечивающее применение индустриальных и скоростных методов монтажа.

Магистральная схема используется на большие токи (до 6300А), может подключаться непосредственно к трансформатору без распределительного устройства на стороне низшего напряжения, и выполняются с равномерным распределением электроэнергии к отдельным потребителям. Магистральные схемы обладают универсальностью, гибкостью (позволяют заменить технологическое оборудование без изменения электрической сети).

Радиальная схема электроснабжения представляет собой совокупность линий цеховой электрической сети, отходящих от распределительных устройств низшего напряжения трансформаторной подстанции и предназначенных для питания небольших групп приемников электроэнергии, расположенных в различных местах цеха. Распределение электроэнергии к отдельным потребителям при радиальных схемах осуществляется самостоятельными линиями от силовых пунктов, располагаемых в центре электрических нагрузок данной группы потребителей. Достоинством радиальных схем является высокая надежность питания и возможность применения автоматики.

Однако радиальные схемы требуют больших затрат на установку распределительных центров, проводку кабеля и проводов.

В проектируемой работе для электроснабжения цеха металлорежущих станков на основе анализа источников литературы выбрана У/Ун-0 схема, представленная на листе формата А4.

**7 Расчёт токов короткого замыкания**

Расчет токов К.З. необходим для выбора и проверки коммутационных аппаратов по отключающей способности, на динамическую и термическую стойкость, на стойкость к токам К.З. кабельных линий и измерительных трансформаторов, для расчета токов срабатывания и коэффициентов чувствительности релейной защиты.

Для расчётов тока КЗ методом относительных единиц составляется расчётная схема – упрощённая однолинейная схема электроустановки, в которой учитывают все источники питания (генераторы, синхронные компенсаторы, энергосистемы), трансформаторы, воздушные и кабельные линии, реакторы.

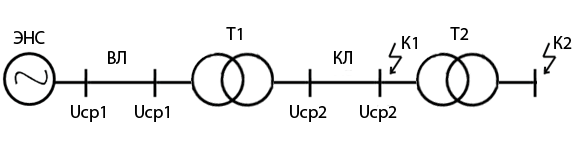
Ток КЗ для токоведущих частей и аппаратов рассчитывается при нормальном режиме работы электроустановки: параллельное включение всех источников, параллельная или раздельная работа трансформаторов и линий. Параллельная или раздельная работа зависит от режима работы секционного выключателя на подстанциях.

По расчётной схеме составляется схема замещения, в которой указывается сопротивления всех элементов и намечаются точки для расчёта токов КЗ. Генераторы, трансформаторы большой мощности, воздушные линии обычно представляются в схеме замещения их индуктивными сопротивлениями, так как активные сопротивления во много раз меньше индуктивных. Кабельные линии 6-10 кВ, трансформаторы мощностью 1600 кВ\*А и менее в схеме замещения представляются индуктивными и активными сопротивлениями.

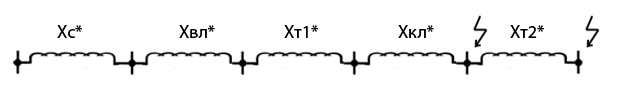
Все сопротивления подсчитывают в именованных или относительных единицах. Способ подсчёта сопротивлений на результаты расчётов токов КЗ не влияет.

Так же для расчёта необходимо задаться базовыми величинами.

6.1 Составляем расчётную схему



6.2 Составляем схему замещения



6.3 Задаёмся базовыми значениями

Sбаз = 100 мВА

Uбаз = Uср = 10,5 кВ

Uср ВЛ = 37 кВ

Uср КЛ = 10,5 кВ

Iоткл. спос. = 20 кА

На ГПП устанавливаем трансформатор типа ТМН – 4000/35 (Т1)

uк.з. = 7,5 %

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Данные трансформатора Т2** | | |
| **Название** | **Обозначение** | **Значение** |
| Мощность | Sнт, кВА | 160 |
| Напряжение | U, кВ | 10/0,4 |
| Потери холостого хода | Pхх, кВт | 0,51 |
| Потери короткого замыкания | Pкз, кВт | 2,65 |
| Напряжение короткого замыкания | Uкз, % | 4,5 |
| Ток холостого хода | Iхх, % | 2,4 |
| Схема | У/Ун-0 | |

6.4 Определяем сопротивления элементов цепи.

6.4.1 Определяем сопротивление энергосистемы

(7.1)

6.4.2 Определяем сопротивление воздушной линии

(7.2)

6.4.3 Определяем сопротивление трансформатора Т1

(7.3)

6.4.4 Определяем сопротивление кабельной линии

(7.4)

6.4.5 Определяем сопротивление трансформатора Т2

(7.5)

6.4.6 Определяем эквивалентное сопротивление электрической цепи

(7.6)



(7.7)



6.5 Определяем значение базового тока

(7.8)



6.6 Определяем значение тока короткого замыкания

(7.9)



(7.10)



6.7 Определяем ударный ток. (Л2. стр. 359; табл. 7,1)

(7.11)



(7.12)



**8 Расчёт и выбор шинопроводов и проводников в электрических сетях напряжением 380 В**

Распределительные шинопроводы ШРА предназначены для передачи и распределения электроэнергии напряжением 380/220кВ, кроме того, имеется возможность непосредственного присоединения к ним электроприемников в системах с глухозаземленной нейтралью. Распределительные шинопроводы прокладываются аналогично магистральным.

Каждый приемник электрической энергии запитывается кабелем от РП отделения. Примем к прокладке кабели марки АВВГ. Выбор такой марки кабеля обуславливается низкой коррозийной активностью среды, защищенностью кабеля от внешних воздействий и повреждений.

На промышленных предприятиях в связи с увеличением их мощности и ростом плотности электрических нагрузок появилась необходимость передавать токи до 5000 А и более. В этих случаях целесообразно применять специальные мощные шинопроводы, которые имеют преимущества перед линиями, выполненными из большого числа параллельно проложенных кабельных линий. Преимущества эти следующие: большая надежность, возможность индустриализации монтажных работ, а также доступность наблюдения и осмотра шинопроводов в процессе эксплуатации.

Для удобства эксплуатации, надежности электроснабжения и экономическим показателям примем следующую схему монтажа шинопровода.

8.1 Выбираем шинопровод по максимальному току [Л3; стр.49-50 ]

8.1.1 Определяем максимальный ток

(8.1)

Принимаю шинопровод марки ШРА-73.

Таблица 4. Данные шинопровода ШРА-73

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Данные шинопровода** | | |
| **Название** | **Обозначение** | **Значение** |
| Номинальный ток | Iном, А | 400 |
| Номинальное напряжение | Uном, кВ | 380/220 |
| Активное сопротивление на фазу | Rакт, Ом/км | 0,13 |
| Реактивное сопротивление на фазу | Rреакт, Ом/км | 0,10 |
| Размер шинопровода на фазу | S, мм | 50х5 |

8.2 Выбор провода для потребителей [Л1; стр.42; табл.2,7]

8.2.1 Определяем номинальный ток

(8.2)

Результаты расчётов сводим в таблицу 5

Таблица 5. Выбор провода

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование  оборудования | Iном,  А | Iдл.доп.  А | S  мм2 | Тип  провода |
| 1 | Электропривод раздвижных ворот | 24,19 | 27 | 5,0 | АПВ |
| 2 | Универсальные заточные станки | 12,55 | 19 | 2,5 | АПВ |
| 3 | Заточные станки для червячных фрез | 24,47 | 27 | 5,0 | АПВ |
| 4 | Резьбошлифовальные станки | 22,93 | 23 | 4,0 | АПВ |
| 5 | Заточные станки для фрезерных головок | 12,53 | 19 | 2,5 | АПВ |
| 6 | Круглошлифовальные станки | 35,84 | 37 | 8,0 | АПВ |
| 7 | Токарные станки | 23,28 | 27 | 5,0 | АПВ |
| 8 | Вентиляторы | 11,18 | 19 | 2,5 | АПВ |
| 9 | Плоскошлифовальные станки | 66,3 | 70 | 25 | АПВ |
| 10 | Внутришлифовальные станки | 43,01 | 55 | 16 | АПВ |
| 11 | Кран-балка | 32,25 | 37 | 8,0 | АПВ |
| 12 | Заточные станки | 14,34 | 19 | 2,5 | АПВ |

**9 Выбор защитной аппаратуры в сетях 380 В**

Автоматические выключатели (автоматы), не обладая недостатками предохранителей, обеспечивают быструю и надежную защиту проводов и кабелей сетей как от токов перегрузки, так и от токов короткого замыкания. Кроме того они используются для управления при нечастых включениях и отключениях. Таким образом автоматические выключатели совмещают в себе функции защиты и управления.

Для выполнения защитных функций автоматы снабжаются либо только тепловыми, либо только электромагнитными расцепителями, либо комбинированными (тепловыми и электромагнитными). Тепловые расцепители осуществляют защиту от токов перегрузки, электромагнитные – от токов короткого замыкания.

Действие тепловых расцепителей автоматов основано на использовании нагрева биметаллической пластинки, изготовленной из спая двух металлов с различными коэффициентами теплового расширения. В расцепители при токе, превышающем тот, на который они выбраны, одна из пластин нагревается больше, и вследствие большего её удлинения воздействует на отключающий пружинный механизм. В результате чего коммутирующее устройство аппарата размыкается.

Тепловой расцепитель автомата не защищает питающую линию или асинхронный двигатель от токов короткого замыкания. Это объясняется тем, что тепловой расцепитель, обладая большой тепловой инерцией, не успевает нагреться за малое время существование токов КЗ.

Электромагнитный расцепитель представляет собой электромагнит, который воздействует на отключающий пружинный механизм. Если ток в катушке превышает определенное, заранее установленное значение (ток трогания или ток срабатывания), то электромагнитный расцепитель отключает линию мгновенно. Настройку расцепителя на заданный ток срабатывания называют уставкой тока. Уставку тока на мгновенное срабатывание называют отсечкой. Электромагнитные расцепители не реагируют на токи перегрузки, если они меньше уставки срабатывания.

В зависимости от наличия механизмов, регулирующих время срабатывания расцепителей, автоматы разделяются на неселективные с временем срабатывания 0,02..0,1с; селективные с регулируемой выдержкой времени и токоограничивающие с временем срабатывания не более 0,005с.

По выбранной схеме электроснабжения цеха ЦТП должна содержать три автоматических выключателя: по одному на выходе с каждого трансформатора и один межсекционный выключатель. Выключатели должны выбираться по полному расчетному току, т.к. в случае выхода из строя одного из трансформаторов каждый из оставшихся выключателей должен пропускать полный рабочий ток.

В ЦТП будут использованы выключатели автоматические воздушные модернизированные (АВМ) с электромагнитными расцепителями.

9.1 Определяем пусковой ток

(9.1)

9.2 Определяем расчётный ток вставки

(9.2)

Результаты расчётов сводим в таблицу 6

Данные о номинальном токе переносим из предыдущего раздела

Таблица 6. Выбор защитной аппаратуры

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование  оборудования | Iном,  А | Iпуск.,  А | Iр.вст.,  А | Iном. вст,  А | Iном.пред.,  А | Тип  предохранителя |
| 1 | Электропривод раздвижных ворот | 24,19 | 120,95 | 48,38 | 63 | 63 | ПП21 |
| 2 | Универсальные заточные станки | 12,55 | 62,75 | 25,1 | 40 | 63 | ПП21 |
| 3 | Заточные станки для червячных фрез | 24,47 | 122,35 | 48,94 | 63 | 63 | ПП21 |
| 4 | Резьбошлифовальные станки | 22,93 | 114,65 | 45,86 | 63 | 63 | ПП21 |
| 5 | Заточные станки для фрезерных головок | 12,53 | 62,65 | 25,06 | 40 | 63 | ПП21 |
| 6 | Круглошлифовальные станки | 35,84 | 179,2 | 71,68 | 100 | 100 | ПП21 |
| 7 | Токарные станки | 23,28 | 116,4 | 46,56 | 63 | 63 | ПП21 |
| 8 | Вентиляторы | 11,18 | 55,9 | 22,36 | 25 | 63 | ПП21 |
| 9 | Плоскошлифовальные станки | 66,3 | 331,5 | 132,6 | 160 | 160 | ПП21 |
| 10 | Внутришлифовальные станки | 43,01 | 215,05 | 86,02 | 100 | 100 | ПП21 |
| 11 | Кран-балка | 32,25 | 161,25 | 64,5 | 100 | 100 | ПП21 |
| 12 | Заточные станки | 14,34 | 71,7 | 26,68 | 40 | 63 | ПП21 |

9.3 Выбираем автоматические выключатели

9.3.1 Определяем расчётные токи

(9.3)



(9.4)



9.3.2 Определяем ток расцепителя

(9.5)

(9.6)

Принимаем 3 автоматических выключателя марки АВМ-10.

Таблица 7. Данные автоматического выключателя АВМ-10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Данные автоматического выключателя** | | |
| **Название** | **Обозначение** | **Значение** |
| Номинальный ток автомата | Iном авт, А | 1000 |
| Номинальный ток расцепителя | Iном расц, А | 800 |
| Срабатывание расцепителя в зоне перегрузки | А | 1,25 |
| Срабатывание расцепителя в зоне КЗ | А | 2 |

9.3.3 Определяем пиковый ток



(9.7)

(9.8)



9.3.4 Определяем ток отсечки

(9.9)

(9.10)

**10 Выбор питающего кабеля на напряжение 10 Кв**

10.1 Определяем номинальный ток

(10.1)

10.2 Определяем максимальный ток

(10.2)

10.3 Определяем экономическое сечение

(10.3)

Принимаем кабель марки АСГ 3х16, Iдл. доп.=46 А

10.4 Определяем тепловой импульс тока КЗ

(10.4)

10.5 Определяем минимальное сечение по термической стойкости

(10.5)

Выбранный кабель по термической стойкости не подходит, поэтому увеличиваем сечение кабеля до 35мм2, Iдл. доп.= 80 А.

**11 Выбор высоковольтного оборудования**

Высоковольтное оборудование выбирают по номинальному напряжению и номинальному длительному току и проверяют по току послеаварийного режима, по отключающей способности токов К.З., по динамической и термической стойкости к токам К.З.

Принимаем высоковольтный масляный выключатель ВМПЭ-10-630-20У3

Таблица 8. Данные высоковольтного масляного выключатель ВМПЭ-10-630-20У

|  |  |
| --- | --- |
| **Данные высоковольтного масляного выключателя** | |
| **Расчётные данные** | **Справочные данные** |
| Uуст = 10 кВ | Uном = 10 кВ |
| Iмакс = 13 кА | Iном = 630 кА |
| Iк.з. = 2,3 кА | Iоткл.ном = 20 кА |
| Iу. = 4,47 кА | Iлин, = 52 кА |
| Bк = 5,9 кА2\*с | I2тер = 3200 кА2\*с |

Принимаем высоковольтный трансформатор тока ТЛМ-10-1

Таблица 9. Данные высоковольтного трансформатора тока ТЛМ-10-1

|  |  |
| --- | --- |
| **Данные высоковольтного трансформатора тока** | |
| **Расчётные данные** | **Справочные данные** |
| Uуст = 10 кВ | Uном = 10 кВ |
| Iмакс = 13 кА | Iном = 50 кА |
| Iу. = 4,47 кА | Iлин, = 17,6 кА |
| Bк = 5,9 кА2\*с | I2тер = 23,52 кА2\*с |

**12 Расчёт заземляющего устройства подстанции**

В качестве искусственных заземлителей применяют вертикально забитые в землю отрезки угловой стали длиной 2,5-3 метра и горизонтально проложенные круглые и прямоугольные стальные полосы, которые служат для связи вертикальных заземлителей. Использование стальных труб не рекомендуется.

В последнее время широко применяют углублённые прутковые заземлители из круглой стали диаметром 12-14 мм и длиной до 5 метров (стержни), ввертываемые в грунт по средствам специального приспособления – электрифицированного ручного заглубителя. Благодаря проникновению таких электродов в глубокие слои грунта с повышенной влажностью снижается удельное сопротивление. Углублённые прутковые заземлители снижают расход металла и затраты труда на работу по устройству заземления и поэтому должны применяться в первую очередь.

При контурном заземлении заземлители располагаются по периметру защищаемой территории; при большей величине территории заземлители закладываются также внутри ее. Контурное заземление рекомендуется во всех случаях, а на уста­новках напряжением выше 1000 В оно является обязательным.

Способ размещения заземлителей (в ряд или по контуру) определяется по плану установки. В установках с большими токами замыкания на землю заземлители и полосы связи следует располагать гак, чтобы обеспечить но возможности равномерное распределение потенциала на площади, занятой электрооборудованием. Для этого вдоль осей оборудования па глубине 0,5 м прокладываю! выравнивающие проводники, которые через каждые 6 м соединяю! поперечными проводника­ми. Выравнивание потенциалов предусматривают также у вхо­дов и въездов на территорию предприятия.

Полосовая сталь, применяемая для электрической связи между электродами, является дополнительным заземлением. Ввиду сравнительно большого сопротивления соединительных полос оно мало влияет на общее сопротивление заземляющего устройства. Поэтому в практических расчетах проводимость соединительных полос можно не учитывать (за исключением больших контурных заземлителей).

12.1 Определяем ток заземляющего устройства

(12.1)



12.2 Определяем сопротивление заземляющего устройства

(12.2)



В соответствии с ПУЭ R3=4 Ом.

12.3 Определяем сопротивление, с учётом сопротивления грунта

(12.3)

12.4 Определяем количество прутков

Расстояние между электродами 2 метра

(12.4)



12.5 Определяем коэффициент экранирования [Л1; стр. 257, табл. 7,1]

η=0,59 %

12.6 Определяем сопротивление протяженного заземления

(12.5)

Принимаем к установке электроды из угловой стали размером 50х50х5 мм, длиной 2,5 м.

**13 Выбор и расчёт релейной защиты**

Максимально-токовая защита, является наиболее простой и поэтому широко применяется для защиты трансформаторов, электродвигателей и линий электропередач с односторонним питанием.

Ток, возникающий в аварийных режимах, в отличие от тока, имеющего место в нормальном режиме, называется сверхтоком*.* При возникновении короткого замыкания действует максимально-токовая защита, которая на отдельных участках сети срабатывает при определенных токах и определенном времени срабатывания.

При использовании реле тока тина РТ-40 и реле времени типа ЭВ защита называется максимально-токовой с независимой характеристикой времени срабатывания. При использовании индукционно-токовых реле типа РТ-80 и реле времени липа РТВ защита называется максимально-токовой с зависимой характеристикой времени срабатывания*.*

13.1 Определяем номинальный максимальный ток

(13.1)

13.2 Определяем ток сопротивления максимальной токовой защиты

(13.2)

13.3 Определяем ток срабатывания реле

(13.3)

kсз – коэффициент самозапуска электрического двигателя (2,5 - 3)

kн – коэффициент над (1,2 - 1,5)

kсх – коэффициент схемы (1)

kв – коэффициент возврата реле (0,8 – 0,85)

kт – коэффициент трансформации (10)

Принимаем к установке реле тока типа РТ-40/10.

При установке токового реле 7А.

13.4 Определяем минимальный ток короткого замыкания

(13.4)

13.5 Определяем коэффициент чувствительности релейной защиты

(13.5)

13.6 Определяем ток срабатывания реле токовой отсечки

(13.6)

(13.7)

(13.8)



Принимаем к установке для токовой отсечки реле тока типа РТ-40/20

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В соответствии с техническим заданием на разработку курсового проекта на тему «ЭСН и ЭО цеха металлорежущих станков» рассчитал электрические нагрузки цеха:

Максимальная активная мощность Pmax = 106,02 кВт

Максимальную реактивную мощность Qmax = 131,51 кВАр

Полную максимальную мощность Smax = 168,92 кВА

Максимальный расчётный ток Imax = 256,95 А

В соответствии с полными расчётными мощностями выбрал трансформатор типа ТМ-160.Этот трансформатор обеспечивает нормальную работу всех подключенных электроприёмников.

По току короткого замыкания и ударного тока (Iк.з.=2,32 кА,

Iуд=4,47 кА) выбрал высоковольтное оборудование:

Трансформатор тока ТЛМ 10-1; 50/5 А

Масляный выключатель ВМПЭ-10-630-20-У3

По расчётным номинальным токам выбрал высоковольтный кабель марки АСГ 3х16 мм2

Для защиты выбрал автоматический выключатель марки АВМ-10, для коммутации станков выбрал выключатель – предохранитель с предохранителями ПП-21.

В соответствии с расчётом защитного заземления для заземления выбрал электроды из угловой стали размером 50х50х5 мм, длиной 2,5 м, в количестве 8 штук; Rз= 903,91 Ом.

По результатам расчётов релейной защиты приял к установке реле тока типа РТ-40/20.

**Список используемых источников**

1. Липкин Б.Ю.. Электроснабжение промышленный предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 1990
2. Коновалова Л.Л.. Электросбережение промышленных предприятий и установок. – М.: Энергоатомиздат, 1989
3. Сибикин Ю.Д.. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий.

– М.: Издательский центр «Академия», 2006

1. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию.

Под ред. Фёдорова А.А.. Том 1 – М.: Энергоатомиздат, 1986

1. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию.

Под ред. Фёдорова А.А.. Том 2 – М.: Энергоатомиздат, 1987

1. Конюхова Е.А.. Электроснабжение объектов. – М.: Мастерство, 2001