**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1. Основная часть

1.1 Характеристика технологического процесса и объекта

1.2 Классификация помещений по пожаро-, взрыво-, электробезопастности

2. Расчётно-конструктивная часть

2.1 Категория надёжности электроснабжения

2.2 Расчёт электрических нагрузок, компенсирующего устройства и выбор трансформатора

2.3 Расчёт и выбор элементов электроснабжения

2.4 Расчёт короткого замыкания и проверка элементов линий электроснабжения

2.4.1 Расчёт К.З

2.5 Центр электрических нагрузок и картограмма нагрузок

2.6 Расчёт заземления цеха

3. Правила техники безопасности при эксплуатации электрических

нагрузок

Заключение

Список использованных источников

**ВВЕДЕНИЕ**

Первое место по количеству потребляемой электроэнергии принадлежит промышленности, на долю которой приходится более 60% вырабатываемой в стране энергии. С помощью электрической энергии приводятся в движение миллионы станков и механизмов, освещение помещений, осуществляется автоматическое управление технологическими процессами и др. Существуют технологии, где электроэнергия является единственным энергоносителем.

В связи с ускорением научно-технологического прогресса потребление электроэнергии в промышленности значительно увеличилось благодаря созданию гибких автоматизированных производств.

Энергетической программой предусмотрено создание мощных территориально-производственных комплексов (ТПК) в тех регионах, где сосредоточены крупные запасы минеральных и водных ресурсов. Такие комплекс добывают, перерабатывают, транспортируют энергоресурсы, используя в своей деятельности различные электроустановки по производству, передаче и распределению электрической и тепловой энергии.

Энергетической программой Казахстана предусматривается дальнейшее развитие энергосберегающей политики. Экономия энергетических ресурсов должна осуществляться путем перехода на энергосберегающие технологии производства; совершенствования энергетического оборудования; реконструкции устаревшего оборудования; сокращения всех видов энергетических потерь и повышения уровня использования вторичных ресурсов; улучшения структуры производства, преобразования и использования энергетических ресурсов.

Электроснабжение любого предприятия должно быть надёжным, экономичным с возможностью загрузки на полную мощность. При расчёте электроснабжения электромеханического цеха тяжёлого машиностроения учтены категории токоприёмников цеха, учтены вопросы пожара и взрывобезопасности помещений, в которых расположено электрооборудование цеха.

В расчётно-конструкторской части курсового проекта произведены необходимые расчёты по определению мощности трансформатора, выбору его типа и количества трансформаторов установленных в помещении цеховой ТП. Выбрана оптимальная для данного цеха схема электроснабжения с расчётом токов нагрузки отходящих кабельных и проводных линий, выбраны провода воздушно-кабельной линии для запитки трансформаторов, рассчитаны токи коротких замыканий. Значение токов к.з использованы для проверки работоспособности эл.аппаратов, шин и кабелей на динамическую и термическую стойкость.

Важное значение отводится качеству электрической энергии, поэтому произведён расчёт электрических цепей на потерю напряжения. В проекте применена типовая аппаратура для комплектации силовых ящиков и щитов. Расчёт и выбор пусковой и защитной аппаратуры произведён по расчётным и пусковым токам питаемых электродвигателей.

**1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**1.1 Характеристика технологического процесса и объекта**

Электромеханический цех (ЭМЦ) предназначен для подготовки заготовок из металла для электрических машин с последующей их обработкой различными способами.

Он является одним из цехов металлургического завода, выплавляющего и обрабатывающего металл. ЭМЦ имеет станочное отделение, в котором установлено штатное оборудование: слиткообдирочные, токарные, фрезерные, строгальные, анодно-механические станки и др.

В цехе предусмотрены помещения для цеховой ТП, вентиляторной, инструментальной, для бытовых нужд и пр. ЭМЦ получает ЭСН от подстанции глубокого ввода (ПГВ). Расстояние от ПГВ до цеховой ТП – 0,5 км, а от ЭНС до ПГВ – 10км. Напряжения на ПГВ – 10 кВ.

Количество рабочих смен – 2. Потребители ЭЭ цеха имеют 2 и 3 категорию надёжности ЭСН.

Грунт в районе ЭМЦ – песок с температурой +20оС. Каркас здания цеха смонтирован из блоков секций длиной 8 и 9 м каждый.

Размеры цеха А х В х Н = 48 х 30 х 9м.

Вспомогательные помещения двухэтажные высотой 4 м.

Перечень ЭО ЭМЦ дан в таблице 1.1.1

Мощность электропотребления (Рэп) указана для одного электроприёмника.

Расположение основного ЭО показано на плане.

Таблица 1.1.1- Перечень ЭО электромеханического цеха

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № на плане | Наименование ЭО | Pэп, кВт | Примечание |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1,11 | Краны мостовые | 2,5 кВА | ПВ=25% |
| 2,12,13 | Манипуляторы электрические | 3,5 |  |
| 18 | Точильно-шлифовальные станки | 1,8 | 1 фазн. |
| 3,4,16,17 | Настольно-сверлильные станки | 2 |  |
| 5,19,20 | Токарные полуавтоматы | 9,5 |  |
| 6,7 | Токарные станки | 10,5 |  |
| 8…10,23,24,27 | Слиткообдирочные станки | 1,5 |  |
| 14,15 | Горизонтально-фрезерные станки | 7,5 |  |
| 21,22 | Продольно-строгальные станки | 9,5 |  |
| 25,28,29 | Анодно-механические станки | 65 |  |
| 26 | Электротельфер | 5 |  |
| 30,31 | Вентиляторы | 4 |  |

Большинство электроприёмников цеха относится к приёмникам трёхфазного тока напряжением до 1000 В, частотой 50 Гц (станки, вентиляторы, кран мостовой).

По режиму работы различают характерные группы приёмников:

1) электродвигатели вентиляторов работают в режиме с продолжительно неизменной или мало меняющейся нагрузкой. В этом режиме они работают продолжительное время без превышения температуры отдельных частей машины или аппарата выше допустимой.

2) станки работают длительно, но с переменной нагрузкой и кратковременными отклонениями, за время которых электродвигатель не успевает нагреться.

3) кран мостовой работает в повторно-кратковременном режиме, где так же исключается превышение температуры электродвигателя.

## 1.2 Классификация помещений по взрыво-, пожаро-,

## электробезопасности

Взрывоопасные зоны. Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации.

При определении взрывоопасных зон принимается, что:

а) взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5% свободного объема помещения;

б) взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ, если объем взрывоопасной смеси равен или менее 5% свободного объема помещения. Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность;

в) взрывоопасная зона наружных взрывоопасных установок ограничена размерами.

Примечания: 1. Объемы взрывоопасных газов и паровоздушной смесей, а также время образования паровоздушной смеси определяются в соответствии с «Указаниями по определению категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности», утвержденными в установленном порядке.

2. В помещениях с производствами категорий А, Б и Е электрооборудование должно удовлетворять требованиям к электроустановкам во взрывоопасных зонах соответствующих классов. Зоны взрывоопасности: В-І, В-Іа, В-Іб, В-Іг, В-ІІ, В-ІІа.

Все помещения механического цеха тяжёлого машиностроения являются не взрывоопасными.

Пожароопасные зоны. Пожароопасной зоной называется пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Зоны пожароопасности: П-I, П-II, П-IIа, П-IIІ.

В механическом цехе встречаются помещения следующих классов:

Зоны класса П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 0С.

Зоны класса П-IIа — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

Классификация помещений по электробезопасности. В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

1) помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

сырость или токопроводящая пыль;

токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.);

высокая температура;

возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой;

2) особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

особая сырость;

химически активная или органическая среда;

одновременно два или более условий повышенной опасности.

Данные ВПЭБ по механическому цеху приведены в (таблица 1.1.2).

Таблица 1.1.2 - Классификация помещений ЭМЦ по ВПЭБ

| Наименование  помещений | Категории | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Взрывоопасность | пожароопасность | Электробезопасность |
| Станочное отделение | \_ | П II а | ОО |
| Помещение мастера | \_ | \_ | БПО |
| Бытовка | \_ | \_ | БПО |
| Трансформаторная | \_ | П I | ОО |
| Вентиляционная | \_ | П II а | БПО |
| Инструментальная | \_ | П II а | БПО |
| Склад | \_ | П II а | БПО |
| Комната отдыха | \_ | \_ | БПО |

**2. РАСЧЕТНО**-**КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1 Категория надёжности электроснабжения**

Все электроприемники по надежности электроснабжения разделяются на три категории:

Электроприемники І категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства. Из состава электроприемников І категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприемники ІІ категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Допускается питание электроприемников ІІ категории по одной ВЛ, в том числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность проведения аварийного ремонта этой линии за время не более 1 суток Кабельные вставки этой линии должны выполняться двумя кабелями, каждый из которых выбирается по наибольшему длительному току ВЛ. Допускается питание электроприемников ІІ категории по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей, присоединенных к одному общему аппарату.

При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены повредившегося трансформатора за время не более одних суток допускается питание электроприемников ІІ категории от одного трансформатора.

Для электроприемников ІІ категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Согласно ПУЭ, электроприемники ІІ категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания.

Электроприемники III категории – все остальные электроприемники, не подходящие под определения І и ІІ категорий.

Для электроприемников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения не превышают 1 суток. Электроприемники учебных мастерских в отношении обеспечения надежности электроснабжения по заданию относятся к электроприемникам ІІ и III категорий.

Схемы цеховых сетей делят на магистральные и радиальные.

Линию цеховой электрической сети, отходящую от распределительного устройства низшего напряжения цеховой ТП и предназначенную для питания отдельных наиболее мощных приёмников электроэнергии и распределительной сети цеха, называют главной магистральной линией (или главной магистралью). Главные магистрали рассчитывают на большие рабочие токи (до 6300 А); они имеют небольшое количество присоединений.

Электромеханический цех тяжёлого машиностроения по категории надежности ЭСН относится к потребителям 2 и 3 категории. Потребители механического цеха присоединяются к сети 380/220 В, которая получает питание от понижающих трансформаторов ТМ-1000-10/0,4, называемых питающими трансформаторами.

**2.2 Расчёт электрических нагрузок, компенсирующего устройства**

**и выбор трансформаторов**

Основным методом расчёта электрических нагрузок является метод коэффициента максимума, который сводится к определению максимальных (Pм, Qм, Sм) расчётных нагрузок групп электроприёмников.

Значение Pм, Qм, Sм определяют по формулам:

**,**  (1)



, (2)

 , (3)

где: Pм – максимальная активная нагрузка, кВт;

Qм – максимальная реактивная нагрузка, кВар;

Sм – максимальная полная нагрузка, кВА;

Км – коэффициент максимума активной нагрузка;

Км′ - коэффициент максимума реактивной нагрузки;

Pсм – средняя активная мощность в наиболее загрузочную смену, кВт;

Qсм – средняя реактивная мощность в наиболее загруженную смену, кВар.

Значение Pсм, Qсм, определяют по формулам:

, (4)

, (5)

где: Ки–коэффициент использования электроприёмников, определяется на основании опыта эксплуатации и справочных данных,

Pн – номинальная активная групповая мощность, приведённая к

длительному режиму, без учёта резервных электроприёмников, кВт;

tgφ – коэффициент реактивной мощности;

Км = F(Ки, nэ) определяется по справочным данным;

nэ – эффективное число электроприёмников.

Ки.ср средний коэффициент использования группы электроприёмников,

, (6)

где: ∑Pсм, ∑Pн - суммы активных мощностей за смену и номинальных в группе электроприёмников, кВт;

nэ = F(n, m, Ки.ср, Pн) может быть определено по упрощённым вариантам справочных данных,

где: n – фактическое число электроприёмников в группе;

m – показатель силовой сборки в группе,

 , (7)

где: Pн.нб, Pн.нм – номинальные приведённые к длительному режиму активные мощности электроприёмников наибольшего и наименьшего в группе, кВт.

В соответствии с практикой проектирования принимается Км′ =1,1, при nэ ≤ 10;

Км′ = 1, при nэ > 10.

Распределение нагрузок по секциям.

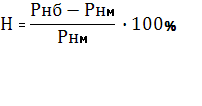
Для надёжной и бесперебойной работы оборудования вся нагрузка должна равномерно распределяться, т.е. нагрузка на секциях должна быть приблизительно одинакова.

Нагрузка основного оборудования механического цеха приведена в таблице (1.1.1). В данной таблице имеется примечание по крану мостовому, поэтому :

Кран мостовой работает в повторно-кратковременном режиме, приведем мощность электроприёмника к длительному режиму:

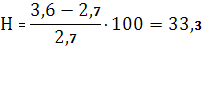
Рэп = Рэп · √ПВ = 2,5 **.** √25 = 2,5 **.** 5 = 12,5 кВт.

Точильно-шлифовальный станок запитывается от однофазной сети, и создаёт неравномерность нагрузки:



Рнб=2 **.**  Рэп=2 **.** 1,8=3,6

Рнм=1,5 **.** Рэп=1,5 **.** 1,8=2,7



Т.к., Н>15%, то

Рэп= **.** Рнб= **.** 3,6=6,2 кВт

Распределим равномерно всю нагрузку основного оборудования механического цеха и занесем данные в таблицу (2.2.2).

Таблица 2.2.1 - Распределение нагрузки по секциям

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Секция 1 | | Секция 2 | |
| РП 1 | Нагрузка приведённая P, кВт | | РП 2 |
| Кран мостовой | 12,5 | 12,5 | Кран мостовой |
| РП 3 |  |  | ШМА 2 |
| Точильно-шлифовальный станок | 6,2 | 2х4 | Вентиляторы |
| ШМА 1 |  | 6х1,5 | Слиткообдирочные станки |
| Анодно-механические станки | 2х65 | 2х7,5 | Горизонтально-фрезерные станки |
| Электротельфер | 5 |  | ШМА 3 |
| Токарные станки | 2х10,5 | 3х9,5 | Токарные полуавтоматы |
|  |  | 4х2 | Настольно-сверлильные станки |
|  |  | 65 | Анодно-механический станок |
|  |  | 2х9,5 | Продольно-строгальные станки |
|  |  |  | ШМА 4 |
|  |  | 3х3,5 | Манипуляторы электрические |
| 174,7 | Итого | | 175,5 |

Таблица 2.2.2 – Сводная ведомость электрических нагрузок по ЭМЦ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование РУ  и электроприёмников | Нагрузка установленная | | | | | | | Нагрузка средняя за смену | | | | | | Нагрузка максимальная | | | |
| Pн, кВт | n | Pн.∑  кВт | Ки | cosφ | tgφ | m | PсмкВт | Qсм,  кВт | Sсм,  кВ∙А | nэ | Км | Км′ | Pм, кВт | Qм, кВАр | Sм, кВ∙А | Iм, А |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| РП 1 |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Кран мостовой | 12,5 | 1 | 12,5 | 0,05 | 0,5 | 1,73 | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | - | - | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | 2,08 |
| Всего по РП 1 | 12,5 | 1 | 12,5 | 0,05 | 0,5 | 1,73 | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | - | - | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | 2,08 |
| РП 2 |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Кран мостовой | 12,5 | 1 | 12,5 | 0,05 | 0,5 | 1,73 | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | - | - | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | 2,08 |
| Всего по РП 2 | 12,5 | 1 | 12,5 | 0,05 | 0,5 | 1,73 | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | - | - | - | 0,6 | 1,08 | 1,25 | 2,08 |
| РП 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Точильно-шлифовальный станок | 6,2 | 1 | 6,2 | 0,14 | 0,4 | 2,29 | - | 0,868 | 1,988 | 2,17 | - | - | - | 0,868 | 1,988 | 2,17 | 3,62 |
| Всего по РП 3 | 6,2 | 1 | 6,2 | 0,14 | 0,4 | 2,29 | - | 0,868 | 1,988 | 2,17 | - | - | - | 0,868 | 1,988 | 2,17 | 3,62 |
| ШМА 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Токарный станок | 10,5 | 2 | 21 | 0,14 | 0,4 | 2,29 | - | 2,94 | 6,73 | 7,34 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2.Анодно-механический станок | 65 | 2 | 130 | 0,14 | 0,4 | 2,29 | - | 18,2 | 41,678 | 45,48 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3.Электротельфер | 5 | 1 | 5 | 0,1 | 0,5 | 1,73 |  | 0,5 | 0,865 | 0,999 | - | - | - | - | - | - | - |
| Всего по ШМА 1 | 80,5 | 5 | 156 | 0,14 | 0,44 | 2,28 | 13 | 21,64 | 49,273 | 53,8 | 5 | 2,87 | 1,1 | 62,1 | 54,2 | 82,43 | 137,4 |

Продолжение Таблицы 2.2.2 – Сводная ведомость электрических нагрузок по ЭМЦ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование РУ  и электроприёмников | Нагрузка установленная | | | | | | | | Нагрузка средняя за смену | | | | | | Нагрузка максимальная | | | |
| Pн, кВт | | n | Pн.∑  кВт | Ки | cosφ | tgφ | m | PсмкВт | Qсм,  кВт | Sсм,  кВ∙А | nэ | Км | Км′ | Pм, кВт | Qм, кВАр | Sм, кВ∙А | Iм, А |
| ШМА 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Настольно-сверлильный станок | 2 | | 4 | 8 | 0,14 | 0,4 | 2,29 |  | 1,12 | 2,56 | 2,79 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2.Слиткообдирочный станок | 1,5 | | 6 | 9 | 0,14 | 0,4 | 2,29 |  | 1,26 | 2,885 | 3,15 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3.Горизонтально-фрезерный станок | 7,5 | | 2 | 15 | 0,14 | 0,4 | 2,29 |  | 2,1 | 4,809 | 5,25 | - | - | - | - | - | - | - |
| Всего по ШМА 2 | 11 | | 12 | 32 | 0,14 | 0,44 | 2,29 |  | 4,48 | 10,254 | 11,19 | 12 | 1,96 | 1 | 8,78 | 10,25 | 13,5 | 22,5 |
| ШМА 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Токарный полуавтомат | 9,5 | | 3 | 28,5 | 0,14 | 0,4 | 2,29 |  | 3,99 | 9,13 | 9,96 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2.Вентиляторы | 4 | | 2 | 8 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |  | 4,8 | 3,6 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 3.Анодно-механический станок | 65 | | 1 | 65 | 0,14 | 0,4 | 2,29 |  | 9,1 | 20,839 | 22,74 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4.Продольно-строгальный станок | 9,5 | | 2 | 19 | 0,14 | 0,4 | 2,29 |  | 2,66 | 6,09 | 6,6 | - | - | - | - | - | - | - | |
| Всего по ШМА 3 | 88 | | 8 | 121,5 | 0,17 | 0,518 | 1,92 |  | 20,55 | 39,66 | 45,347 | 8 | 2,31 | 1,1 | 47,47 | 43,63 | 64,47 | 107,45 | |
| ШМА 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |  |  | |
| 1.Манипуляторы электрические | 3,5 | 3 | | 10,5 | 0,14 | 0,4 | 2,29 |  | 1,47 | 3,3663 | 3,67 | - | - | - | - | - | - | - | |

Продолжение Таблицы 2.2.2 – Сводная ведомость электрических нагрузок по ЭМЦ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование РУ  и электроприёмников | Нагрузка установленная | | | | | | | | Нагрузка средняя за смену | | | | | | Нагрузка максимальная | | | |
| Pн, кВт | n | Pн.∑  кВт | Ки | cosφ | tgφ | m | | Pсм кВт | Qсм,  кВт | Sсм,  кВ∙А | nэ | Км | Км′ | Pм, кВт | Qм, кВАр | Sм, кВ∙А | Iм, А |
| ЩО | - | - | 14,4 | 0,85 | 0,95 | 0,33 | - | | 12,24 | 4,0392 | 12,89 | - | - | - | 12,24 | 4,0392 | 12,89 | 21,48 |
| Всего на ШНН | - | - | - | - | - | - | - | 62,498 | | 110,7434 | 131,586 | - | - | - | 137,4495 | 119,98 | 183,97 |  |
| Потери | - | - | - | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 3,6794 | 18,397 | 18,76 |  |
| Всего на ВН | - | - | - | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 141,13 | 138,377 | 202,73 |  |

Согласно распределению нагрузок по РУ заполняется «Сводная ведомость нагрузок», (таблица 2.2.2).

Произведем расчет нагрузок на РП 1.

Определяем среднюю активную, реактивную и полную мощности за наиболее нагруженную смену:

1. Кран мостовой,

n = 1;

Рн = 12,5 кВт;

∑Рн = 12,5 кВт;

Ки = 0,05;

cosφ = 0,5;

tgφ = 1,73;

Рсм = 0,05 · 12,5 = 0,6 кВт;

Qсм = 0,6 · 1,73 = 1,08 кВАр;

Sсм =  кВА.

Поскольку на РП 1 один приемник, то максимальные активные, реактивные и полные нагрузки равны сменным:

Рм = 0,6 кВт;

Qм = 1,06 кВАр;

Sсм = 1,25 кВА;



Произведем расчет нагрузок на РП 2.

Определяем среднюю активную, реактивную и полную мощности за наиболее нагруженную смену:

1. Кран мостовой,

n = 1;

Рн = 12,5 кВт;

∑Рн = 12,5 кВт;

Ки = 0,05;

cosφ = 0,5;

tgφ = 1,73;

Рсм = 0,05 · 12,5 = 0,6 кВт;

Qсм = 0,6 · 1,73 = 1,08 кВАр;

Sсм =  кВА.

Поскольку на РП 2 один приемник, то максимальные активные, реактивные и полные нагрузки равны сменным:

Рм = 0,6 кВт;

Qм = 1,06 кВАр;

Sсм = 1,25 кВА;

Произведем расчет нагрузок на РП 3.

Определяем среднюю активную, реактивную и полную мощности за наиболее нагруженную смену:

1.Точильно-шлифовальный станок,

n=1

Рн = 6,2 кВт;

∑Рн = 6,2 кВт;

Ки = 0,14;

cosφ = 0,4;

tgφ = 2,29;

кВт



Qсм= кВАр



Sсм==2,17



Поскольку на РП 3 один приемник, то максимальные активные, реактивные и полные нагрузки равны сменным:

Рм = 0,868 кВт;

Qм = 1,988 кВАр;

Sсм = 2,17 кВА;

Произведем расчет нагрузок на ШМА 1.

1. Токарный станок,

n = 2;

Рн = 10,5 кВт;

∑Рн = 21 кВт;

Ки = 0,14;

cosφ = 0,4;

tgφ = 2,29;

Рсм = 0,14 · 21 = 2,94 кВт;

Qсм = 2,94 · 2,29 = 6,73 кВАр;

Sсм ==7,34 кВА



Расчёты средней активной, реактивной и полной мощности остальных станков производятся аналогичным способом.

Определяем Рн всего по ШМА1:

Рн = 10,5 + 65 + 5 = 80,5 кВт.

Определяем n всего по ШМА1:

n = 2 + 2 + 1 = 5.

Определяем ΣPн всего по ШМА 1:

ΣPн = 21 + 130 + 5 = 156 кВт;

Определяем суммарную активную, реактивную и полную мощности за наиболее нагруженную смену по ШМА 1 и определяем среднее значение Ku ср, cosφ и tgφ:

ΣРсм = 2,94 + 18,2 + 0,5 = 21,64 кВт;

ΣQсм = 6,73+41,678+0,865= 49,273 кВАр;

ΣSсм =53,8 кВА;



Kи.ср =;

cosφ ==0,44;



tgφ === 1,07.



Определяем показатель силовой сборки m в группе:

m = = 13;



Определяем коэффициент максимума активной нагрузки находим, по

справочным данным:

Определяем коэффициент максимума реактивной нагрузки:

Км/= 1,1, при n < 10

Определяем максимальные активную, реактивную и полную мощности (Рм, Qм, Sм) расчетных нагрузок группы электроприемников,

ΣРм = 2,87 · 21,64 = 62,1 кВт;

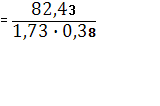
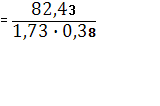
ΣQм = 1,1 · 49,273 = 54,2 кВар;

ΣSм = кВА;



Определяем максимальный ток:

ΣIм = ΣSм / √3 · Uн = 137,4 А.



Расчёт нагрузок по ШМА2 и всего по ШМА2 производится аналогично.

Произведем расчет нагрузок на ЩО:

Рщо = Руд · S,

где Руд = 10;

S- площадь цеха;

Рщо = 10 · (48 · 30) = 10 · 1440 = 14400 Вт или 14,4 кВт;

Рсм = Ku · ΣPн = 0.85 · 14.4 = 12,24 кВт;

Qсм = Pсм · tgφ = 12.2 · 0.33 = 4,0392 кВар;

Sсм = кВ · А;

Iм = 12,89 / 0,66 = 21,48 А.

Произведем расчет нагрузок на ШНН:

Определяем нагрузку на ШНН, как сумму всех мощностей максимальной и средней нагрузки;

ΣРсм.шнн = 21,64 + 4,48 + 20,55 + 1,47+0,6+0,6+0,868+12,24 = 62,498 кВт;

ΣQсм.шнн = 49,273 + 10,254 + 39,6604 + 3,3663+ 1,08+1,08+1,988+4,0392=

=110,7434 кВАр;

ΣSсм.шнн = 53,819 + 11,19 + 45,347 + 3,67+1,25+1,25+2,17+12,89 = =131,586 кВА;

ΣРм.шнн = 62,1 + 8,78 + 47,47 + 4,73+0,6+0,6+0,868+12,24 = 137,4495 кВт;

ΣQм.шнн = 54,2 +10,254+ 43,63 + 3,7+1,08+1,08+1,988+12,24= 119,98 кВАр;

ΣSм.шнн = 82,43 + 13,5 + 64,47 + 6,01+1,25+1,25+2,17+12,24 = 183,97 кВА.

Произведем расчет потерь:

∆Рм = 0,02 · 183,97 = 3,6794 кВт;

∆Qм= 0,1 · 183,97 = 18,397 кВАр;

∆Sм =**** кВА;

Произведем расчет нагрузок на ВН:

Рм.вн = 137,4495+3,6794 = 141,13 кВт;

Qм.вн = 119,98+18,397=138,377 кВАр;

Sм.вн =183,97+18,76=202,73 кВА;

Определяем расчетную мощность трансформатора с учетом потерь, но без компенсации реактивной мощности:

Sт ≥ Sр = 0,7 Sм.вн = 0,7 · 202,73 = 141,911 кВА.

Sт ≥ 141,911 кВА

Выбирается трансформатор ТМ-160-10/0,4.

Таблица 2.2.3 - Данные силового трансформатора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип и мощность  кВ∙А | Номинальное напряжение  обмоток, кВ | | Iхх,% | ∆Uк∙% |
| ТМ-160 | ВН | НН | 2,4 | 4,5 |
| 6 ; 10 | 0,4 |

Расчёт и выбор компенсирующего устройства

Определяется расчётная мощность КУ:

tgφ = 110,7434 / 62,498 = 1,77;

Принимается cosφк = 0,92, тогда tgφк = 0,42;

Qку = 137,4495 ∙ 0,7 ∙ (1,77-0,42) =129,9 кВАр.

Выбирается конденсаторная установка: КС2-1,05-60-2У1, 2шт. 2х60, мощностью 60 кВАр, напряжением 0,38 кВ

**2.3 Расчёт и выбор элементов электроснабжения**

Аппаратура зашиты должна выбирается исходя из устойчивой работы в нормальном и аварийном режимах системы.

Аппаратура зашиты и управления выбирается для ответвлений на основании номинальных участков сетей - исходя из расчетных нагрузок на защищаемый участок цепи. Исполнение аппарата выбирается с учетом условий размещения аппаратов на объекте, также должна быть обеспечена селективность работы зашиты, то есть соблюдение условий, при которых в первую очередь срабатывает аппарат, ближайший со стороны питания к участку цепи с нарушенным токовым режимом. Для зашиты сетей используется предохранители, а также автоматические выключатели.

В данном случае будут выбраны силовые сборки с автоматическим выключателем.

Для выбора аппарата защиты нужно знать ток в линии, где он установлен, тип его и число фаз.

Линия ШМА – ЭП Токарный станок:

Рн=10,5; Uн=0,38 кВ; cosφ = 0,5; η = 1;

Iн==31,9 А



Iнр ≥ 1,25 Iн;

Iнр ≥ 1,25 · 31,9 = 39,875 А

Выбираем автоматический выключатель:

ВА 51-31-1;

Uн = 380 В;

Iн = 100 А;

Iнр = 40 А;

Для последующих электроприемников расчет производится аналогично и сводится в таблицу (2.3.1).

Таблица 2.3.1 - Защитная аппаратура

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Электроприемники | Рном, КВт | | Iном, А | | | | Iн.расц, А | | | | Тип защитной аппаратуры | | | Католож.  данные  Iн/Iр | | |
| Линия ШНН1 – ШМА1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - |  | | 137,4 | | | | 171,75 | | | | ВА 51-35 | | | 250/200 | | |
| Линия ШМА1 – ЭП | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Токарный станок | 10,5 | | 31,9 | | | | 39,875 | | | | ВА 51-31-1 | | | 100/40 | | |
| Анодно-механический станок | 65 | | 197,7 | | | | 247,125 | | | | ВА 51–35 | | | 250/250 | | |
| Продолжение таблицы 2.3.1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Электротельфер | 5 | | 15,2 | | | | 19 | | | | ВА 52–31 | | | 100/20 | | |
| Линия ШМА2 – ЭП | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Настольно-сверлильный станок | 2 | | 6,08 | | | | 7,6 | | | | ВА 51-31-1 | | | 100/10 | | |
| Слиткообдирочный станок | 1,5 | | 4,56 | | | | 5,7 | | | | ВА 51-25 | | | 25/6,3 | | |
| Горизонтально-фрезерный станок | 7,5 | | 22,8 | | | | 28,5 | | | | ВА 51-31-1 | | | 100/31,5 | | |
| Линия ШМА3 – ЭП | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Токарный полуавтомат | 9,5 | | 28,9 | | | | 36,1 | | | | ВА 51-31-1 | | | 100/40 | | |
| Вентилятор | 4 | | 12,2 | | | | 15,25 | | | | ВА 51-25-1 | | | 25/16 | | |
| Продольно-строгальный станок | 9,5 | | 28,9 | | | | 36,1 | | | | ВА 51-31-1 | | | 100/40 | | |
| Линия ШМА4 – ЭП | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Манипуляторы электрические | | 3,5 | | 10,65 | | | | 13,3 | | | | ВА 51-25 | | | 25/16 | |
| Линия РП1(2) – ЭП | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Кран мостовой | 12,5 | | | | 38,3 | | | | 47,5375 | | | | ВА 51-31-1 | | | 100/50 |
| Линия РП3– ЭП | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Точильно-шлифовальный станок | | 6,2 | | | | 18,8 | | | | 23,5 | | ВА 51-25 | | | | 25/25 |

Для выбора сечения проводника, по условиям нагрева токами нагрузки, сравнивают расчётный максимальный ток и допустимых для проводника принятой марки и условий его прокладки. При этом должны соблюдаться соотношение Ip≤Iдоп.

Кабели классифицируют: по материалу, из которого они изготовлены, сечением и вида изоляции, механической прочности.

В электрических изделиях в основном применяют кабели из меди и алюминия.

Выбираем кабели для запитки станков по их допустимому току (Iдоп, А) из справочных данных и заносим в таблицу (2.3.2).

Таблица 2.3.2 - Выбор линий электроснабжения электрооборудования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер эл/прием. | Pном,  кВт | Iном, А | Iн.расц,  А | Марка пров. | Сечение провода мм² | Iдоп А |
| Линия ШНН1 – ШМА1 | | | | | | |
| - |  | 137,4 | 171,4 | ВВГ | 3х95 | 60 |
| ШМА1 | | | | | | |
| Продолжение таблицы 2.3.2 | | | | | | |
| Токарный станок | 10,5 | 31,9 | 39,875 | ВВГ | 3х6 | 45 |
| Анодно-механический станок | 65 | 197,7 | 247,125 | ВВГ | 3х70 | 200 |
| Электротельфер | 5 | 15,2 | 19 | ВВГ | 3х2,5 | 28 |
| ШМА2 | | | | | | |
| Настольно-сверлильный станок | 2 | 6,08 | 7,6 | ВВГ | 3х2,5 | 28 |
| Слиткообдирочный станок | 1,5 | 4,56 | 5,7 | ВВГ | 3х2,5 | 28 |
| Горизонтально-фрезерный станок | 7,5 | 22,8 | 28,5 | ВВГ | 3х4 | 37 |
| ШМА3 | | | | | | |
| Токарный полуавтомат | 9,5 | 28,9 | 36,1 | ВВГ | 3х6 | 45 |
| Вентилятор | 4 | 12,2 | 15,25 | ВВГ | 3х2,5 | 28 |
| Продольно-строгальный станок | 9,5 | 28,9 | 36,1 | ВВГ | 3х6 | 45 |
| ШМА4 | | | | | | |
| Манипуляторы электрические | 3,5 | 10,65 | 13,3 | ВВГ | 3х2,5 | 28 |

**2.4 Расчёт короткого замыкания и проверка элементов линий электроснабжения**

2.4.1 Расчёт К.З.

Рассчитать токи короткого замыкания (КЗ) – это значит:

- по расчётной схеме составить схему замещения, выбрать токи КЗ;

- рассчитать сопротивления;

- определить в каждой выбранной точке 3-фазные, 2-фазные и 1-фазные точки КЗ. Заполнить сводную ведомость токов КЗ.

Схема замещения представляет собой вариант расчетной схемы, в которой все элементы заменены сопротивлениями, а магнитные связи – электрическими. Точки КЗ выбираются на ступенях распределения и на конечном электроприёмнике. Точки КЗ нумеруются сверху вниз, начиная от источника.

Вычисляются сопротивления элементов и наносятся на схему замещения:

Ic= 160 / √3 **.**10 = 9,2 А.

По схеме ЭСН расчётной ВЛ АС – 3 х 10; Iдоп= 84 А; хо= 0,4 Ом/км;

хс/ = 0,4 **.** 3= 1,2 Ом;

ro= 103 / 30 **.** 10= 3,33 Ом/км;

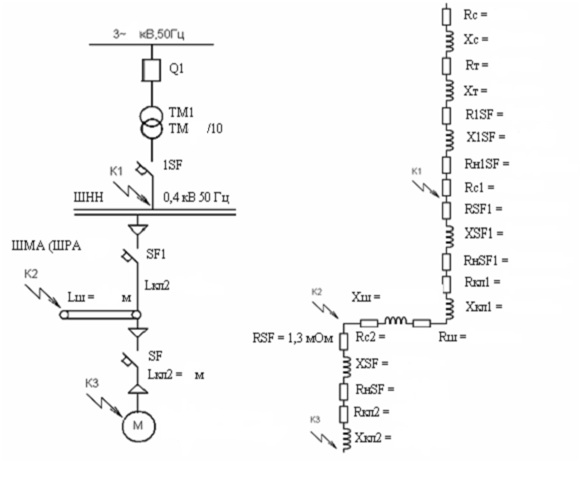


Рисунок 1 - Схема ЭСН расчётная

Rс/ = 3,33 **.** 3 = 10 Ом.

Сопротивления приводятся к НН:

Rc = 10(0,4 / 10)2 **.** 103 = 16 Ом;

хс= 1,2 (0,4 /10)2 **.** 103 = 1,92 Ом.

Для трансформаторов из справочных данных:

Rт = 16,6 Ом; хт = 41,7 мОм; Zт = 45 мОм; Zт(1) = 487 мОм.

Для кабельных линий из справочных данных:

КЛ1: ro= 0,195 мОм/м; хо= 0,0602 мОм/м;

Rкл1= 0,195**.** 10= 1,95 мОм;

Хкл1= 0,0602 **.** 10=0,602 мОм

КЛ2: ro= 7,4 мОм/м; хо= 0,104 мОм/м;

Rкл2= 7,4 **.** 5 = 37 мОм;

Хкл1= 0,104**.** 5 = 0,52 мОм.

Для шинопровода ШРА 250 из справочных данных:

ro= 0,21 мОм; хо= 0,21 мОм;

roн= 0,42 мОм; хон= 0,42 мОм;zон=0,59

Rш= 0,21**.** 5 = 1,05 мОм;

Хш= 0,21**.** 5 = 1,05 мОм.

Для ступеней распределения из справочных данных:

Rc1= 20 мОм; Rc2= 25 мОм.

Упрощается схема замещения, вычисляются эквивалентные сопротивления на участках между точками КЗ и наносятся на схему:

Rэ1= 16 + 16,6 + 0,15 + 0,4 = 33,15 мОм;

Хэ1= 1,92 + 41,7 + 0,17 = 43,79 мОм;

Rэ2= 0,4 + 0,6 + 1,95 + 1,05 + 25 = 29 мОм;

Хэ2= 0,5 + 0,602 + 1,05 = 1,652 мОм;

Rэ3= 1,3 + 0,75 + 37 = 39,05 мОм.

Xэ3= 1,2 + 0,52 = 1,72 мОм

Вычисляются сопротивления до каждой точки КЗ и заносятся в сводную ведомость:

Rк1 = Rэ1 = 33,15 мОм; Хк1= Хэ1 = 43,79 мОм;

Zк1= мОм;

Rк2= 33,15 + 29 = 62,15 мОм;

Хк2= 43,79 + 1,652 = 45,442 мОм;

Zк2=  мОм;

Rк3= 62,15 +39,05 = 101,2 мОм;

Хк3= 45,442 + 1,72 = 47,162 мОм;

Zк3=  мОм;

; ;  .

Определяются коэффициенты Ку и q:

Ку1 = F(0,77) = 1,0;

Ку2 = F(1,4) = 1,0;

Ку3 = F(2,1)= 1,0;

q1 = ; q2 = q3 = 1.

Определяются 3- фазные и 2- фазные токи КЗ и заносятся в сводную ведомость:

кА;

кА;

кА;

Iук1= 1 **.** 4,2 = 4,2 кА;

Iук2= 1 **.** 4,8 = 4,8 кА;

Iук3= 1 **.** 1,97 = 1,97 кА;

iук1= 1,41 **.** 1 **.** 4,2 = 5,9 кА;

iук2= 1,41 **.** 1 **.** 4,8= 6,8 кА;

iук3= 1,41 **.** 1 **.** 1,97 = 2,8 кА;

 кА;

кА;

кА;

Для кабельных линий:

Хпкл1= 0,0602 **.** 10 = 0,602 мОм;

Rпкл1= 2 **.** 0,195 **.** 10 = 3,9 мОм;

Rпш= 0,42 **.** 5 = 2,1 мОм;

Хпш= 0,42 **.** 5 = 2,1 мОм;

Rпкл2= 2 **.** 7,4 **.** 5 = 74 мОм;

Хпкл2= 0,104 **.** 5 = 0,52 мОм;

Rc1= Zп1 = 20 мОм;

Rп2= 20 + 3,9 + 25 + 2,1 = 51 мОм;

Хп2= 0,602 + 2,1 = 2,702 мОм;

Zп2=  мОм;

Rп3= 51 + 74 = 125 мОм;

Хп3= 2,702 + 0,52 = 3,622 мОм;

Zп3=  мОм;

 кА

 кА

 кА

Таблица 2.4.1.1 – Сводная ведомость токов КЗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точ  КЗ | Rк,  мОм | Хк,  мОм | Zк, мОм | Rк/Хк | Ку | q | , кА | iук, кА | , кА | , кА | Zп, мОм | , кА |
| К1 | 33,15 | 43,79 | 55 | 0,77 | 1,0 | 1 | 4,2 | 5,9 | 4,2 | 3,6 | 20 | 1,26 |
| К2 | 62,15 | 45,442 | 77 | 1,4 | 1,0 | 1 | 4,8 | 6,8 | 4,8 | 4 | 51 | 1,03 |
| К3 | 101,2 | 47,162 | 111,6 | 2,1 | 1,0 | 1 | 1,97 | 2,8 | 1,97 | 1,7 | 125 | 0,76 |

2.4.2 Проверка элементов линий электроснабжения. Согласно условиями по токам КЗ АВ проверяются на надёжность срабатывания:

1SF: 1,26 ≥ 3 **.** 0,32; 1,26 ≥ 0,32;

1SF2: 1,03 ≥ 3 **.** 0,2; 1,03 ≥ 0,6;

SF4: 0,76 ≥ 3 **.** 0,02; 0,76 ≥ 0,06;

Надёжность срабатывания автоматов обеспечена.

**2.5 Центр электрических нагрузок и картограмма нагрузок.**

mа= 1,5 / 3,14 **.** 0,52 = 1,9;

Полученный масштаб подставляем в ЭП с max мощностью и определяем радиус активной мощности:

Rа= 

Аналогичным способом находим радиусы активных мощностей остальных станков.

Находим радиусы реактивных мощностей: (mр= mа), mр= 1,9

Q = 65 **.** 1,73 = 148,85

Определяем радиус реактивной мощности ЭП с max мощностью:

Rр=

Аналогичным способом находим радиусы активных мощностей остальных станков.

Радиусы активных и реактивных мощностей сведены в таблицу 2.6.1.

Таблица 2.5.1 – Картограмма нагрузок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № на плане | Р, кВт | Ra | Q, кВАр | Rp |
| 25,28,29 | 65 | 3,3 | 148,85 | 5 |
| 1,11 | 12,5 | 1,45 | 21,625 | 2 |
| 2,12,13 | 3,5 | 0,8 | 8,015 | 1 |
| 18 | 6,2 | 1,02 | 14,198 | 1,5 |
| 3,4,16,17 | 2 | 0,56 | 4,58 | 0,9 |
| 5,19,20 | 9,5 | 1,26 | 21,755 | 2 |
| 6,7 | 10,5 | 1,33 | 24,045 | 2 |
| 8-10,23,24,27 | 1,5 | 0,5 | 3,435 | 0,8 |
| Продолжение таблицы 2.5.1. | | | | |
| 14,15 | 7,5 | 1,1 | 17,175 | 1,7 |
| 21,22 | 9,5 | 1,26 | 21,755 | 2 |
| 26 | 5 | 0,9 | 8,65 | 1,2 |
| 30,31 | 4 | 0,8 | 3 | 0,7 |

Хоа =





Уоа= 





Хор = 







Уор =









По найденным координатам Хоа ; Уоа ; Хор и Уор на плане расположения оборудования ЭМЦ определяем расположение центра активной и реактивной нагрузок.

**2.6** **Расчёт заземления цеха**

А х В = 48 х 30 = 1440 м;

Uлеп = 10 кВ;

Lлеп(кл) =0,5 км;

Uн = 0,4 кВ;

ρ = 800 Ом **.** м ( песок с галькой);

 климатический район – 3;

вертикальный электрод – стальная полоса (40 х 40 мм), Lв = 5м;

вид ЗУ – контурное;

горизонтальный электрод – круглая сталь (10 мм).

Определяем расчётное сопротивление одного вертикального электрода:

rв = 0,3 **.** ρ **.** Ксез.в = 0,3 **.** 800 **.** 1,5 = 360;

Из справочных данных Ксез.в = F(верт, 3) = 1,5.

Определяем предельное сопротивление совмещённого ЗУ:

Rзу1 ≤ Ом (для ЛЭП ВН)

 А.

Требуемое по НН Rзу2 ≤ 4 Ом на НН;

Принимается Rзу2 = 4 Ом (наименьшее из двух), но так как ρ > 100 Ом **.** м, то для расчёта принимается:

Rзу ≤ 4 **.** (ρ/100) = 32 Ом.

Определяем количество вертикальных электродов:

- без учёта экранирования (расчётное):

N/вр = rв / Rзу= 360 / 32 = 11,25,

принимается N/вр = 12;

- с учётом экранирования:

Nвр = N/вр / ηв = 12 / 0,76 = 16,

Принимается Nв = 16;

Из справочных данных ηв = 0,76.

Размещаем ЗУ на плане, уточняем расстояния и наносим на план.

Так как контурное ЗУ закладывается на расстояние не менее 1м, то длина по периметру закладки равна:

Lп = (А + 2) **.** 2 + (В + 2) **.** 2 = (48 + 2) **.** (30 + 2) **.** 2 = 100 + 64 = 164 м,

Тогда расстояние между электродами уточняется с учётом формы объекта. По углам устанавливаем по одному вертикальному электроду, а оставшиеся – между ними. Для равномерного распределения электродов окончательно принимаем Nв = 30, тогда:

аВ = В/ / nВ – 1 = 32 / 5-1 = 8 м;

аА = А/ / nА – 1 = 50 / 5-1 = 12,5м,

где аВ – расстояние между электродами по длине объекта, м;

аА – расстояние между электродами по длине объекта, м;

nВ – количество электродов по ширине объектов;

nА – количество электродов по длине объекта.

Nв = 16

Lв = 5м

Lп = 164м

Rзу = 32 Ом

Рисунок 2 - План ЗУ подстанции

Для уточнения принимаем средние значение отношения:





Из справочных данных уточняем коэффициенты использования:

ηв = F (конт.; 1,75; 16) = 0,64;

ηr = F (конт.; 1,75; 16) = 0,32.

Определяются уточненные значения сопротивления вертикальных и горизонтальных электродов:

Ом;

Из справочных данных Ксез.r = F(3) = 2,3;

Rв = rв / Nв**.** ηв = 360 / 16 **.** 0,64 = 35 Ом.

Определяем фактическое сопротивление ЗУ:

Rзу.ф = (Rв**.** Rr) / (Rв+Rr) = (35 **.** 98) / (35 **+** 98) = 26 Ом;

Rзу.ф(26) < Rзу(32),

следовательно, ЗУ эффективно.

**3. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

Настоящие Правила должны соблюдаться при обслуживании действующих электроустановок электрических станций, электрических и тепловых сетей.

Настоящие Правила должны также соблюдаться при допуске персонала специализированных для выполнения работ в электроустановках, эксплуатируемых в соответствии с настоящими Правилами. Настоящие Правила могут быть изменены и дополнены только органами их утвердившими.

Средства защиты, используемые в соответствии с настоящими Правилами, должны удовлетворять требованиям государственных стандартов, а также Правил применения и испытания средств защиты, не пользуемых в электроустановках.

Правила являются обязательными. Инструкции по охране труда для рабочих и служащих должны быть приведены в соответствии с настоящими Правилами.

Каждый работник, если он не может принять меры к устранению нарушений Правил, обязан немедленно сообщить вышестоящему руководству о всех замеченных им нарушениях, а также о предоставляющих опасность для людей неисправностях электроустановок и применяемых при работе машин, механизмов, приспособлений, инструмента и средств защиты.

Запрещается выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям настоящих Правил.

Для безопасного проведения работ должны выполняться следующие организационные мероприятия:

назначение лиц, ответственных на безопасное ведение работ;

выдача наряда или распоряжения;

выдача разрешения на подготовку рабочих мест и на допуск;

подготовка рабочего места и допуск;

надзор при выполнении работ;

перевод на другое рабочее место;

оформление перерывов в работе и ее окончание.

Ответственными за безопасное ведение работ являются:

выдающие наряд, отдающий распоряжение;

руководитель работ;

лицо, дающее разрешение на подготовку рабочего места и на допуск;

лицо, подготавливающее рабочее место;

допускающий;

производитель работ;

наблюдающий;

член бригады.

Выдающий наряд, распоряжение устанавливает возможность безопасного выполнения работы. Он отвечает за достаточность и правильность указанных в наряде мер безопасности, за качественный и количественный состав бригады и назначение ответственных лиц, а также за соответствие выполняемой работе групп по электробезопасности перечисленных в наряде работников.

Правила выдачи нарядов и распоряжений предоставляется работникам из административно-технического персонала предприятия и его структурных подразделений.

При неотложных работах в случае отсутствия лиц из административно-технического персонала, имеющих право выдачи нарядов, допускается выдача нарядов и распоряжения работниками с группой IV из дежурного персонала данной электроустановки.

Предоставление дежурному персоналу правила выдачи нарядов в этих случаях должно быть оформлено письменным указанием руководства предприятия.

Руководитель работ отвечает за выполнение всех указанных в наряде мер безопасности и их достаточность, полноту и качество инструктажа бригады, проводимого допускающим и производителем работ, а также организацию безопасного ведения работ.

Руководителями работ должны назначаться инженерно-технические работники с группой V. В тех случаях, когда отдельные этапы работы необходимо выполнять под непрерывным надзором и руководством руководителя работ, выдающий наряд должен делать запись об этом в строке «отдельные указания» наряда.

Лицо, дающее разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск, несет ответственность за достаточность предусмотренных для выполнения работы мер по отключению и заземлению оборудования и возможность их осуществления, а также за координацию времени и места работы допускаемых бригад.

Лицо, дающее разрешение на подготовку рабочего места и их допуск, обязано сообщить дежурным или лицам на оперативно-ремонтного персонала, подготавливающим рабочее место, а также допускающим о предварительно выполненных операциях по отключению и заземлению оборудования.

Давать разрешение на подготовку рабочих мест имеют право работники из дежурного персонала с группой IV в соответствии с должностными инструкциями, а также работники из административно-технического персонала, уполномоченных на это указанием по предприятию.

Лицо, подготавливающее рабочее место, отвечает за правильное и точное выполнение мер по подготовке рабочего места, указанных в наряде, а также требуемых по условию работы.

Подготавливать рабочие места имеют право дежурные или работники из оперативно-ремонтного персонала, допущенные к оперативным переключениям данной электроустановки.

Допускающий отвечает за правильность и достаточность принятых мер безопасности и соответствии их мерам, указанным в наряде, характеру и месту работы, за правильный допуск к работе, а также за полноту и качество проводимого им инструктажа.

Производитель работ отвечает:

за соответствие подготовленного рабочего места указаниям наряда;

за четкость и полноту инструктажа членов бригады;

за наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений;

за сохранность на рабочем месте ограждений, знаков и плакатов безопасности, запирающих устройств;

за безопасное проведение работы и соблюдение настоящих Правил.

Наблюдающий должен назначаться для надзора за бригадами работников, не имеющих право самостоятельно работать в электроустановках.

Наблюдающий отвечает:

за соответствие подготовленного рабочего места указаниям нарядам;

за наличие и сохранность установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов и знаков безопасности, запирающих устройств проводов;

за безопасность членов бригады в отношении поражения электрическим током электроустановки.

Каждый член бригады обязан выполнять настоящие Правила и инструктивные указания, полученные при допуске к работе и во время работы, а также требования местных инструкций по охране труда.

Трансформаторы тока. Разрывать цепи, подключенные к вторичным обмоткам трансформатора тока, запрещается. При необходимости разрыва этих цепей они должны быть предварительно замкнуты перемычкой, установленной до предлагаемого места разрыва (считая от трансформатора тока). Устанавливая перемычку, следует применить инструмент с изолирующими рукоятками. При работе на трансформаторах тока или в цепях, подключенных к их вторичным обмоткам, должны соблюдаться следующие меры предосторожности:

зажимы вторичных обмоток до окончания монтажа подключаемых к ним цепей должны быть замкнуты накоротко. После присоединения смонтированных цепей к трансформаторам тока закоротка должна переноситься на ближайшую сборку зажимов и сниматься только после полного окончания монтажа и проверки правильности присоединения смонтированных цепей;

при проверке полярности до подачи импульсов тока первичную обмотку приборы должны быть присоединены к зажимам вторичной обмотки.

Запрещается использовать шины первичных обмоток в качестве токоведущих при монтажных и сварочных работах.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Курсовой проект по дисциплине «Электроснабжение предприятий и гражданских зданий» рассчитан согласно рекомендованным методикам. В процессе выполнения курсового проекта по теме «ЭСН И ЭО электромеханического цеха» изучена техническая и справочная литературу, составлены однолинейные и развернутые схемы электроснабжения. Рассчитаны сменные и максимальные активные, реактивные и полные нагрузки электроприемников методом коэффициента использования и коэффициента максимума. Все коэффициенты выбраны из справочной литературы, с условием всех требований ПУЭ.

Электроприемники, работающие в повторно-кратковременном режиме были приведены к длительному режиму работы. Также обоснован выбор силового трансформатора с учетом категории электроснабжения механического цеха, определён коэффициент загрузки трансформатора с учетом компенсирующих устройств. В процессе выполнения курсового проекта рассчитаны аппараты защиты для всех электроприемников и выбраны марки кабеля по сечению и допустимому току, согласно требованиям ПУЭ.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ермилов А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 208 с.
2. Козлов В. А. Электроснабжение городов. - П.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-е,1988.
3. Коновалова Л. Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учеб. пособие для техникумов. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

4. Кудрин Б.И., Прокопчик В.В. Электроснабжение промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1988.

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций: Справ, материалы для курсового и дипломного проектирование: Учеб. пособие для вузов - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных установок: Учеб. для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. Рожкова Л.Д., Козулин Б.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Справочник по проектированию электроснабжения /под ред. Ю.Г. Барыбина и др. - М.:/Энергоатомиздат, 1990.
5. Федоров А.А., Каменев В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
6. Федоров А.А., Стариков Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
7. Данилов Н.И. Энергосбережение. Екатеринбург, Энерго-Пресс, 1999, 109 с.