**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту по дисциплине

«Электроснабжение»

**«Электроснабжение цеха промышленного предприятия»**

**Содержание**

Введение

1. Общая часть

1.1 Краткая характеристика производства и потребителей ЭЭ

1.2 Перечень ЭО участка автоматизированного цеха

2. Расчетная часть

2.1 Расчет электрических нагрузок

2.2 Определение центра нагрузки

2.3 Расчет зоны рассеяния центра активных электрических нагрузок цеха

2.4 Выбор схемы электроснабжения

2.5 Расчет мощности отделений и цеха

2.6 Выбор компенсатора реактивной мощности

2.7 Выбор трансформатора ЦТП

2.8 Выбор автоматических выключателей и сечения шинопроводов, магнитных пускателей и кабельных линий

2.9 Расчет токов короткого замыкания

2.10 Определение расхода энергии в элементах цеховой сети за год

2.11 Определение потерь в элементах сети за год

2.12 Расчет и выбор элементов релейной защиты цехового трансформатора

Заключение

Список использованных источников

**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 часть**

**1.1 Краткая характеристика производства и потребителей ЭЭ**

Цех обработки корпусных деталей (ЦОКД) предназначен для механических и антикоррозийной обработки изделий. Он содержит станочное отделение, гальванический и сварочный участки. Кроме того, имеются вспомогательные, бытовые и служебные помещения.

Цех получает ЭСН от ГПП. Расстояние от ГПП до цеховой ТП – 0,8 км, а от энергосистемы до ГПП – 16 км.

Низкое напряжение на ГПП - 6 и 10 кВ. Количество рабочих смен - 2. Потребители цеха относятся к 2 и 3 категории надежности ЭСН. Грунт в районе цеха – суглинок при температурой +5 ºС. Каркас здания смонтирован из блоков-секций длиной 8 м каждая.

Размеры цеха *А × В × Н* = 48 *×* 30 *×* 8 м.

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

Перечень ЭО цеха дан в таблице 1.

Мощность электропотребления (*Р*ЭП) указана для одного электроприемника.

**1.2 Перечень ЭО участка автоматизированного цеха**

Таблица 1. Перечень ЭО участка автоматизированного цеха

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № на плане | Наименование ЭО | *Р*ЭП, кВт | Примечание |
| 1…4 | Сварочные аппараты | 45 | ПВ=60% |
| 5…9 | Гальванические ванны | 25 |  |
| 10, 11 | Вентиляторы | 8 |  |
| 12, 13 | Продольно-фрезерные станки | 18,5 |  |
| 14, 15 | Горизонтально-расточные станки | 12 |  |
| 16, 24, 25 | Агрегатно-расточные станки | 10,5 |  |
| 17, 18 | Плоскошлифовальные станки | 12,5 |  |
| 19…23 | Краны консольные поворотные | 7,2 | ПВ=25% |
| 26 | Токарно-шлифовальный станок | 7,5 |  |
| 27…30 | Радиально-сверлильные станки | 6,5 |  |
| 31, 32 | Алмазно-расточные станки | 5 |  |

**2. Расчетная часть**

**2.1 Расчет электрических нагрузок**

Определим номинальную мощность для приемников повторно-кратковременного режима (ПКР), последнюю определяют по паспортной мощности путем приведения ее к длительному режиму работы (ПВ=1) в соответствии с формулой:



Сварочные аппараты (ПВ=60%): .



Краны консольные поворотные (ПВ=25%):

.



Далее рисуем картограмма электрических нагрузок. На картограмме радиус каждого потребителя должен быть пропорционален соответствующей мощности и определяется из выражения:

.



где *Ri* – радиус расчетной окружности, *Рi* – номинальная мощность, m – выбранный масштаб.

Выберем масштаб



Картограмма электрических нагрузок представлена в приложении (чертеж 1).

Координаты центров электрических приемников, их номинальные мощности и соответствующий коэффициент спроса представлены в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование групп приемников и потребителей электроэнергии | Координаты центра электроприемника, м | |  |  |  | ,  кВт | ПВ,  % |
| x | y |
| 1 Сварочные аппараты | 9,13 | 27,5 | 0,6 | 0,6 | 1,33 | 34,86 | S1 |
| 2 Сварочные аппараты | 11,78 | 26,8 |
| 3 Сварочные аппараты | 16 | 26,8 |
| 4 Сварочные аппараты | 20,35 | 26,8 |
| 5 Гальванические ванны | 33,1 | 27,2 | 0,8 | 0,95 | 0,33 | 25 | S1 |
| 6 Гальванические ванны | 37,2 | 27,2 |
| 7 Гальванические ванны | 40,458 | 27,2 |
| 8 Гальванические ванны | 43,7 | 27,2 |
| 9 Гальванические ванны | 47 | 27,2 |
| 10 Вентиляторы | 42,2 | 23,2 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 8 | S1 |
| 11 Вентиляторы | 45,7 | 23,2 |
| 12 Продольно-фрезерные станки | 4,5 | 14,65 | 0,16 | 0,5 | 1,73 | 18,5 | S1 |
| 13 Продольно-фрезерные станки | 11 | 14,65 |
| 14 Горизонтально-расточные станки | 17,4 | 14,36 | 0,16 | 0,5 | 1,73 | 12 | S1 |
| 15 Горизонтально-расточные станки | 23,7 | 14,36 |
| 16 Агрегатно-расточные станки | 30,2 | 14,36 | 0,2 | 0,6 | 1,33 | 10,5 | S1 |
| 17 Плоскошлифовальные станки | 37,4 | 14,36 | 0,16 | 0,5 | 1,73 | 12,5 | S1 |
| 18 Плоскошлифовальные станки | 43,7 | 14,36 |
| 19 Краны консольные поворотные | 10,7 | 9,5 | 0,2 | 0,5 | 1,73 | 3,6 | S1 |
| 20 Краны консольные поворотные | 17,47 | 9,5 |
| 21 Краны консольные поворотные | 23,6 | 9,5 |
| 22 Краны консольные поворотные | 30,3 | 9,5 |
| 23 Краны консольные поворотные | 37,2 | 9,5 |
| 24 Агрегатно-расточные станки | 3,7 | 2,9 | 0,2 | 0,6 | 1,33 | 10,5 | S1 |
| 25 Агрегатно-расточные станки | 10,8 | 2,9 |
| 26 Токарно-шлифовальный станок | 18,17 | 2,9 | 0,16 | 0,5 | 1,73 | 7,5 | S1 |
| 27 Радиально-сверлильные станки | 22,8 | 2,9 | 0,16 | 0,5 | 1,73 | 6,5 | S1 |
| 28 Радиально-сверлильные станки | 27,5 | 2,9 |
| 29 Радиально-сверлильные станки | 32 | 2,9 |
| 30 Радиально-сверлильные станки | 36,2 | 2,9 |
| 31 Алмазно-расточные станки | 40,6 | 2,9 | 0,25 | 0,65 | 1,17 | 5 | S1 |
| 32 Алмазно-расточные станки | 45 | 2,9 |

**2.2 Определение центра нагрузки**

Каждый приемник электроэнергии: цех, промышленное предприятие, имеет свой график нагрузок, который изменяется в соответствии с технологическим циклом данного производства. Поэтому координаты центра электрических нагрузок (ЦЭН) в каждый момент времени будут принимать значения определенные как одним графиком нагрузки (для одного приемника), так и совокупностью графиков (для цеха в целом).

Найдем координаты центра электрических нагрузок сварочного отделения в соответствии с планом, представленном в приложении. Соответствующие данные для станочного отделения представлены в таблице 2. Координаты ЦЭН находятся по формулам:

(1)



полная мощность сварочного отделения равна:



произведя вычисления, получим, что



Найдем координаты центра электрических нагрузок гальванического участка и вентиляторной в соответствии с планом, представленном в приложении.

Полная мощность гальванического участка и вентиляционной равна:



произведя вычисления, получим, что



Найдем координаты центра электрических нагрузок станочного отделения в соответствии с планом, представленном в приложении.

полная мощность станочного отделения равна:



произведя вычисления, получим, что



Находим общий центр нагрузки цеха.

Полученный центр электрических нагрузок имеет координаты:

.



Данные построения показаны в приложении (Лист 1).

**2.3 Расчет зоны рассеяния центра активных электрических нагрузок цеха**

Положение ЦЭН в зоне рассеяния зависит от координат мест расположения приемников в группе и их относительных нагрузок. Следовательно, зона рассеяния является геометрической характеристикой взаимного расположения объектов. Зона рассеяния представляет собой эллипс. Для определения зоны рассеяния ЦЭН необходимо найти закон распределения координат центра. Вычислим оценки параметров нормального закона распределения по формулам:

, (2)



где - значение относительной нагрузки *i*-го приемника.



Получим:



Как видно значения практически не отличаются от координат ЦЭН. Полученные значения используем для нахождения меры рассеяния (среднеквадратичного отклонения).

(3)



где *n* – количество испытаний, в данном случае количество испытаний равно количеству отделений цеха т.е .



Произведя вычисления получим:



Для построения эллипса, ограничивающего зону рассеяния, определим его полуоси по формуле:

(4)



где – , ,



, тогда ,



; .



Приняв в качестве доверительной вероятности значение и решив данное уравнение, получим . Тогда значения полуосей будет выражаться формулой:



. (5)



Найдем эти значения:

.



Оси эллипса рассеяния образуют с осями координат некоторый угол . Для определения данного угла найдем коэффициент корреляции:



, (6)



Вычислим направление полуосей эллипса, т.е. угол поворота осей:

. . (7)



Для построения зоны рассеяния в данном случае достаточно перенести оси эллипса параллельно самим себе в точку с координатами , по осям отложить расстояния и , затем повернуть оси на угол .



Данные построения представлены в приложении (Лист 1).

**2.4 Выбор схемы электроснабжения**

Для электроснабжения всего цеха воспользуемся кабельной линией (далее КЛ), которая будет питать комплектную цеховую трансформаторную подстанцию (далее ЦКТП). КЛ, питаемая ЦКТП рассчитана на переменное напряжение, равное 10 кВ и f=50 Гц.

После ЦКТП шинопровод магистральный (далее ШМА). Затем на каждое РП проведём распределительные шинопроводы (далее ШРА).

В каждом отделении установим распределительные пункты (далее РП) серии ПР-9000, которые питаются от ШРА.

После РП с помощью КЛ запитаем электроустановки.

Применение шинопроводов обусловлено тем, что повысится экономичность использования проводниковых материалов, таким образом при проектировании СЭС цеха предприятия применяем блок ”трансформатор-магистраль” что приводит к простоте проектирования и экономичному использованию электротехнического материала.

ЦКТП понижает напряжение до 0,4 кВ и выбор шинопроводов и КЛ идет по этому напряжению. Схема электроснабжения промышленного предприятия представлена в приложении (Лист 2).

**2.5 Расчет мощности отделений и цеха**

Коэффициентом спроса по активной мощности называется отношение расчетной (в условиях проектирования) мощности к номинальной (установленной) активной мощности приемника. Он характеризует степень использования номинальной мощности электроприемника. Применение одного коэффициента спроса вместо его составляющих - коэффициента использования и коэффициента максимума не учитывает влияние числа электроприемников, соотношение их мощностей и т.д., и дает повышенную погрешность в расчетах. Однако значения получаются иногда более устойчивыми, с меньшим разбросом, чем значения .



Коэффициентом спроса называют:

;



тогда

.



Так как любой приемник электрической энергии потребляет активную, и реактивную нагрузку, найдем последнюю как:



тогда для данного случая:

.



Полная мощность электроприемника найдем как:

.



Пользуясь вышеперечисленными формулами, найдем активную и полную мощности отделений и всего цеха.

Для дальнейших расчетов примем, что средний коэффициент мощности для всех электроприемников равен . И КПД соответственно равен для каждого потребителя.



**Сварочное отделение**

1. Найдем расчетную активную мощность вентиляционной и сварочного отделения.

;



.



2. Вычислим полную мощность вентиляционной и сварочного отделения:

.



3. Найдем мощности осветительных приборов.

От данного участка запитаны лампы ТП, РУ, бытовки, кабинета начальника цеха и сварочного отделения.

ТП, РУ, бытовки, кабинета начальника цеха.

Размер А=4м, В=8м, S=24 м2, высота Нр=3,6м.

Выбираем светильники ПСО-0.2 с двумя люминесцентными лампами ПБ-40.

При Е=100Лк

Руд=4,5Вт/м2

Ру.ст = Руд ⋅ S

Ру.ст = 4,5 ⋅ 24 = 108 Вт

n = Ру.ст / Рсв

n = 108/ 80 ≈ 2 шт.

n = 2 [шт]. На каждом этаже по 2 светильника.

Сварочное отделение.

Размер А=16м, В=4м, S=64 м2, высота Нр=3,6м.

Выбираем светильники ПСО-0.2 с двумя люминесцентными лампами ПБ-40.

При Е=100Лк

Руд=4,5Вт/м2

Ру.ст = Руд ⋅ S

Ру.ст = 4,5 ⋅ 64 = 288 Вт

n = Ру.ст / Рсв

n = 288/ 80 ≈ 4 шт.

n = 4 [шт]. На каждом этаже по 2 светильника.

**Гальванический участок и вентиляторная**

1. Найдем расчетную активную мощность гальванического участка и вентиляторной.

;



.



2. Вычислим полную мощность гальванического участка и вентиляторной:

.



3. Найдем мощности осветительных приборов.

От данного участка запитаны лампы склада, гальванического участка и вентиляторной.

Размер склад А=4м, В=8м, S=24 м2, высота Нр=3,6м.

Выбираем светильники ПСО-0.2 с двумя люминесцентными лампами ПБ-40.

При Е=100Лк

Руд=4,5Вт/м2

Ру.ст = Руд ⋅ S

Ру.ст = 4,5 ⋅ 24 = 108 Вт

n = Ру.ст / Рсв

n = 108/ 80 ≈ 2 шт.

n = 2 [шт]. На каждом этаже по 2 светильника.

Размер гальванического участка А=16м, В=6м, S=96м2.

Выбираем светильники ПСО-0.2 с двумя люминесцентными лампами ПБ-40.

При Е=100Лк

Руд=4,5Вт/м2

Ру.ст = Руд ⋅ S

Ру.ст = 4,5 ⋅ 96 = 432 Вт

n = Ру.ст / Рсв

n = 432/ 80 ≈ 5,4 шт.

n =6 [шт]. На каждом этаже по 6 светильников.

Размер вентиляторной А=8м, В=2м, S=16м2.

Выбираем светильники ПСО-0.2 с двумя люминесцентными лампами ПБ-40.

При Е=100Лк

Руд=4,5Вт/м2

Ру.ст = Руд ⋅ S

Ру.ст = 4,5 ⋅ 16 = 72 Вт

n = Ру.ст / Рсв

n = 72/ 80 ≈ 1 шт.

n = [шт]. На каждом этаже по 1 светильнику.

**Станочное отделение**

1. Найдем расчетную активную мощность станочного отделения.

;



.



2. Вычислим полную мощность станочного отделения:

.



3. Найдем мощности осветительных приборов.

От данного участка запитаны лампы станочного отделения.

Размер станочного отделения А=48м, В=22м, S=1056м2.

Выбираем светильник с одной лампой ДНаТ 400.

Светильники устанавливаются на высоте Нр=8м.

Руд=10 [Вт / м2 ]

При Е=200Лк

Ру.ст = Руд ⋅ S

Ру.ст = 10 ⋅ 1056 = 10560 [Вт]

n = 10560 / 400 ≈26,4 [шт]

n = 28[шт]

4 ряда по 7 светильников.



.



**Определение полной мощности цеха**

Найдем общую активную, реактивную и полную мощности цеха. Итоговая мощность сложиться из суммы мощностей отделений и мощности осветительных приборов. Запишем соответствующие значения:



**2.6 Выбор компенсатора реактивной мощности**

Силовые или косинусные конденсаторы и установки на их основе используются в качестве местных источников реактивной мощности. Их применение позволяет разгрузить электрические сети от реактивной составляющей тока и тем самым с одной стороны уменьшить сечение выбираемых проводов, шин, кабелей, с другой – уменьшить потери электроэнергии.

Выбираем комплектную компенсаторную установку и устанавливаем ее в ЦТП.

Итак, мощность компенсаторной установки найдем из выражения:



*k*-коэффициент повышения коэффициента мощности (cosϕ) путем организационных мероприятий, *k*=0,9 для практических расчетов.

Компенсацию реактивной мощности производят до получения значения cosφк=0,92…0,95.

Cosφ=0,84 - до компенсации; Сosφк=0,94 – после компенсации.

ϕ1=330 и ϕ2=200 – углы сдвига фаз до и после компенсации мощности.

*P*- расчетная активная мощность.

Тогда:



Выбираем комплектную конденсаторную установку УКМ-58–04–125-25 УЗ.

Конденсаторные установки УКМ модульной конструкции мощностью 125 кВар, оснащены самовосстанавливающимися компенсаторными конденсаторами, имеющие срок службы до 100000 часов при постоянной подаче напряжения, оснащены автоматическими регуляторами мощности.

Так как мы поставили компенсирующую установку, то суммарная реактивная мощность изменилась, вследствие чего изменится и полная мощность:



**2.7 Выбор трансформатора ЦТП**

При выборе числа и мощности силовых трансформаторов важными критериями являются надежность электроснабжения, стоимость оборудования и различные потери связанные с трансформацией электрической энергии. Оптимальный вариант выбирается исходя из сравнения капиталовложений и годовых эксплуатационных расходов.

Сооружение однотрансформаторных подстанций не всегда обеспечивает наименьшие затраты. Если же по условиям резервирования питания необходима установка более одного трансформатора, то нужно стремиться к тому, чтобы их было не более двух. Выбор числа трансформаторов ЦТП связан с режимом работы цеха предприятия.

Двухтрансформаторные подстанции экономически более целесообразны, чем подстанции с одним или большим числом трансформаторов.

Учитывая требования ПУЭ, вышеизложенные сведения и то, что промышленное предприятие является потребителем II-ой категории, схему ЦТП принимаем 2-х трансформаторную.

Мощность каждого трансформатора на 2-х трансформаторной ЦТП выбирается из условия:



Но при этом необходимо учесть потери трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании, которые составляют 2% от расчетной активной мощности и 10% от расчетной реактивной. В итоге получаем выражение:



Выбираем трансформаторы ТСЗ-160/10 – 3-х фазный, сухой, исполнение по защите от воздействия окружающей среды – защищенное, пыленепроницаемое, общепромышленной установки.

Характеристики трансформатора ТСЗ-160/10

номинальная мощность – 160кВА

номинальное напряжение ВН – 10кВ

номинальное напряжение НН –0,23; 0,4 кВ

потери ХХ – 0,32 кВт

потери КЗ – 2 кВт

напряжение КЗ – 4,5%

ток х.х от номинального – 2,6%

В период нормальной работы каждый из трансформаторов будет загружен на:

.



Выбор номинальной мощности трансформатора производиться с учетом необходимой мощности при выходе из строя одного из трансформаторов. Оставшийся трансформатор должен принять на себя всю нагрузку подстанции или с некоторым её ограничением, отключение потребителей III категории (в данном случае отключение некоторых осветительных приборов).

**2.8 Выбор сечений шинопроводов и кабельных линий**

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.

Магистральный шинопровод (ШМА), предназначен для магистральных четырехпроводных электрических сетей в системе с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1 кВ. Они прокладываются на вертикальных стойка высотой 3 м. В качестве опорных конструкций применяют кронштейны или тросовые подвески. ШМА собраны из прямоугольных алюминиевых шин, изолированных, расположенных вертикально и зажатых между специальными изоляторами внутри перфорированного контура.

Число шин в магистральных шинопроводах: 3, 4, 6 (три спаренных). Магистральный шинопровод состоит из прямых и угловых секций с поворотом шин на ребро и плоскость, ответвительных вертикальных и горизонтальных секций. Шины соединяют в основном сваркой при сборке блоков.

Магистральные шинопроводы прокладываются на вертикальных стойка высотой 3 м. В качестве опорных конструкций применяют кронштейны и тросовые подвески.

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.

В данной курсовой работе расчет сечений кабелей и шинопроводов ведется только по наибольшему допустимому току, без проверки на термическую и динамическую прочность.

Как известно ток в токопроводящей жиле вычисляется по формуле:

,



где - номинальная мощность (при ПВ=1) на конце проводника;



- номинальное напряжение, в данном случае ;



- средний КПД всего отделения.



- коэффициент мощности электроприемника. Как оговаривалось ранее, средний коэффициент мощности цеха равен ;



**Выбор сечения магистрального шинопровода**

Запишем суммарные номинальные мощности отделений:



Выбираем магистральный шинопровод по максимальному току (учитываем аварийный режим) ШМА4-1000-32-1УЗ – магистральный шинопровод, состоящий из 4 шин сечением 32 мм2, I*ном=*1000 А, пожаробезопасность 1, для умеренного климата, для внутренней установки.



Выбираем магистральный шинопровод по максимальному току (учитываем аварийный режим) ШМА4-630-32-1УЗ – магистральный шинопровод, состоящий из 4 шин сечением 32 мм2, I*ном=*630 А, пожаробезопасность 1, для умеренного климата, для внутренней установки.

**Выбор автоматических выключателей и сечения распределительных шинопроводов**

* **Автоматы для цеховой понизительной подстанции**

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.

Автоматы выбираются по полному максимальному расчетному току, который равен:



Выбираем выключатели типа АВМ-10Н (I*ном=*1000 А) - автоматические воздушные модернизированные с электромагнитными расцепителями, с номинальным током катушки максимального расцепителя 1000 А, время отключения 0,09 с.

**ШРА сварочного отделения**

* РП.1.

Найдем мощность приемников запитанных от данного РП:



Принимаем к монтажу шинопровод ШРА4-400-32-1УЗ (I*ном*=400 А) – распределительный шинопровод, состоящий из 4 шин сечением 32 мм2, I*ном=*400 А, допускают применение в пожароопасных зонах класса П-1, для умеренного климата, для внутренней установки..

Для данного РП выбираем трехполюсный автоматический выключатель типа ВА 52-37-3 (I*ном*=400 А) с комбинированными расцепителями с повышенной коммутационной способностью.

**ШРА гальванического участка и вентиляторной**

* РП.2.

Найдем мощность приемников запитанных от данного РП:



Принимаем к монтажу шинопровод ШРА4-400-32-1УЗ (I*ном*=400 А) – распределительный шинопровод, состоящий из 4 шин сечением 32 мм2, I*ном=*400 А, допускают применение в пожароопасных зонах класса П-1, для умеренного климата, для внутренней установки..

Для данного РП выбираем трехполюсный автоматический выключатель типа ВА 52-37-3 (I*ном*=400 А) с комбинированными расцепителями с повышенной коммутационной способностью.

**ШРА станочного отделения**

* РП.3.1

Найдем мощность приемников запитанных от данного РП:



Принимаем к монтажу шинопровод ШРА4-400-32-1УЗ (I*ном*=400 А) – распределительный шинопровод, состоящий из 4 шин сечением 32 мм2, I*ном=*400 А, допускают применение в пожароопасных зонах класса П-1, для умеренного климата, для внутренней установки..

Для данного РП выбираем трехполюсный автоматический выключатель типа ВА 52-37-3 (I*ном*=400 А) с комбинированными расцепителями с повышенной коммутационной способностью.

* РП.3.2

Найдем мощность приемников запитанных от данного РП:



Принимаем к монтажу шинопровод ШРА4-250-32-1УЗ (I*ном*=250 А) – распределительный шинопровод, состоящий из 4 шин сечением 32 мм2, I*ном=*250 А, допускают применение в пожароопасных зонах класса П-1, для умеренного климата, для внутренней установки..

Для данного РП выбираем трехполюсный автоматический выключатель типа ВА 52-35-3 (I*ном*=250 А) с комбинированными расцепителями с повышенной коммутационной способностью.

**Выбор кабелей и магнитных пускателей**

Магнитные пускатели это трехполюсный контактор переменного тока, в котором дополнительно встроены два тепловых реле защиты, включенных последовательно в две фазы главной цепи двигателя. Магнитные пускатели предназначены для управления (пуска, остановки, реверса) трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, а также для защиты их от перегрузки. В отдельных случаях магнитные пускатели используются для включения и отключения некоторых электроустановок, требующих дистанционного управления. Защита электродвигателя от перегрузок осуществляется тепловым реле РТ.

Объясняется это тем, что тепловое реле имеет большую тепловую инерцию. При коротком замыкании ток может повредить цепи раньше, чем сработает тепловое реле. Кроме того, контакты магнитных пускателей не рассчитаны на отключение токов короткого замыкания. Поэтому в случае применения магнитных пускателей (с тепловым реле для защиты от перегрузок) для защиты от токов короткого замыкания, необходимо устанавливать последовательно с тепловым реле автоматы с электромагнитными расцепитлями.

Магнитный пускатель отключает двигатель от сети при исчезновении напряжения или его понижении.

Согласно норм ПУЭ автоматические выключатели устанавливаются только на РП отделений, для защиты от больших токов КЗ. На каждом распределительном щите устанавливается по одному магнитному пускателю на каждое ответвление к электроприемнику.

Выбор сечения жил кабелей и магнитных пускателей производится по расчетному полному току исходя из выражения:



где - расчетный ток электроустановки; - номинальная мощность электроустановки.



Для примера рассчитаем ток, и выберем кабель и магнитный пускатель для некоторых потребителей каждого отделения.

**Сварочное отделение**

Рассчитаем ток, и выберем кабель и магнитный пускатель для сварочного аппарата:

.



Выбираем кабель АВВГ 3х70+1х25

Магнитный пускатель ПМ-12-250-100 (I*ном*=100 А) – пускатель электромагнитный со степенью защиты IP00, нереверсивный с тепловым реле.

**Гальванического участка и вентиляторной.**

Рассчитаем ток, и выберем кабель и магнитный пускатель для вентилятора:

.



Выбираем кабель АВВГ 3х25+1х6

Магнитный пускатель ПАЕ-512 (I*ном*=90 А) – пускатель электромагнитный со степенью защиты IP00, нереверсивный с тепловым реле.

**Станочное отделение**

Рассчитаем ток, и выберем кабель и магнитный пускатель для агрегатно-расточного станка:

.



Выбираем кабель АВВГ 3х10+1х6

Магнитный пускатель ПА-412 (I*ном*=50 А) – пускатель электромагнитный со степенью защиты IP00, нереверсивный с тепловым реле.

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип потребителя | Расчетный ток, А | Кол-во. | Магнитный пускатель | Кабель,  мм2 |
| Сварочные аппараты | 95,476 | 4 | ПМ-12-250-100 | АВВГ 3х70+1х25 |
| Гальванические ванны | 68,471 | 5 | ПАЕ-512 | АВВГ 3х25+1х6 |
| Вентиляторы | 21,911 | 2 | ПА-412 | АВВГ 3х10+1х6 |
| Продольно-фрезерные станки | 50,669 | 2 | ПАЕ-512 | АВВГ 3х25+1х6 |
| Горизонтально-расточные станки | 32,866 | 2 | ПА-412 | АВВГ 3х10+1х6 |
| Агрегатно-расточные станки | 28,758 | 3 | ПМЕ-212 | АВВГ 3х6+1х4 |
| Плоскошлифовальные станки | 34,236 | 2 | ПА-412 | АВВГ 3х10+1х6 |
| Краны консольные поворотные | 9,86 | 5 | ПМЕ-112 | АВВГ 3х6+1х4 |
| Токарно-шлифовальный станок | 20,541 | 1 | ПА-412 | АВВГ 3х10+1х6 |
| Радиально-сверлильные станки | 17,803 | 4 | ПМЕ-212 | АВВГ 3х6+1х4 |
| Алмазно-расточные станки | 13,694 | 2 | ПМЕ-212 | АВВГ 3х6+1х4 |

**2.9 Расчет тока короткого замыкания**

При проектировании СЭС учитываются не только нормальные, продолжительные режимы работы ЭУ, но и их аварийные режимы. Одним из аварийных режимов является короткое замыкание.

Коротким замыканием (КЗ) называют всякое случайное или преднамеренное, не предусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек ЭУ между собой или землей, при котором токи в ветвях ЭУ резко возрастают, превышая наибольший допустимый ток продолжительного режима.

В системе трехфазного переменного тока могут возникать замыкания между тремя фазами – трехфазные КЗ, между двумя фазами – двухфазное КЗ. Чаще всего возникают однофазные КЗ (60 – 92% от общего числа КЗ).

Как правило, трехфазные КЗ вызывают в поврежденной цепи наибольшие токи, поэтому при выборе аппаратуры обычно за расчетный ток КЗ принимают ток трехфазного КЗ.

Причинами коротких замыканий могут быть механические повреждения изоляции, падение опор воздушных линий, старение изоляции, увлажнение изоляции и др.

Короткие замыкания могут быть устойчивыми и неустойчивыми, если причина КЗ само ликвидируется в течении без токовой паузы коммутационного аппарата.

Последствием КЗ являются резкое увеличение тока в короткозамкнутой цепи и снижение напряжения в отдельных точках системы. Дуга, возникшая в месте КЗ, приводит к частичному или полному разрушению аппаратов, машин и других устройств. Увеличение тока в ветвях электроустановки, 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.

Снижение напряжения приводит к нарушению нормальной работы механизмов, при напряжении ниже 70% номинального напряжения двигателя затормаживаются, работа механизмов прекращается.

Для уменьшения последствий КЗ необходимо как можно быстрее отключить поврежденный участок, что достигается применением быстродействующих выключателей и релейной защиты с минимальной выдержкой времени.

Рассмотрим несколько случаев КЗ:

* 1. На большом расстоянии от ЦТП;
  2. На малом расстоянии от ЦТП.

Схема к расчету токов КЗ в сети промышленного предприятия представлена в приложении (Лист 1)

1. Предположим, что КЗ произошло на зажимах алмазно-расточного станка, мощностью 5 кВт, находящийся в станочном отделении – К1.

Справочные данные элементов схемы следующие:

* Силовой трансформатор



* Найдем по справочникам сопротивление токовой катушки автомата и переходное сопротивление контактов для автоматического выключателя типа АВМ-10Н:



* Определим сопротивление магистрального шинопровода от выключателя до ответвления распределительного шинопровода механического отделения. Общая длина этого участка ШМА . Тогда:



, ;



;



.



Определим сопротивление распределительного шинопровода до РП отделения. Длина участка ШРА . Используя уже известные формулы, получим:



, ;



;



.



* Определим сопротивление токовой катушки автомата и переходное сопротивление контактов для автоматического выключателя ВА 52-35-3 (I*ном*=250А):



* Определим сопротивление кабеля от распределительно щита до точки КЗ. Длина участка Используя уже известные формулы получим:



, ,



, .



Определяем относительное активное сопротивление трансформатора:



Определяем относительное индуктивное сопротивление трансформатора:



Далее рассчитаем сопротивление трансформатора:



Схема замещения цепи для КЗ состоит из ряда последовательно включенных сопротивлений. Суммарное сопротивление цепи КЗ составляет:



Полное сопротивление:



Определим ударный ток КЗ от системы.

По расчетной кривой на рис. 4-12 [1] при , находим ( - ударный коэффициент).



Учитывая, что действующее значение тока КЗ будет равен:



находим ударный ток КЗ в соответствии с формулой:



1. Предположим, что КЗ произошло в магистральном шинопроводе (ШМА) – К2.

Справочные данные элементов схемы следующие:

* Силовой трансформатор



* Автоматический выключатель типа АВМ-10Н



* Шины

;



, ;



; .



Определяем относительное активное сопротивление трансформатора:



Определяем относительное индуктивное сопротивление трансформатора:



Далее рассчитаем сопротивление трансформатора:



Схема замещения цепи для КЗ состоит из ряда последовательно включенных сопротивлений. Суммарное сопротивление цепи КЗ составляет:



Полное сопротивление:



Определим ударный ток КЗ от системы.

По расчетной кривой на рис. 4-12 [1] при , находим 1,0 ( - ударный коэффициент).



Учитывая, что действующее значение тока КЗ будет равен:



находим ударный ток КЗ в соответствии с формулой:



Проверим выключатель ВА 52-35-3 (I*ном*=250А) на отключающую способность, как самый отдаленный от ЦТП:



Автомат при КЗ отключается не разрушаясь.

Проверим на отключающую способность выключатель, который расположен ближе к ЦТП - АВМ-10Н:



Автомат при КЗ отключается не разрушаясь.

Проверка остальных выключателей не производится, т.к. они будут так же удовлетворять условиям отключения.

Проверяем кабели на термическую устойчивость:



,



α=11-для алюминия, =0,1 с– приведенное время действия тока КЗ.



АВВГ 3х6+1х4: ;



АВВГ 3х10+1х6: ;



АВВГ 3х25+1х16: ;



АВВГ 3х70+1х25: .



По термической стойкости кабельные линии удовлетворяют.

Проверка ШМА на термическую устойчивость:



ШМА термически устойчив.

Проверка ШМА на динамическую устойчивость:



ШМА динамически устойчив.

Проверка ШРА на термическую устойчивость:



ШРА термически устойчив.

Проверка ШРА на динамическую устойчивость:



ШРА динамически устойчив.

**2.10 Определение расхода энергии в элементах цеховой сети за год**

Для рационализации потребления электроэнергии необходимо составление и анализ электробалансов промпредприятий. Электробаланс отражает «приход» энергии от энергоснабжающей организации и «расход» этой энергии. Расход энергии разбивается на ряд статей: технологическая нагрузка; электропривод технологических механизмов; электротехнология; потребление электроэнергии на вспомогательные устройства; электрическое освещение и различные потери энергии.

В зависимости от цели расчета расход активной электроэнергии наиболее часто определяется за год, месяц или за смену.

Расчетная нагрузка цеховой сети была вычислена ранее и равна:



Годовое число часов рабочего времени при двухсменном режиме работы, при продолжительности смены 8 часов (по [1.1.] стр.62.) равна 4500 часов. Тогда за год расходуется:



Если стоимость электроэнергии, покупаемой предприятием, равной 1,5 рубля, тогда затраты на электроэнергию в год на данный цех составят:



**2.11 Определение потерь энергии за год в элементах цеховой сети**

В данном пункте рассчитаем потери энергии в трансформаторе, магистральном и распределительных шинопроводах. В виду большого объема расчетов пренебрежем потерями в кабельных линиях цеха.

* Потери энергии в трансформаторе.

Мощность потерь в трансформаторах определяется как сумма: потери трансформатора при холостом умноженные на 2, т.к. потери при холостом ходе не завися от мощности; и мощность потерь короткого замыкания умноженные на 0,5:



* Потери энергии в магистральном шинопроводе.

;



;



;



* Потери энергии в распределительных шинопроводах.

;



Потери мощности каждого распределительного шинопровода определяются по формуле:

.



Просуммируем:



Потери мощности в кабеле найдем как:



Общие потери в каждом типе кабеля найдем как:



просуммируем:



Для определения расчетных потерь необходимо рассчитать средний коэффициент спроса цеха и умножить его на сумму потерь, рассчитанных ранее.

Коэффициент спроса равен:



Расчетные потери цеха соответственно равны:



Годовые потери энергии при этом составят:



Найдем процентное соотношение потерь энергии от расхода:



**2.12 Расчет и выбор элементов релейной защиты цехового трансформатора**

Выбираем токовые трансформаторы

Определяем ток в линии ЭСН



Принимаем к установке в РЗ трансформаторы тока типа ТПЛ-10 с I1=10 A и I2=5 А в количестве 2 штук.

Определяем коэффициент трансформации



Выбираем реле тока ТО типа РТМ.

Определяем ток срабатывания реле



Выбираем РТМ-IV, Iср=100А

Определяем Kч(то) и надежность срабатывания ТО при наименьшем (2-фазном) токе КЗ в начале линии ЭСН:



Условие надежности Кч≥1,2 выполнено, следовательно, ТО срабатывает надежно.

Выбираем реле МТЗ типа РТВ.



Выбираем РТВ-I, Iср=5А

# 

# **Заключение**

Схема электроснабжения цеха, предложенная в курсовой работе, выполнена в соответствии с ПУЭ, СНиП и другой нормативной документацией. Система электроснабжения выполнена так, чтобы в нормальном режиме все элементы системы находились под нагрузкой с максимально возможным использованием их нагрузочной способности.

**Список используемых источников**

1. Электротехнический справочник в четырех томах. т. 2 “Электротехнические изделия и устройства”. Под общей редакцией В.Г. Герасимова, А.Ф. Дьякова и др., М., Издательство МЭИ, 1998 г.
2. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий", М. "Энергия", 1979
3. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Ч. 1 и 2, под ред. Федорова А.А. Сербиновского Г.В., "Энергия", 1973.
4. Правило устройства электроустановок, С.-Петербург, изд “Деан”, 1999 г.
5. Пособие для изучения правил технической эксплуатации электрических станций и сетей, М. “Издательство НЦ ЭНАС”, 2000 г.
6. Электротехнический справочник, И.И.Алиев, М., издательское предприятие “РадиоСофт”, 2000 г.