|  |  |
| --- | --- |
| **Лого1** | **Негосударственное частное образовательное учреждение****высшего образования** **«Технический университет УГМК»** |

**Кафедра энергетики**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по дисциплине «**Электрическое хозяйство горных и промышленных предприятий**»**

**на тему:** «Электроснабжение технологического комплекса сортопрокатного цеха производства сортовых металлов в филиале ПАО «Надеждинский металлургический завод" г. Серов»

**Выполнил:**Хвостанцев Ю.В.

студент группы Эн-16203

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*подпись студента*

**Проверил:**

Жаткин А.Н.

к.т.н.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*оценка за работу*

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*подпись преподавателя*

г. Верхняя Пышма

2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……………………………………………………………………..….…2

1. Общая часть………………………………………………………………..…....4

1.1.Сортамент и марки …………….…………………………………………...…4

1.2. Характеристика оборудования …………………………………………..…..5

2. Расчетная часть………………………………………………………………….7

2.1. Расчет по методу коэффициента использования электрического

освещения цеха…………………………………………………………………….7

2.2. Электроснабжение объектов……………………………………………….…9

2.2.1. Расчет электрических нагрузок цеха. …………………………………...…9

2.2.2. Выбор числа и мощности питающих трансформаторов………………....15

2.2.3. Расчет и выбор компенсирующего устройства…………………………...21

2.2.4. Расчет и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения…………22

2.2.5. Выбор проводов и кабелей, проверка по допустимому нагреву…….......23

2.2.6. Расчет токов короткого замыкания………………………………….....….25

2.2.7. Проверка силовых выключателей ВН……………….…………….….......28

2.2.8. Расчет заземляющего устройства электроустановок………………….....29

Заключение………………………………………………………………...…..…..31

Спецификация……………………………………………………………………..32

Список используемой литературы………………………………………..…..….33

Графическая часть

1. План расположения оборудования и прокладки электрической сети………35

2. Принципиальная однолинейная электрическая схема электроснабжения

объекта………………………………………………………………………….….36

**Введение.**

Надеждинский металлургический завод основанный в 1896 г, был построен с целью прокатки рельсов на базе мартеновского передела древесно-угольного чугуна из чистых окаленных руд Богословского горного округа. Рельсы и профили для рельсовых скреплений предназначались для прокладки Транссибирской железнодорожной магистрали. В 1931 г. производство рельсов было прекращено и завод перешел на выпуск качественной сортовой стали для машиностроения.

ПАО "Надежденский металлургический завод" один из старейших металлургических заводов с полным металлургическим циклом на Урале и в России. Для выживания в новой рыночной ситуации завод должен иметь возможность выпускать продукцию, которая по своим эксплуатационным характеристикам и ценам не уступает продукции конкурентов на внутреннем и мировом рынке.

В настоящее время номенклатура продукции предприятия, предлагаемой покупателям, достаточно широка и включает: прокат стальной горячекатаный квадратный, круглый и шестигранный; прокат калиброванный; прокат круглый со специальной отделкой поверхности; заготовка трубная; сталь буровая пустотелая; прутки круглые высокой точности из высокопрочной стали; уголки стальные горячекатаные равнополочные; заготовка квадратная горячекатаная; чугун передельный; шлак доменный гранулированный; купорос железный технический.

Продукция завода широко используется во всех отраслях промышленности страны и поставляется на экспорт в ближнее и дальнее зарубежье. Потребителями завода являются различные машиностроительные предприятия: "ГАЗ", "УАЗ", "ВАЗ", "Красноярский завод комбайнов", "Уралэлектротяжмаш", "Уралмаш" и др. А также металлургические, конструкционные заводы и другие предприятия из разных городов РФ: Самары, Саратова, Екатеринбурга, Иркутска, Воронежа, Челябинска, Новосибирска, Мурома, Уфы, Казани, Елабуги и других городов.

Из стран ближнего зарубежья основными потребителями являются такие страны как Казахстан, Украина, Белоруссия и Узбекистан.

Самые крупные зарубежные потребители - это фирмы из Италии, Лихтенштейна, Франции, а также Великобритании, Германии и Китая.

Основными видами деятельности являются:

- производство чугуна, стали, проката;

- капитальное строительство, строительно-монтажные работы;

- организация оптовой и розничной торговли продукции производственно технического назначения и товарами народного хозяйства;

- рекламно-издательская и полиграфическая деятельность;

- организация и эксплуатация гостиничных комплексов, общежитий, баз отдыха, клубов, детских дошкольных учреждений, санаториев и т.д.;

- оказание транспортных и складских услуг;

-экспортно-импортные операции;

- производство, передача, распределение и продажа воды, сжатого воздуха, кислорода, азота, тепловой и электрической энергии;

- строительство дорог, производство асфальта и бетонных смесей.

Предприятие ПАО "Надежденский металлургический завод" по уровню применяемой технологии и технической оснащенности производства, по рабочему состоянию металлургических агрегатов и основных фондов, по наличию обученного и квалифицированного персонала может обеспечить освоение и выпуск высококачественной металлопродукции. Но так как основные фонды завода устарели и не могут обеспечить подлежащее качество продукции, то в настоящее время на предприятии ведется реконструкция всех основных производств.

В последние два десятилетия в мировой металлургии идет технологическая революция. Промышленно развитые страны провели ее форсированно в 1980- 1990 годы. Революция эта до последнего времени шла в обход России. Поэтому сегодня необходимо выбрать правильные ориентиры стратегического развития и начать их реализацию.

Сегодня заводу необходимо вписаться в эту технологическую революцию, обеспечив условия для возврата старых и завоевания новых рынков сбыта продукции.

Эти обстоятельства явились основой для принятия руководством ООО "УГМК-Холдинг" решения об утверждении разработанной "Программы развития, реконструкции и технического перевооружения ПАО

"Надежденский металлургический завод""

При разработке проекта использован передовой зарубежный и отечественный опыт реконструкции металлургических заводов, что позволяет определить их в некоторых вопросах выбора используемого оборудования и технологии. Для реализации проекта потребуется привлечение инофирм для поставки некоторого высокоэффективного оборудования, не имеющего отечественных аналогов.

В последнее время появилась тенденция к переходу от мартеновского способа производства стали к электросталеплавильному, который является более дешевым и производительным благодаря меньшим потерям материалов и большей интенсивности производства. Кроме того, благодаря внепечной обработке стали снижается расход дорогих ферросплавов, брак и отходы.

На базе существующего сортамента должна быть увеличена технологическая гибкость производства, что позволит в короткий период перестраиваться в зависимости от конъюнктуры рынка.

**1. Общая часть.**

* 1. Сортамент и марки.

Сегодня сортопрокатный цех (СП1Д) работает в составе среднесортного стана «450» и мелкосортного стана «320». Производит сортовой прокат круглого сечения диаметром от 10 до 120 мм, шестигранного сечения размером от 11 до 75 мм, квадратного сечения размером от 55 до 90 мм. Также здесь производится пустотелый прокат круглого и шестигранного сечения с круглым осевым каналом для бурового инструмента и валов погружных электродвигателей (ПЭД).

Таблица 1 – Марки выпускаемой стали.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группастали | Марка стали | Размерпроката,Мм | Продал.Нагрева,час | Темпер, металла |
| При выдачи из печи | В начале прокатки после 2-го прохода |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 10-50; У7; 15Г-65Г; 15Х-50Х; 27СГ; 55С2; 60С2; А12; 40ХС; 18ХГТ; 30ХГСА- 35ХГСА; 40ХН-50ХН; 12ХН2; 20ХНЗА; СтЗсп; 12Х2Н4Х; 40ХГНМ; 53ХМЮ; 19ХГН; 15ХР; 15ХГН2Н4Х; 20ХГНР; АС 14; 30ХГСНА; АЦ28ХГН2; АФБ; 60Г2С; С1018; С1030; С1045; СК35; SCM415; SCM440; S45C; SAE1045; SAE4140; SAE4120; SAE4115; 42Сг. | 32-5051-110 | 2,52,0 | 1180±20{ | 1150±20 |
| 2 | ШХ15; АС35Г2; 43. | 32-5051-90 | 3,02,5 | 1130±20 | 1110±20 |
| 3 | Буровая сталь; У 7; 55С2; 28ХГНЗМ; 28ХГНЗФЕ; АЦ28ХНГНЗФТ. | 31-37 | 4,0 | 1100±20 | 1070±20 |
| 4 | ЭИ700; ЭИ366; ЭИ94. | 32-62 | 4,5 | 1080±20 | 1060±20 |

1.2.Характеристика оборудования.

Для нагрева перед прокаткой на стане имеются две методические печи. Тип печей двухрядные, трехзонные с торцевой загрузкой и выдачей заготовок. В торцевом окне выдачи установлены газовые завесы, в окне загрузки воздушный отбойник.

Размеры печей:

Длинна по кладке 21460мм, ширина 4550мм, ширина внутри 3620мм, площадь пода полная 72.4 мм , площадь активная 32.7 мм".

Имеются следующие системы автоматического управления автоматическая регулировка газа и воздуха, дистанционное управление поворотным шибером, дистанционное управление расходом газа и воздуха, автоматика безопасности по газу. Топливо: природный газ с теплотой сгорания 7940 ккал/м'\ Воздух для сжигания подается от вентилятора ВД12. Рекуператор трубчатый однооборотный по дыму и трехоборотный по воздуху. Подогрев воздуха 280-320 °С, высота вытяжной трубы 60м. Печи оборудованы загружающими устройствами и толкателями. Тип загружающего устройства - с шагающими рейками (Зшт). Максимальная грузоподъемность загружающего устройства на печах №1,№2 - 40т. Толкателей Зшт. Привод осуществляется от эл двигателя МТ-63-10 мощностью 48КВт, п=58 об/мин, общее усилие толкателя 22т, длинна пути толкания 800мм. Толкатели на печах винтовые, они управляются оператором. Производительностью печей практическая 39.8 т/ч, проектная 33 т/ч.

Участок стана:

Тип стана линейный, среднесортный. Состоит из обжимных клетей 680, чистовой линии их четырех клетей блока, горячей калибровки, участка горячей резки и охлаждения.

Обжимные клети 680

Предназначены для получения промежуточного раската квадратного и ромбического сечения из исходных заготовок. Тип клети трио, станина открытая литая. Уравновешивающее устройство пружинного типа. Нажимное устройство приводится вручную. Привод клети от двигателя ДСП213-59-16 мощностью 2000кВт, п=375об/мин. Шестеренная клеть 450x450. Редуктор i= 1-4.96, п=75.6 об/мин. Для кантовки и перемещения раската из калибров верхнего горизонта в нижние установлены кантовальные листы. Они служат для перемещения раската из нижнего горизонта в верхний. На задней стороне клети установлен подъемно- качающийся стол.

Характеристики столов:

Длинна стола 6000мм, высота подъема 315мм, угол подъема 4 градуса, рольганги стола реверсивные, роликов 6шт , Dроликов 426мм, длинна 2200мм. Стол уравновешен контрольными грузами.

Чистовая линия предназначена для прокатки профилей : круг D= 32-120, ромб 32-75 из углеродистых, легированных и высоколегированных марок. Чистовая линия состоит из четырех клетей диаметром 460мм. Один-три клети «Трио» открытого типа, четыре закрытая «Дуо». Уравновешивающее устройство пружинное, нажимное устройство ручное. Передача раската происходит по шлепперам. Перед черновой клетью установлена электрическая кантующая втулка, после механической втулки. Привод чистовых клетей осуществляет двигатель П2-630-202-8СУХЛУ мощностью 2300кВт, п=290 об/мин.Передаточное число редуктора 2.76, шестеренная клеть 450x450. Число оборотов 130об/мин.

Для передачи раската установлена шлепперная передача канатного типа 13 ниток, восемь спереди, пять сзади. Привод каждой нитки индивидуальный от двигателя СТУ2-8 мощностью 16кВт, п=780 об/мин. Передаточное число 32, скорость перемещения раската 0.81 м/с. Для передачи из калибров нижнего горизонта в верхний установлен подъемно-качающийся стол (характеристики, как и в обжимной клети).

Длинна бочки роликов на третьем столе 1200мм, на 1,2 1700мм. Шаг роликов 1200мм Пила салазковая №1 передвижная скорость салазок 140мм/мин, диаметр дисков 1500мм, скорость диска 100м/с. Привод пилы от двигателя А103-85 мощностью 125кВт, п=730 об/мин. Редуктор комбинированный. Пила салазковая №2 имеет те же характеристики кроме скорости перемещения 161мм/мин.

Редукционная клеть предназначена для получения горячекалиброванных круглых прутков диаметром 26.5-45мм и горячекатаных шестигранных прутков диаметром 25мм пять классов точности, особо высокой точности.

Клети трех валковая (Зшт)

Диаметр валков 450мм, максимальное давление 24кН, максимальный момент на валу 800кг/см, скорость прокатки 3.5м/с. Расход воды 100 л/мин на одну клеть. Расход воздуха для охлаждения двигателя 186 м3/мин

Участок нарезки, клеймления, охлаждения.

Состоит из двух салазковых пил для резки на мерные длины. Холодильник цепного типа с двумя секциями. Длинна одной секции 7.2м, ширина 18.4м, каждая состоит из пяти ниток цепей. Привод осуществляется от двигателя МТМ512-8 мощностью 30кВт, п=720 об/мин.

Система уборки проката крановая.

Сортоправильные машины.

Машина правильная с косо расположенными роликами. Размеры выправляемых прутков: минимальная длинна 2500, максимальный диаметр 30-60. Рабочих роликов 7шт, диаметр роликов 220мм, длинна 330мм, шаг меж осями 700мм. Ход роликов: верхние 170мм , нижние 150-190мм. Скорость перемещения роликов: верхние 2.4мм/мин, нижние 5.5мм/мин, угол их установки 25-30 градусов. Скорость правки 0.53-0.6 м/с.

Машина сортоправильная 9x400

Тип консольный открытый. Размер выправляемых прутков: длинна 1200мм, диаметр до 80 мм. Рабочих роликов девять, четыре верхних, пять нижних. Средний диаметр 360 мм, шаг 400 мм, скорость подъема верхних 1.9мм/с, скорость правки 0.97-2.94м/с.

2. Расчетная часть.

2.1. Расчет по методу коэффициента использования электрического освещения цеха.

2.1.1. Определяем площадь помещения S м2

$$S=a\*b=368\*74=27232 м^{2} (1)$$

где а – длина помещения м;

 b – ширина помещения м;

2.1.2. Определяем индекс помещения

$$i=\frac{S}{h\*(A+B)} (2)$$

где h – расчетная высота (расстояние от светильника до рабочей поверхности), принимаем 2 м;

$$i=\frac{27323 }{18\*(368+74)}=3,43$$

2.1. 3.Определяем коэффициент отражения от стен, потолка и пола

От потолка70%, стен 30%, пола 10%

2.1. 4.Определяем коэффициент запаса

 Выбираем кз=1,8 для газоразрядных ламп в производственных помещений с уровнем пыли не превышающих 5 мг/м2.

2.1.5.Определяем коэффициент полезного действия для светильника

По таблице для светильников РСП 75-400-001 $η\_{с}= $(50%)=0,50; для помещения $η\_{п}=$(82%)=0,82

2.1.6.Определяем коэффициент светового потока

$$η=η\_{с}\*η\_{п}=0,50\*0,82=0,41 (3)$$

2.1.7. Определяем световой поток

$$Ф=\frac{E\*S\*k\_{з}\*z}{N\*η} (4)$$

где Е - минимальная освещенность, согласно СНиП 23-05-95 в производственном помещении со средней точностью работы 200 Лк;

 z – коэффициент минимальной освещенности для газоразрядных ламп 1,1;

 N – число рядов светильников;

$$Ф=\frac{200\*27232\*1,8\*1,1}{7\*0,41}=3757446 Лм$$

2.1.8. Определяем световой поток для одной лампы

$$Ф=\frac{Ф}{n\_{c}\*n\_{л}} (5)$$

где $n\_{c}$ - количество светильников в ряде 73шт.;

 $n\_{л}$ - количество ламп в светильнике 1 шт.;

$$Ф=\frac{3757446}{73\*1}=51471 Лм$$

2.1.9. Выбираем лампу по световому потоку

 ДРЛ-1000, Ф=57000 Лм, [Светильник РСП 05-125-021 крюк с/сеткой б/ПРА IP20](http://www.energy-systema.ru/catalog/svki_pod_lampu_drl/svetilnik_rsp_05125021_kryuk_ssetkoi_bpra_ip20)

2.1.10 Определим мощность световой установки Pсв кВт:

Pсв = $n\_{c}$\* N \* Pсв 1 = 7\*73\*1= 511 кВт

**2.2. Электроснабжение объектов.**

2.2.1. Расчет электрических нагрузок цеха.

2.2.1.2 Приведем таблицу основного перечня электрооборудования по установкам:

Таблица 2 - Данные ЭО Электрического цеха.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование механизмов и аппаратов | Рн, кВт | №  | Режим работы | Кол. | *Ки* |  |  |
| Подъём стола | 70 | 1 | ДР | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |
| Вентилятор печи | 90 | 2 | ДР | 1 | 0,2 | 0,65 | 1,2 |
| Возбудитель главного привода | 3,3 | 3 | ДР | 1 | 0,12 | 0,4 | 2,2 |
| Ножницы 15т | 56 | 4 | ПКР(25) | 1 | 0,17 | 0,65 | 1,2 |
| Обжмная клеть №2 | 90 | 5 | ДР | 1 | 0,2 | 0,65 | 1,2 |
| Вентилятор охлаждения для тп2300 | 5,5 | 6 | ДР | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |
| Ножницы 20т | 45 | 7 | ПКР(25) | 1 | 0,17 | 0,65 | 1,2 |
| Перекладыватель холодильника | 11 | 8 | ПКР(25) | 1 | 0,25 | 0,65 | 1,2 |
| Пресс ножницы 500т | 75 | 9 | ПКР(25) | 1 | 0,17 | 0,65 | 1,2 |
| Панель прокатки | 1,5 | 10 | ДР | 1 | 0,15 | 0,45 | 2 |
| Панель контовки | 1,5 | 11 | ДР | 1 | 0,15 | 0,45 | 2 |
| Калорифер передней стороны | 15 | 12 | ДР | 1 | 0,75 | 0,8 | 0,75 |
| Сборка №4 | 13 | 13 | ДР | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |
| Сборка №5 | 11 | 14 | ДР | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |
| Сборка №6 | 18 | 15 | ДР | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |
| Сборка №7 | 7 | 16 | ДР | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |
| Тельфер обж. 550 | 1,5 | 17 | ДР | 1 | 0,06 | 0,5 | 0,5 |
| Рубильник в машинном зале  | 23 | 18 | ДР | 1 | 0,6 | 0,8 | 0,75 |
| Панель загрузки | 1,5 | 19 | ДР | 1 | 0,15 | 0,45 | 2 |

2.2.1.3 Приведем нагрузку ПКР приемников к длительному режиму Pн, кВт:

Pн n = Pнn\*(ПВ)1/2, (6)

Pн4 = 56\*(0,25)1/2 =28кВт,

Pн7 = 45\*(0,25)1/2 =22,5кВт,

Pн8 = 11\*(0,25)1/2 =5,5кВт,

Pн9 = 75\*(0,25)1/2 =37,5кВт,

2.2.1.4 Распределим нагрузку по секциям и сведем в таблицу:

Таблица 3 – Распределение нагрузки по секциям.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Секция 1 | Нагрузка приведенная, кВт | Секция 2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **ШМА1** |  |  | **ШМА2** |
| Подъём стола | 70 | 90 | Обжимная клеть №1 |
| Возбудитель главного привода | 3,3 | 90 | Обжимная клеть №2 |
| Ножницы 15т | 56 | 5,5 | Вентилятор охлаждения для тп2300 |
| Ножницы 20т | 45 | 1,5 | Панель прокатки |
| Перекладыватель холодильника | 11 | 1,5 | Панель контовки |
| Пресс ножницы 500т | 75 | 1,5 | Сборка №4 |
| Калорифер передней стороны | 15 | 1,5 | Сборка №5 |
| Тельфер обж. 550 | 1,5 | 1,5 | Сборка №6 |
| Рубильник в машинном зале | 23 | 1,5 | Сборка №7 |
| Панель загрузки | 1,5 |  |  |

 Рассчитаем нагрузки для ШМА1.

2.2.1.5 Определяем среднюю активную мощность за наиболее загруженную смену Pсм, кВт:

Pсм n = Ки \* Рн n, (7)

Pсм 1 = 0,6\* 70=42 кВт,

Pсм 3 = 0,12\* 3,3 =0,396 кВт,

Pсм 4 = 0,17\* 56 =9,52 кВт,

Pсм 7 = 0,17\* 45 = 7,65 кВт,

Pсм 8 = 0,25\* 11 = 2,75 кВт,

Pсм 9 = 0,17\* 75 = 12,75 кВт,

Pсм 12 = 0,75\* 15 = 11,25 кВт,

Pсм 17 = 0,06\* 1,5 = 0,09 кВт,

Pсм 18 = 0,6\* 23= 13,8 кВт,

Pсм 19 = 0,15\* 1,5 = 0,225 кВт,

2.2.1.6 Определяем среднюю реактивную мощность за наиболее загруженную смену Qсм, Вт:

Qсм n = Pсм n \* tg φ, (8)

Qсм 1 = 0,75\* 70=52.5 квар,

Qсм 3 = 2,2\* 0,396=0,8712 квар,

Qсм 4 = 1,2\* 9,52 =11,424 квар,

Qсм 7 = 1,2\* 7,65 = 9,18 квар,

Qсм 8 = 1,2\* 2,75 = 3,3 квар,

Qсм 9 = 1,2\* 12,75 = 15,3 квар,

Qсм 12 = 0,75\* 11,25 = 8,43 квар,

Qсм 17 = 0,5\* 0,09 = 0,045 квар,

Qсм 18 = 0,75\* 13,8= 10,35 квар,

Qсм 19 = 2\* 0,225 = 0,45 квар,

2.2.1.7 Определим средний коэффициент использования группы электроприемников Кср:

Кср = Pсм∑ / Pн∑, (9)

где Pсм∑  – сумма активной мощности за смену, Вт,

 Pн∑ – сумма номинальной мощности за смену, Вт,

Кср = (70+0,396+9,52+7,65+2,75+12,75+11,25+0,09+13,8+0,225) / (90+3,3+56+45+11+75+15+1,5+23+1,5) = 0,40,

2.2.1.8 Определим показатель силовой сборки в группе m:

m = Pн.пб / Pн.нм, (10)

где Pн.пб – номинальная приведенная к длительному режиму активная мощность наибольшего электроприемника в группе, Вт.

 Pн.нм  – номинальная приведенная к длительному режиму активная мощность наименьшего электроприемника в группе, Вт.

m = 90 / 1,5 = 60,

2.2.1.9 Определяем эффективное число электроприемников nэ, шт.:

nэ (10≥5; 0,2<0,40; 60>3; переменная),

 Используем формулу для расчета:

nэ =(11)

nэ = 3,

2.2.1.10 Определим коэффициент максимума Км:

Км (3, 0,334) = 1,88,

К'м=1,1(т.к. nэ<10),

2.2.1.11 Определим максимальную активную мощность Рм, Вт:

Рм = Км \* Рсм = 1,88 \* (70+0,396+9,52+7,65+2,75+12,75+11,25+0,09+13,8+0,225) = 242 Вт, (12)

2.2.1.12 Определим максимальную реактивную мощность Qм, Вт:

Qм = К'м \* Qсм = 1,1 \* (90+0,87+11,42+9,18+3,3+15,3+8,43+0,045+10,35+0,45) = 165 Вт, (13)

2.2.1.13 Определим полную мощность за наиболее загруженную смену Sсм, В\*А:

Sсм = (Pсм2 + Qсм2)1/2 , (14)

Sсм = (101 2 + 112 2)1/2 =1582 В\*А,

2.2.1.14 Определим максимальную полную нагрузку Sм, Вт:

Sм = (Pм2 + Qм2)1/2 , (15)

Sм = (2366 2 + 1055 2)1/2 = 2590 В∙А,

2.2.1.15 Определим ток ШМА1 Iшма1, А:

Iшма1 = Sм / (Uн \* 31/2) = 2590 / (0,4 \* 31/2) = 3738 А, (16)

2.2.1.16. Сведем расчеты по остальным потребителям в таблицу:

Таблица 4 – Нагрузки потребителей.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| РУ и эп | нагрузка установленная | нагрузка средняя за смену | нагрузка максимальная |
| РнкВт | n | рн∑квт | ки | cosφ | tgφ | Рсмквт | Qсмквар | Sсмква | nэ | км |  | Рмквт | Qмквар | sмква | iм,а |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| ШМА1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вентиляторы печи | 90 | 1 | 90 | 0,6 | 0,8 | 0,75 | 60 | 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Возбудитель главного привода | 3,3 | 1 | 3,3 | 0,12 | 0,4 | 2,2 | 0,396 | 0,87 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ножницы 15т | 56 | 1 | 56 | 0,17 | 0,65 | 1,2 | 9,52 | 11,42 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ножницы 20т | 45 | 1 | 45 | 0,17 | 0,65 | 1,2 | 7,65 | 9,18 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Холодильник перекладыватель | 11 | 1 | 11 | 0,25 | 0,65 | 1,2 | 2,75 | 3,3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Пресс ножницы 500т | 75 | 1 | 75 | 0,17 | 0,65 | 1,2 | 12,75 | 15,3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Калорифер передней стороны | 15 | 1 | 15 | 0,75 | 0,8 | 0,75 | 11,25 | 8,43 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тельфер обж. 680 | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,06 | 0,5 | 0,5 | 0,09 | 0,045 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рубильник в машинном зале | 23 | 1 | 23 | 0,6 | 0,8 | 0,75 | 13,8 | 10,35 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Панель загрузки | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,15 | 0,45 | 2 | 0,225 | 0,45 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ∑ |  |  | 2231 | 0,304 | 0,635 |  | 1258 | 959 | 1582 | 3 | 1,88 | 1,1 | 2366 | 1055 | 2590 | 3738 |
| ШМА2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вентилятор охлаждения для тп2300 | 5,5 | 1 | 5,5 | 0,6 | 0,8 | 0,75 | 3,3 | 2,47 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Панель прокатки | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,15 | 0,45 | 2 | 0,225 | 0,45 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Панель кантовки | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 0,45 | 2 | 0,75 | 1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сборка №4 | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,6 | 0,8 | 0,75 | 0,9 | 0,675 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сборка №5 | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,6 | 0,8 | 0,75 | 0,9 | 0,675 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сборка №6 | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,6 | 0,8 | 0,75 | 0,9 | 0,675 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сборка №7 | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,6 | 0,8 | 0,75 | 0,9 | 0,675 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ∑ |  |  | 14,5 | 0,5 | 0,69 |  | 7.8 | 7.12 | 10.61 | 4 | 1,5 | 1,1 | 11.7 | 7.81 | 14 | 20.2 |
| ∑ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 23.78 | 1063 | 2604 | 3758 |
| ЩО |  |  | 511 | 0,85 | 0,95 | 0,33 | 424 | 143 | 457 |  |  |  | 214,5 | 502,7 | 546 | 788 |
| ∑ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2592 | 1566 | 3150 | 4546 |
| потери |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 63 | 315 | 321 | - |

2.2.1.17 Определим потери активной мощности в трансформаторе ΔР, Вт:

ΔР = 0,02 \* Sм, (17)

ΔР = 0,02 \*3150= 63 кВт,

2.2.1.18 Определим потери реактивной мощности в трансформаторе ΔQ, вар:

ΔQ = 0,1 \* Sм, (18)

ΔQ = 0,1 \*3150 = 315 квар,

2.2.1.19 Определим потери мощности ΔS, Вт:

ΔS = (ΔР2 + ΔQ2)1\2, (19)

ΔS = (632 + 3152)1\2  =321кВ∙А,

2.2.1.20 Определим расчетную мощность трансформатора с учетом потерь, без компенсации реактивной мощности Sр, Вт:

Sр = Sм + ΔS, (20)

Sр = 3150 + 321= 3471 кВ∙А,

**2.2.2. Выбор числа и мощности питающих трансформаторов.**

2.2.2.1. Принимаем количество трансформаторов гпп равным 2 в целях обеспечения надежности электроснабжения. Трансформаторы подключаются парралельно.

2.2.2.2. Определяем номинальную мощность трансформаторов:

$$S\_{ном т}\geq \frac{S}{2x0,7}, (21)$$

где S – расчетная мощность кВА;

$$S\_{ном т}\geq \frac{3471}{2\*0,7}=2480 кВА$$

2.2.2.3. С учетом отключения в аварийном режиме потребителей 3 категории проверим допустимую перегрузку трансформатора:

$$1,4\*S\_{ном тр}\geq S; (22)$$

$$1,4\*2500 кВА\geq 2480 кВА$$

$$3500 кВА\geq 2480 кВА$$

 Выбираем первый вариант, два трансформатора по 2500 кВА;

$$1,4\*4000 кВА\geq 2480 кВА$$

$$5600 кВА\geq 2480 кВА$$

 Выбираем второй вариант, два трансформатора по 4000 кВА;

2. 2.2.4. Определяем коэффициент загрузки трансформаторов:

$$K\_{з}=\frac{S}{2\*S\_{ном т}}; (23)$$

Первый вариант:

$$K\_{з}=\frac{2480}{2\*2500}=0,5$$

Второй вариант:

$$K\_{з}=\frac{2480}{2\*4000}=0,3111$$

2.2.2.5. Записываем все данные в таблицу №2:

Таблица 5 – Данные трансформатора.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Параметры | $S\_{ном т}$ кВА | $$P\_{x}$$кВт | $$P\_{к}$$кВт | $$I\_{к}$$% | $$I\_{хх}$$% | $$К$$Т.руб. |
| ТМН-4000/6 | 4000 | 6,7 | 33,5 | $$4,79$$ | 1 | 2730 |
| ТМН-2500/6 | 2500 | 1,65 | 12,4 | 4,96 | 2 | 2150 |

Таблица 2 – Параметры трансформаторов.

2.2.2.6. Рассчитаем потери мощности трансформаторов:

$$∆Q\_{к}=S\_{ном. т.}\*\frac{I\_{к}}{100}; (24)$$

$$∆Q\_{х}=S\_{ном. т.}\*\frac{I\_{х}}{100}; (25)$$

где $I\_{х}$ - ток холостого хода трансформатора %;

$$∆P\_{к}^{'}=∆P\_{к}+КиП\*∆Q\_{к}; (26)$$

где КиП – коэффициент изменения потерь кВк/кВар;

$$∆P\_{х}^{'}=∆P\_{х}+КиП\*∆Q\_{х}; (27)$$

Первый вариант:

$$∆Q\_{к}=4000\*\frac{4,79}{100}=191,6 кВА;$$

$$∆Q\_{х}=4000\*\frac{1}{100}=40 кВА;$$

$$∆P\_{к}^{'}=33,5+0,05\*191,6=43,08кВт;$$

$$∆P\_{х}^{'}=9,2+0,05\*40=11,2 кВт;$$

Второй вариант:

$$∆Q\_{к}=2500\*\frac{4,96}{100}=124 кВА;$$

$$∆Q\_{х}=2500\*\frac{2}{100}=50 кВА;$$

$$∆P\_{к}^{'}=12,4+0,05\*124=18,6 кВт;$$

$$∆P\_{х}^{'}=1,65+0,05\*50=4,5 кВт;$$

2.2.2.7. Находим нагрузку, при которой необходимо перейти на параллельную работу трансформаторов:

$$S=S\_{ном т.}\*\sqrt{N\*\left(N-1\right)\*\frac{P\_{х}^{'}}{P\_{к}^{'}}}; (28)$$

где N – число трансформаторов шт.;

Первый вариант:

$$S=4000\*\sqrt{2\*\left(2-1\right)\*\frac{11,2}{43,08}}=2884 кВА;$$

Второй вариант:

$$S=2500\*\sqrt{2\*\left(2-1\right)\*\frac{4,5}{18,6}}=1739 кВА;$$

2.2.2.8. Рассчитаем приведенные потери:

$$∆P\_{т}^{'}=∆P\_{х}^{'}+K\_{з}^{2}\*∆P\_{к}^{'}; (29)$$

Первый вариант:

$$∆P\_{т}^{'}=11,2+0,5^{2}\*43,08=43 кВт;$$

Второй вариант:

$$∆P\_{т}^{'}=4,5+0,31^{2}\*18,6=6,28 кВт;$$

2.2.2.9. Рассчитаем годовые потери электроэнергии:

$$∆Э\_{а.т.}=N\*∆P\_{х}^{'}\*Т\_{г}+\frac{1}{N}\*∆P\_{к}^{'}\*\frac{S\_{max}^{2}}{S\_{ном т.}^{2}}\*Т\_{п}; (30)$$

где $Т\_{г}$ - время подключения трансформаторов к сети час;

 $Т\_{п}$ - время максимума нагрузки час;

$$S\_{max}=\frac{S}{K\_{з}}; (31)$$

Первый вариант:

$$S\_{max}=\frac{S}{K\_{з}}=\frac{2480}{0,5}=4960 кВА$$

$$∆Э\_{а.т.}=2\*11,2\*8760+\frac{1}{2}\*43,08\*\frac{4960^{2}}{4000^{2}}\*4500=169224+9315=178538 кВТ;$$

Второй вариант:

$$S\_{max}=\frac{S}{K\_{з}}=\frac{2480}{0,31}=8000 кВА$$

$$∆Э\_{а.т.}=2\*4,5\*8760+\frac{1}{2}\*18,6\*\frac{8000^{2}}{2500^{2}}\*4500=78840+45758=124598 кВТ;$$

2.2.2.10. Рассчитываем приведенные потери:

$$з=К\_{н}\*K+C\_{э}; (32)$$

где з – общие затраты на подстанцию тыс. руб.;

 Кн – нормативный коэффициент дополнительных капиталовложений 0,15 1/год;

$$С\_{э}=(К\_{а.т.}+К\_{т.р.})\*К+С\_{п}; (33)$$

где $К\_{а.т.}, К\_{т.р.}$ – норма амортизационных и ремонтных отчислений 7,3 %;

$$С\_{п}=С\_{оп}\*∆Э\_{а.т.}; (34)$$

где $С\_{оп}$ - стоимость кВт\*час потерь;

$$С\_{а}=К\_{а.т.}\*К; (35)$$

Первый вариант:

$$С\_{а}=2\*2730=5460 тыс.руб.;$$

$$С\_{п}=0,005\*178538 =892 тыс.руб.;$$

$$С\_{э}=0,073\*2730+892=1091 тыс.руб.;$$

$$з=0,15\*2730+1091=1500 тыс.руб.;$$

Второй вариант:

$$С\_{а}=2\*2150=4300 тыс.руб.;$$

$$С\_{п}=0,005\*124598=623 тыс.руб.;$$

$$С\_{э}=0,073\*2150+623=780 тыс.руб.;$$

$$з=0,15\*2150+780=1102 тыс.руб.;$$

2.2.2.11. Записываем полученные данные в таблицу:

Таблица 6 – Сравнение трансформаторов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Показатель | $$∆P\_{т}^{'}$$тыс. руб. | $$∆Э\_{а.т.}$$тыс. кВт. ч/год | К тыс. руб. | $С\_{а}$ тыс. руб/год | $С\_{п}$ тыс. руб/год | $С\_{э}$ тыс. руб/год |
| 1 ТМ 6 кВ | $$43$$ | $$178538 $$ | 2730 | $$5460$$ | $$892$$ | $$1091 $$ |
| 2 ТМ 6 кВ | $$6,3$$ | 124598 | 2150 | 4300 | $$623$$ | $$780$$ |

Таблица 3 – Результаты расчетов.

2.2.2.12. Определяем срок окупаемости:

$$Т\_{ок}=\frac{С\_{а}}{С\_{э}}; (36)$$

Первый вариант

$$Т\_{ок}=\frac{5460}{892}=6,12 год;$$

Второй вариант

$$Т\_{ок}=\frac{4300}{623}=6,9 год;$$

Вывод: сравниваем полученные результаты

$$з 1500 тыс.руб.>1102 тыс.руб.;$$

$$С\_{а} 5460 тыс.руб.> 4300 тыс.руб.;$$

$$Т\_{ок} 6,12 год<6,9 год;$$

 Второй вариант меньшие показатели по годовым затратам, первоначальным поэтому выбираем 2 трансформатора (ТМ 6 кВ/2500 кВт ).

**2.2.3. Расчет и выбор компенсирующего устройства.**

2.1.3.1. Определим реактивную мощность компенсирующего устройства Qк р, квар:

Qк р = α \* Рм  \* (tgφ – tgφк), (37)

где α – коэффициент, учитывающий повышение cos ϕ естественным способом, принимается α = 0,9;

 tgφк – требуемый коэффициенты реактивной мощности, 0,3.

Qк р = 0,9 \* 2592 \* (1,33 – 0,3) = 2403квар,

2.1.3.2. Выбираем компенсирующее устройство:

АУКРМ-0,4-600-50-УХЛ4 Х4= 2400 квар

2.1.3.3. Определим cos φ после компенсации:

tgφф = tgφ - Qк / (α \* Рм ), (38)

cos φф = cos(arctg φф), (39)

tgφф = 1,33 - 2400/ (0,9 \* 2592) = 0,3,

cos φф = cos(arctg 0,33) = 0,92,

Применение компенсирующего устройства позволило поднять cos φ до 0,92.

**2.2.4. Расчет и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения**.

2.2.4.1. Выбираем автоматический выключатель по высокой стороне:

 Таблица 7 – Автоматический выключатель.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Требуемое | Подобранное |
| Uн < Uавт | 6кВ | 35 кВ |
| Iн < Iавт |  109 А | 1000 А |

 Выбираем автомат ВВУ-СЭЩ 35(27,5) кВ.

2.2.4.2. Выбираем автоматический выключатель по низкой стороне:

 Таблица 8– Автоматический выключатель.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Требуемое | Подобранное |
| Uн < Uавт | 0,4кВ |  10 кВ |
| Iн < Iавт | 3738 А | 4000 А |

#  Выбираем автомат ВВЭ-СМ-10-40/4000 У3

2.2.4.3. Выбираем разъединитель:

 Таблица 9 – Разъединитель.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Требуемое | Подобранное |
| Uн < Uавт | 6кВ |  35 кВ |
| Iн < Iавт | 109 А | 2000А |

#  Выбираем автомат [РГП-СЭЩ 35](https://electroshield.ru/catalog/razyediniteli-i-vla/razediniteli-naruzhnoy-ustanovki-35-kv/)

2.2.5.Выбор проводов и кабелей, проверка по допустимому нагреву.

2.2.5.1. Определим ток по высокой стороне Ipв, А:

Ipв = Sм / (Uн \* 31/2) = 3471 / (6 \* 31/2) = 334А,

2.2.5.2. Определим эффективное сечение кабеля до трансформаторной подстанции $q\_{эк}, мм^{2}$:

$$q\_{эк}=\frac{I\_{p}}{J\_{э}}; (40)$$

где $I\_{p}$ – рассчетный ток, А;

 $J\_{э}$- нормированная плотность тока, для медных проводов с бумажной и поливинилхлоридной изоляцией 3,1, А/мм2;

$$q\_{эк}=\frac{334}{3,1}=108;$$

#  Выбираем кабель ААБ2л 150x3

Ipв < Iдк

334 А < 435 А

2.2.5.3.Проверяем кабель по нагреву:

Ipв < Iдн

Iдн = Iдк \* kо. (41)

где kо  - коэффициент, учитывающий поправку по температуре, 0,81

Iдн = 435 \* 0,8 = 348 А.

334 А < 348А

 Кабель проходит по нагреву.

2.2.5.4.Определяем эффективное сечение шинопровода $q\_{эш}, мм^{2}$:

 $Н$ормированная плотность тока для медных шин 2,1, А/мм2;

$$q\_{эк}=\frac{5009}{2,1}=2386;$$

#  Выбираем медные шины 4 полосы сечением 120х10

Ipв < Iдк

5009 А < 10600 А

2.2.5.5.Проверяем шину по нагреву:

Ipв < Iдн

Iдн = Iдк \* kо.

где kо  - коэффициент, учитывающий поправку по температуре, 0,93

Iдн = 10600 \* 0,93 = 9858А.

5009 А < 9858А

 Шина проходит по нагреву.

2.2.6. Расчет токов короткого замыкания.

2.2.6.1. Составим схему замещения цепи и обозначим точки КЗ:

Rл

Rл

1

Rт

Rт

Rш

Rш

2

Рисунок 1 – Схема замещения линии.

2.2.6.2. Определим сопротивление трансформатора Rт, Хт, Zт, мОм:

 По таблицы для трансформатора мощность 4000 кВ\*А сопротивления:

Rт = 0,6 мОм ,

Хт = 3,8 мОм,

Zт = 3,85мОм.

2.2.6.3. Определим сопротивление шины Rш, Хш, мОм:

Rш = r0 \* Lш, (42)

где r0 – удельное активное сопротивление шины, 0,0218 мОм/м;

 Lш – длина шины, принимаем 10 м.

Хш = х0 \* Lш, (43)

где х0 – удельное индуктивное сопротивление шины, 0,156мОм/м;

Rш = 0,0218 \* 4 \*10= 0,872 мОм,

Хш = 0,156\*4\*10 = 6,24 мОм,

2.2.6.4. Определим сопротивление линии от ГПП до подстанции Rл, Хл, мОм:

r0 – удельное активное сопротивление линии алюминиевого провода, 0,15 мОм/м;

х0 – удельное индуктивное сопротивление линии алюминиевого провода, 0,107 мОм/м

 Lл – длина кабельной линии, принимаем 55 м.

Rл = 0,15 \* 55 = 8,25 мОм,

Хл= 0,107 \*55 = 5,885 мОм,

2.2.6.5. Определим ток КЗ в точке 1, А:

I1 = Uк / (31/3 \* Zк), (44)

где Uк - линейное напряжение в точке КЗ, 380В;

 Zк — полное сопротивление до точки КЗ, Ом;

R1 = Rт + Rл;

X1 = Xт + Xл;

Zк =( Rк2 + Хк2)1/2 , (45)

R1 = 8,24 + 0,6 =8,84 Ом ;

X1 = 5,885+ 3,8 = 9,685Ом;

Zк =( 8,842 + 9,685)1/2 = 13,11 мОм

Iк = 380 / (31/3 \* 13,11) = 20 кА,

2.2.6.6. Определяем ударный ток iу, кА:

iу = 21/2  \* Ку  \* Iк, (46)

где Ку – ударный коэффициент,1,15,

iу = 21/2  \* 1,15 \* 20 = 33,

2.2.6.7. Определяем действующее значение тока Iу, кА:

Iу = q \* Iк, (47)

где q – коэффициент действующего значения ударного тока,

q = (1+2 \* (Ку  – 1))1/2, (48)

q = (1+2 \* (1,15 – 1))1/2 = 1,14,

Iу = 1,14 \* 20= 22,8 кА,

2.2.6.8. Определим ток КЗ в точке 2, А:

R2 = Rт + Rш+ Rл ;

X2 = Xт + Xш + Xл ;

R1 = 8,24 + 0,6 + 0,872=9,712 Ом ;

X1 = 5,885+ 3,8 +6,24= 15,925 Ом;

Zк =( 9,712 + 15,925)1/2 = 18,65 мОм

Iк = 380 / (31/3 \* 18,65) = 14 кА,

2.2.6.9. Определяем ударный ток iу, кА:

iу = 21/2  \* 1 \* 14= 40кА,

где Ку – ударный коэффициент

2.2.6.10. Определяем действующее значение тока Iу, кА:

q = (1+2 \* (1 – 1))1/2 =1,

Iу = 1\* 40 = 40 кА,

2.2.7. Проверка силовых выключателей ВН.

2.2.7.1. Определим ток отключения Iр откл., кА

Iр откл. = Iк,

Iр откл. = 20,

2.2.7.2. Определим мощность отключения Sр откл , Sр откл, МВ\*А:

Sр откл = 31/3 \* Iр откл \* Uн.у., (49)

Sн откл = 31/3 \* Iн откл \* Uн.в., (50)

Sр откл = 31/3 \* 20 \* 380 = 0,01 мВ\*А,

Sн откл = 31/3 \* 20000 \* 380 = 10,9 мВ\*А.,

2.2.7.3. Определим ток термической стойкости Iт.с., кА:

Iт.с = Iр откл \* (tд / tтс)1/2, (51)

где tд – время действия КЗ фактическое, с;

 tтс – приведенное время действия КЗ, с,

tд = tрз **+** tов, (52)

tд = 0,09 **+**0,05 = 0,14

Iт.с = 900 \* (0,14 / 0,05)1/2 = 1,5 с,

2.2.7.4. Проверяем выключатель:

Таблица 10 – Автоматический выключатель.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Требуемое | Подобранное |
| Uн < Uавт | 35 кВ | 35 кВ |
| Iн < Iавт |  109 | 1000 |
| Iр откл ≤ Iн откл | 20 | 20000 |
| Sр откл ≤ Sн откл | 0,01 | 10,9 |
| Iт.с ≥ Iр т.с | 3 | 1,5 |

 Выключатель удовлетворяет условия.

2.2.8. Расчет заземляющего устройства электроустановок.

2.2.8.1. Определим требуемое сопротивления заземляющей установки Rз, Ом:

Rз ≤ 250/ Iз, (53)

где Iз – расчетный ток замыкания на землю, А;

Iз = (Uн \* (35 \* Lкл  + Lвл))/350, (54)

 где Lкл , Lвл – длина кабельных и воздушных электрически связанных линий, 1,5 км, 0,04 км.

Iз = (0,38 \* (35 \* 1,5 + 0,04))/350 = 1,99 А,

Rз ≤ 250/ 1,9 = 131,57 Ом,

 Сопротивление больше допустимого, принимаем Rз = 4 Ом.

2.2.8.2. Определим расчетное удельное сопротивление грунта, pp Ом\*м:

pp  = Kсез \* p, (55)

где Kсез – коэффициент сезонности, вертикальных 1,7, горизонтальных 4;

 p – удельное сопротивление грунта, 50 Ом,

ppв  = 1,7 \* 50 = 85 Ом\*м,

ppг  = 4 \* 50 = 200 Ом\*м,

2.2.8.3. Определим сопротивление вертикального электрода rв, Ом:

rв = 0,3 \* ppв, (56)

rв = 0,3 \* 85 = 25,5 Ом

2.2.8.4. Определим сопротивление горизонтальных электродов rг, Ом:

rг = ((0,4 \* ppг) / Lп )\* (lg((Lп2)/(d\*t))), (57)

где Lп – длина линии, 10 м;

 d – диаметр электрода, 0,011 м;

 t – глубина заложения, 0,5 м,

rг = ((0,4 \* 200) / 10)\* (lg((12)/(0,011\*0,5))) = 41,6 Ом,

2.2.8.5. Определим сопротивление с учетом коэффициента использования Rв, Rг, Ом:

Rв = rв / ηв, (58)

где ηв – коэффициент использования вертикальных электродов, 0,7;

Rг, = rг / ηг, (59)

где ηг – коэффициент использования вертикальных электродов, 0,5;

Rв = 25,5 / 0,7 = 36,43 Ом,

Rг, = 41,6 / 0,5 = 83,2 Ом,

2.2.8.6. Определим необходимое количество вертикальных электродов N’в, шт.:

N’в = Rв / (Rз  \* ηв), (60)

N’в = 36,43 / (10 \* 0,7) = 6 шт.

**Заключение**

 В курсовом проекте была подсчитана общая нагрузка Элекрического цеха, была выбрана наиболее приемлемая схема электроснабжения, двухтрансформаторная с типом трансформаторов ТМ 6/0,4, 2500 кВт, с возможностью включения АВР в случае аварии одного из трансформаторов. Подобрана установка по компенсации реактивной мощности подобранная из конденсаторов, общей мощностью АУКРМ-0,4-600-50-УХЛ4 Х4 2400 квар. Выбраны кабеля, шины и проверены по нагреву. Рассчитаны токи КЗ и подобраны средства защиты. Так же рассчитано заземляющее устройство.

Спецификация

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол-во | Примеч. |
|  |  |  | ТМ 6 кВ/2500 кВт | Трансформатор | 1 |  |
|  |  |  | ВВУ-СЭЩ 35(27,5) кВ | Вакуумный выключатель | 2 |  |
|  |  |  | ВВЭ-СМ-10-40/4000 У3 | Вакуумный выключатель | 3 |  |
|  |  |  | [РГП-СЭЩ 35](https://electroshield.ru/catalog/razyediniteli-i-vla/razediniteli-naruzhnoy-ustanovki-35-kv/) | Разъединитель |  |  |
|  |  |  | АУКРМ-0,4-600-50-УХЛ4 Х4 | Компенсирующее устройство | 4 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**Список используемой литературы.**

1. Правила устройства электроустановок. Минэнерго – М.: «Энергоатомиздат», 2003.

2. Учебные пособия, справочные издания

1. Арсеньев Г.В. Энергетические установки: Учеб. для вузов по спец. «Электроснабжение».-М.:Высш.шк.,1991.-336 с.ил.
2. Григорьев В.И., Киреева Э.А., Миронов В.А., Чохонелидзе А.Н. Электроснабжение и электрооборудование цехов. – М.: Энергоатомиздат, 2003.
3. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. Учебное пособие для студентов. – М.:изд-во «Мастерство», 2001.
4. Кудрин Б. И., Прокопчик В. В. Электроснабжение промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1988. – 357 с.: ил.
5. Морозова И.М., Кузнецов Ю.В. Проектирование схем энергоснабжения промышленных предприятий и городов: Учеб. Пособие. Екатеринбург. 2004. Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2005. 86 с.
6. Неклепаев Б. Н.,Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования- 4-е изд., - М: Энергоатомиздат,1989г.- 608 с.: ил.
7. Сибикин Ю.Д.. Электроснабжение промышленных предприятий и установок – М.: В.Ш., 2001.
8. Справочник по электрическим сетям 0,4 – 35 кВ и 110-1150 кВ. Под редакцией главных специалистов ОАО «Мосэнерго» И.Т. Горюнова, А.А. Любимова. – М.: Папирус ПРО, 2005г. – 637с., ил.
9. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Метод. пособие для курсового проектирования. М.: «Инфра – М, Форум», 2003.
10. Электротехнический справочник /Под редакцией В.Г. Герасимова и др. Том 3, 9-е издание. – М.: Изд-во МЭИ, 2004 г. - 963с.,ил.
11. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособ. 3-е изд.

Графическая часть

1. План расположения оборудования и прокладки электрической сети

2. Принципиальная однолинейная электрическая схема электроснабжения

объекта