Министерство образования и молодежной политики

Свердловской области

Уральский государственный колледж имени И.И. Ползунова

ДП.08.02.09. 13.ПЗ

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____/ /

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХА МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ

Пояснительная записка

СОГЛАСОВАНО

Руководитель

_____/А.С. Ильинский/

Разработал

_____/Д.В. Минеев/

Ревда 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1 Технологическая характеристика объекта..... 5
2 Определение категорий надежности электроприемников и выбор схемы электроснабжения 8
3 Расчет электрических нагрузок.....10
4 Выбор силовых трансформаторов.....24
5 Расчет токов короткого замыкания.....25
6 Выбор основного оборудования на подстанции.....30
7 Выбор питающей и распределительных линий.....32
8 Расчет заземляющего устройства.....34
9 Наладка и испытания печи сопротивления.....36
10 Мероприятия по безопасности труда при ремонте силовых трансформаторов……..42
Заключение.....50
Список использованных источников.....51
Приложения

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетика, относится к ведущим отраслям индустрии и имеет опережающее развитие, что является основой технического прогресса промышленности и повышения уровня всего общественного производства. Системой электроснабжения называют комплекс устройств для производства, передачи и распределения электроэнергии. Энергетика нашей страны обеспечивает электроснабжение народного хозяйства и бытовые нужды различных потребителей электрической энергии. Основными потребителей являются промышленные предприятия, сельское хозяйство, коммунальные нужды. Большая часть всей электроэнергии расходуется на технологические процессы предприятий.

Системы электроснабжения промышленных предприятий обеспечивают электроэнергией промышленных потребителей. Основными потребителями являются электроприводы различных машин и механизмов, электроосвещение, электронагревательные устройства, в том числе электропечи. При проектировании электроснабжения необходимо учитывать технико-экономические аспекты. При выборе напряжений питающих линий, сети и чисел трансформаторных подстанций, систем управления, защиты должны учитывать усовершенствования технологического процесса, роста мощностей при номинальном напряжении.

Работа промышленных электроприводов и других потребителей, как при проектировании, так и во время эксплуатации, должна находиться в строгом соответствии, как с отдельными приемниками, так и с комплексом электроприводов, обеспечивающим работу сложных механизмов.

Влияние системы электроснабжения на производственный процесс велико. Достаточно сказать, что производственный процесс во многом определяется показателями системы промышленного электроснабжения и электроприводов, которые обеспечивают нормальный режим работы всего промышленного предприятия.

Главная задача, которую решает инженер-электрик при разработке проекта электроснабжения промышленных предприятий - это обеспечение равновесия между надежностью, возможностью перспективного развития и экономичностью функционирования промышленного объекта. Неотъемлемой частью на предприятии является проектирование схемы электроснабжения. Таким образом, тема данной выпускной квалификационной работы является актуальной, так как именно грамотное проектирование схемы электроснабжения и освещения дает наилучшие результаты при функционировании оборудования на предприятии.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является система электроснабжения цеха металлоизделий.

Предметом исследования является схема электроснабжения, заземления с подбором оптимального сечения кабельных линий с учетом номинальных данных и средств защиты от коротких замыканий.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование системы электроснабжения, отвечающей всем требованиям безопасности и правилам при эксплуатации электроустановок.

Для достижения данной цели перед нами были поставлены следующие *задачи:*

- собрать данные по нагрузкам цеха;
- произвести выбор трансформаторов;
- произвести расчет токов короткого замыкания для электрооборудования;
- произвести выбор основного оборудования на подстанции и распределительных линий;
- произвести расчет и составить схему заземления цеха.

1 Технологическая характеристика объекта

Цех металлоизделий (ЦМ) является составной частью отрасли тяжелого машиностроения и предназначен для выпуска различных изделий для этого производства. В цехе предусмотрено термическое отделение, в котором производиться предварительная подготовка заготовок и окончательная подготовка готовых изделий. В станочном отделении установлены станки различного назначения. Транспортные операции производятся с помощью мостовых кранов и наземных электротележек. Кроме этого оборудования в цехе имеются вспомогательные, бытовые и служебные помещения.

ЦМ получает электроснабжение от собственной цеховой трансформаторной подстанции (ТП), расположенной на расстоянии 1,6 км от заводской подстанции глубокого ввода (ПГВ). Напряжение -10 кВ. От энергосистемы (ЭСН) до ПГВ- 15 км.

Количество рабочих смен – 2. Потребители цеха относятся ко 2 и 3 категориям надежности.

Грунт в районе цеха – песок с температурой +10 С. Каркас здания цеха сооружен из блоков-секций длиной 4 ,6,8 м каждый.

Размеры цеха А х В х Н = 48 х 30 х 10м.

Все помещения, кроме станочного и термического отделений, двухэтажные - высотой 4 м.

Электрооборудование цеха работает при нормальных условиях окружающей среды, в помещениях с нормальной средой электрооборудование должно быть защищено от механических повреждений, а также от случайных прикосновений к неизолированным токоведущим частям.

Помещение цеха металлоизделий не является пожаро- и взрывобезопасным, так как в цеху не выделяются легковоспламеняющиеся газы, не образуются взрывоопасные смеси.

Перечень ЭО цеха дан в таблице 1.

Мощность электропотребления ($Р_{эп}$) указана для одного электроприемника.

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

Таблица 1- Перечень электрооборудования цеха металлоизделий

№ на плане	Наименование ЭО	Р эп,кВт	Примечание
1,31,42	Краны мостовые	25	ПВ=25%
2,3,14	Продольно-строгательные станки	12,4	
15…17	Плоскошлифовальные станки	3	
4..8,32..35,39..41	Токарно-револьверные станки	3,5	
9...13	Токарные станки	15	
18,19	Вертикально-сверлильные станки	2,5	
20	Расточной станок	13	
21,22	Фрезерные станки	3,8	
23,24	Радиально-сверлильные станки	9,5	
25	Электрическая печь сопротивления	60	
26,27	Электрические печи индукционные	24	
28..30	Электродуговые печи	50	
36..38	Вентиляторы	5	

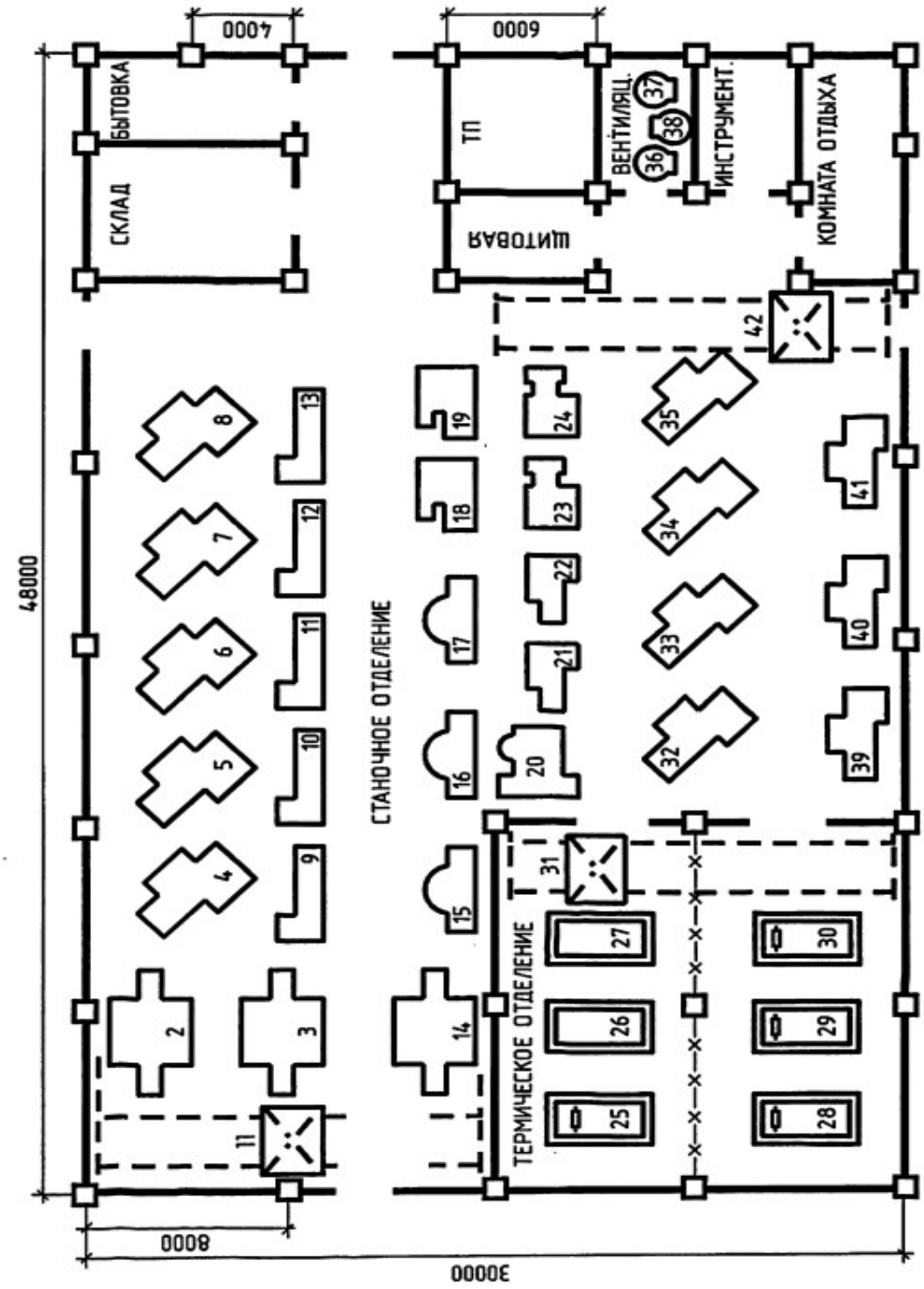


Рисунок 1. План расположения ЭО цеха металлоизделий

2 Определение категорий надёжности электроприёмников и выбор схемы электроснабжения

Цех металлоизделий по категории надежности ЭСН относится к потребителям II и III категории.

Электроприемники II категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недовыпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта. Для них допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены повредившегося трансформатора за время не более 1 суток допускается питание электроприемников II категории от одного трансформатора. Допускается питание электроприемников II категории по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей.

В целях экономии и в связи с тем, что при ремонте не произойдет массовый недоотпуск продукции, выбираем радиальную схему с механизмом резервирования (рис.2).

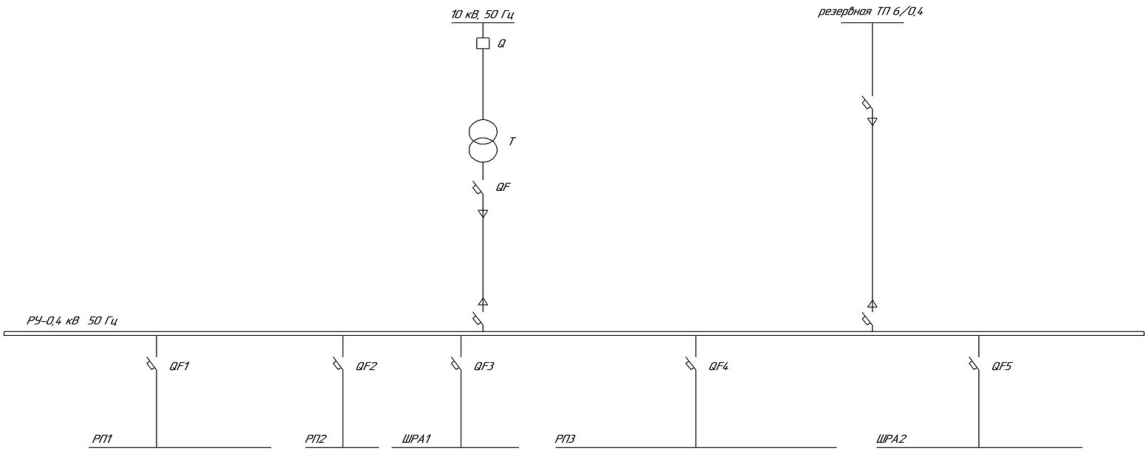


Рисунок 2 – Схема электроснабжения цеха металлоизделий.

Для распределительных сетей применяется преимущественно радиальная схема питания отдельных электроприемников от цеховых распределительных пунктов и шинных магистралей.

Радиальные схемы электроснабжения представляют собой совокупность линий цеховой электрической сети, отходящих от РУ низшего напряжения ТП и предназначенных для питания небольших приемников электроэнергии, расположенных в различных местах цеха. Радиальные схемы применяют в тех случаях, когда нельзя применить магистральные схемы.

Учитывая все вышеизложенные доводы целесообразно, согласно методики, метода упорядоченных диаграмм распределить все потребители электроэнергии на группы.

К шинам низшего напряжения трансформаторной подстанции подключены через РП1, РП2, РП3, ШРА1, ШРА2.

РП1 - через линейные выключатели запитывает электроприемники № 1, 2, 3, 14, 31, 36, 37, 38, 42;

РП2 - через линейный выключатель запитывает электроприемники № 15, 16, 17;

РП3 - через линейные выключатели запитывает электроприемники № 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24;

ШРА1 - через линейные выключатели запитывает электроприемники № 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 32, 33, 34, 35, 39, 40, 41;

ШРА2 - через линейные выключатели запитывает электроприемники № 25, 26, 27, 28, 29, 30.

3 Расчет электрических нагрузок

Основным методом расчёта электрических нагрузок является метод коэффициента максимума, который сводится к определению максимальных (P_M, Q_M, S_M) расчётных нагрузок групп электроприёмников.

Значение P_M , Q_M , S_M определяют по формулам:

$$P_M = K_M P_{см} \quad , \tag{1}$$

$$Q_M = K_M^{'} Q_{см}, \tag{2}$$

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2}, \tag{3}$$

где P_M – максимальная активная нагрузка, кВт;

Q_M – максимальная реактивная нагрузка, кВар;

S_M – максимальная полная нагрузка, кВА;

K_M – коэффициент максимума активной нагрузка;

$K_M^{'}$ – коэффициент максимума реактивной нагрузки;

$P_{см}$ – средняя активная мощность в наиболее загрузочную смену, кВт;

$Q_{см}$ – средняя реактивная мощность в наиболее загруженную смену, кВар.

Значения $P_{см}$ и $Q_{см}$ определяются по формулам:

$$P_{см} = K_и P_н \quad , \tag{4}$$

$$Q_{см} = P_{см} tg\varphi, \tag{5}$$

$$S_{см} = \sqrt{P_{см}^2 + Q_{см}^2} \tag{6}$$

где $K_и$ – коэффициент использования электроприёмников, определяется на основании опыта эксплуатации и справочных данных,

$P_н$ – номинальная активная групповая мощность, приведённая к длительному режиму, без учёта резервных электроприёмников, кВт;

$tg\varphi$ – коэффициент реактивной мощности.

$K_M = f(K_{и.ср}, n_Э)$ – определяется по справочным данным;

$n_Э$ – эффективное (приведенное) число электроприемников, число однородных по режиму работы электроприемников одинаковой мощности, которое дает то же значение расчетного максимума P_{max}, что и группа электроприемников, различных по мощности и режиму работы

$K_{и.ср}$ средний коэффициент использования группы электроприёмников,

$$K_{и.ср} = \frac{\sum P_{см}}{\sum P_н}, \qquad (7)$$

где $\sum P_{см}$, $\sum P_н$ – суммы активных мощностей за смену и номинальных в группе электроприёмников, кВт;

$n_Э = f(n, m, K_{и.ср}, P_н)$ может быть определено по упрощённым вариантам справочных данных,

где n – фактическое число электроприёмников в группе;

m – показатель силовой сборки в группе,

$$m = \frac{P_{н.нб}}{P_{н.нм}}, \qquad (8)$$

где $P_{н.нб}$, $P_{н.нм}$ – номинальные приведённые к длительному режиму активные мощности электроприёмников наибольшего и наименьшего в группе, кВт.

В соответствии с практикой проектирования принимается $K'_M = 1.1$ при $n_Э \le 10$, $K'_M = 1.0$ при $n_Э \ge 10$.

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 оборудования, работающего в повторно-кратковременном режиме, можно определить по формуле

$$P_н = S_{эп} \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{ПВ} \qquad (9)$$

Приемники, питающиеся от однофазной сети, приводятся к трехфазной нагрузке, таким образом нагрузка распределяется по фазам с наибольшей равномерностью и определяется величина неравномерности (Н)

$$H = \frac{P_{ф.нб} - P_{ф.нм}}{P_{ф.нб}} \cdot 100\%, \qquad (10)$$

где $P_{ф.нб}, P_{ф.нм}$ – мощность наиболее и наименее загруженной фазы, кВт. При $H > 15\%$ и включение на фазное напряжение:

$$P_y^{(3)} = 3P_{м.ф.}^{(1)}, \qquad (11)$$

где $P_y^{(3)}$ – условная приведенная трехфазная мощность, кВт;

$P_{м.ф.}^{(1)}$ – однофазная нагрузка наиболее загруженной фазы, кВт.

При $H > 15\%$ и включение на линейное напряжение:

- для одного электроприемника :

$$P_y^{(3)} = \sqrt{3}P_{м.ф.}^{(1)}; \qquad (12)$$

- для нескольких электроприемников:

$$P_y^{(3)} = 3P_{м.ф.}^{(1)} \qquad (13)$$

При $H < 15\%$ расчет ведется как для трехфазных нагрузок (сумма всех однофазных нагрузок).

Максимальный ток находится, как

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_Л}, \qquad (14)$$

где $U_Л$ =0.38кВ номинальное напряжение РУ.

После расчетов, все нагрузки вносятся в специальную сводную ведомость нагрузок.

Расчёт электрических нагрузок на РП-1.

Кран мостовой:

Кран мостовой работает в повторно – кратковременном режиме, с *ПВ*= 25%. Приведем мощность электроприемника к длительному режиму по формуле:

$P_н = 25 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{0,25}$ =6, 25 кВт

$K_н = 0,1;\ tg\varphi = 1,73;\ cos\varphi = 0,5;\ P_н = 6,25$ кВт

$P_{см} = 0,1 \cdot 3 \cdot 6,25 = 1,9$ кВт

$Q_{см} = 1,9 \cdot 1,73 = 3,3$ квар

$S_{см} = \sqrt{1,9^2 + 3,3^2} = 3,8$кВА

Продольно-строгальные станки:

$K_н = 0,17;\ tg\varphi = 1,17;\ cos\varphi = 0,65;\ P_н = 12,4$кВт

$P_{см} = 0,17 \cdot 3 \cdot 12,4 = 6,32$ кВт

$Q_{см} = 6,32 \times 1,17 = 7,4$ квар

$S_{см} = \sqrt{6,32^2 + 7,4^2} = 9,7$ кВА

Вентиляторы:

$K_н = 0,6;\ tg\varphi = 0,75;\ cos\varphi = 0,8;\ P_н = 5$ кВт

$P_{см}$ =15х0,6=9 кВт

$Q_{см} = 9 \cdot 0,75 = 6,75$ квар

$S_{см} = \sqrt{9^2 + 6,75^2} = 11,25$ кВА

Общее количество приёмников на РП-1:

$n = 3 + 3 + 3 = 9$

Суммарная нагрузка на РП-1:

$P_{н\Sigma} = 18{,}75 + 37{,}2 + 15 = 70{,}95$ кВт

Суммарная активная, реактивная и полная мощности за наиболее нагруженную смену:

$P_{см\Sigma} = 1{,}9 + 6.32 + 9 = 17{,}22$ кВт

$Q_{см\Sigma} = 3{,}3 + 7{,}4 + 6{,}75 = 17{,}45$ квар

$S_{см\Sigma} = \sqrt{17{,}22^2 + 17{,}45^2} = 24{,}5$ кВА

Средний коэффициент использования группы электроприёмников:

$$K_{н.ср} = \frac{P_{см\,\Sigma}}{P_{н\,\Sigma}} = \frac{17{,}22}{70{,}95} = 0{,}24$$

Среднее значение коэффициента мощности:

$$cos\varphi = \frac{P_{см\,\Sigma}}{S_{см\,\Sigma}} = \frac{17{,}22}{24{,}5} = 0{,}7$$

Среднее значение коэффициента реактивной мощности:

$$tg\varphi = \frac{Q_{см\,\Sigma}}{P_{см\,\Sigma}} = \frac{17{,}45}{17{,}22} = 1{,}01$$

К РП-1 подключено более одного электроприёмника, следовательно, необходимо определить показатель силовой сборки в группе m. По таблице 1 определяем $P_{н.нб} = 12{,}4$ кВт $P_{н.нм} = 5$ кВт

$m = \frac{P_{н.нб}}{P_{н.нм}} = \frac{12{,}4}{5} = 2{,}48$, $m < 3$

Учитывая, что $n > 5$, $K_{н.ср} > 0{,}2$, $m < 3$, следовательно, $n_э$ определяется как:

$n_э = n = 9$

Коэффициент максимума активной нагрузки:

$K_m = 1{,}9$

В соответствии с практикой проектирования коэффициент максимума реактивной нагрузки принимается при $K'_м = 1{,}1$ $n_э \le 10$ Тогда получаем:

$P_м = 1{,}9 \cdot 17{,}22 = 32{,}7$ кВт

$Q_м = 1,1 \cdot 17,45 = 19,2$ квар

$S_м = \sqrt{32,7^2 + 19,2^2} = 37,9$кВА

Определяем максимальный ток:

$$I_м = \frac{37,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 58,3 \text{ А}$$

Расчёт электрических нагрузок на РП-2.

Плоско-шлифовальные станки:

$K_н = 0,17;\ tg\varphi = 1,17;\ cos\varphi = 0,65;\ P_н = 3$ кВт

$P_{см} = 0,17 \cdot 3 \cdot 3 = 1,53$ кВт

$Q_{см} = 1,53 \cdot 1,17 = 1,79$ квар

$S_{см} = \sqrt{1,53^2 + 1,79^2} = 2,35$кВА

Общее количество приёмников на РП-2:

$n = 3$

Средний коэффициент использования группы электроприёмников:

$$K_{н.ср} = \frac{P_{см\,\Sigma}}{P_{н\,\Sigma}} = \frac{1,53}{3} = 0,51$$

Среднее значение коэффициента мощности:

$$cos\varphi = \frac{P_{см\,\Sigma}}{S_{см\,\Sigma}} = \frac{1,53}{2,35} = 0,65$$

Среднее значение коэффициента реактивной мощности:

$$tg\varphi = \frac{Q_{см\,\Sigma}}{P_{см\,\Sigma}} = \frac{1,79}{1,53} = 1,17$$

Учитывая, что $n < 5$, $K_{н.ср} > 0,2$, следовательно, $n_э$:

$n_э = n = 3$

Коэффициент максимума активной нагрузки по таблице

$K_М = 1,65$

В соответствии с практикой проектирования коэффициент максимума реактивной нагрузки принимается при $K'_м = 1,1\, n_э \le 10$ Тогда получаем:

$P_м = 1,65 \cdot 1,53 = 2,52$ кВт

$Q_м = 1,1 \cdot 1,79 = 1,97$ квар

$S_м = \sqrt{2,52^2 + 1,97^2} = 3,2$кВА

Определяем максимальный ток:

$$I_м = \frac{3,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 4,9\,А$$

Расчёт электрических нагрузок на ШРА1.

К ШРА-1 подключено более одного электроприёмника, следовательно, необходимо определить показатель силовой сборки в группе m. По таблице 1 определяем $P_{н.нб} = 15$ кВт $P_{н.нм} = 3,5$ кВт

$$m = \frac{P_{н.нб}}{P_{н.нм}} = \frac{15}{3,5} = 4,3 \qquad m > 3$$

Рассчитаем значения средней активной и реактивной мощности за наиболее нагруженную смену для всех электроприёмников на ШРА-1.

Токарно-револьверные станки:

$K_и = 0,17;\ tg\varphi = 1,17;\ cos\varphi = 0,65;\ P_н = 3,5$ кВт

$P_{см} = 0,17 \cdot 12 \cdot 3,5 = 7,14$ кВт

$Q_{см} = 7,14 \times 1,17 = 8,35$ квар

$S_{см} = \sqrt{7,14^2 + 8,35^2} = 11$ кВА

Токарные станки:

$K_и = 0,17;\ tg\varphi = 1,17;\ cos\varphi = 0,65;\ P_н = 15$ кВт

$P_{см} = 0,17 \cdot 5 \cdot 15 = 12,75$ кВт

$Q_{см} = 12,75 \cdot 1,17 = 14,92$ квар

$S_{см} = \sqrt{12,75^2 + 14,92^2} = 19,63$ кВА

Общее количество приёмников на ШРА-1:

$n = 12 + 5 = 17$

Суммарная нагрузка на ШРА-1:

$P_{н\Sigma} = 42 + 75 = 117$ кВт

Суммарная активная, реактивная и полная мощности за наиболее нагруженную смену:

$P_{см\Sigma} = 7,14 + 12,75 = 19,89$ кВт

$Q_{см\Sigma} = 8,35 + 14,92 = 23,27$ квар

$S_{см\Sigma} = \sqrt{19,89^2 + 23,27^2} = 30,6$кВА

Средний коэффициент использования группы электроприёмников:

$$K_{н.ср} = \frac{P_{см\,\Sigma}}{P_{н\,\Sigma}} = \frac{19,89}{117} = 0,2$$

Среднее значение коэффициента мощности:

$$cos\varphi = \frac{P_{см\,\Sigma}}{S_{см\,\Sigma}} = \frac{19,89}{30,6} = 0,65$$

Среднее значение коэффициента реактивной мощности:

$$tg\varphi = \frac{Q_{см\,\Sigma}}{P_{см\,\Sigma}} = \frac{23,27}{19,89} = 1,17$$

Учитывая, что $n > 5$, $K_{н.ср} > 0,2$, $m > 3$, следовательно, $n_э$ по таблице определяется как:

$n_э = n = 17$

Коэффициент максимума активной нагрузки по таблице:

$K_М = 1,55$

В соответствии с практикой проектирования коэффициент максимума реактивной нагрузки принимается при $K'_м = 1\ n_э \geq 10$ Тогда получаем:

$P_м = 1,55 \cdot 19,89 = 30,8$ кВт

$Q_м = 1 \cdot 23,27 = 23,27$ квар

$S_м = \sqrt{30,8^2 + 23,27^2} = 38,6$кВА

Определяем максимальный ток:

$$I_м = \frac{38,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 59,4\ А$$

Расчёт электрических нагрузок на РП3

К РП3 подключено более одного электроприёмника, следовательно, необходимо определить показатель силовой сборки в группе m.

По таблице 1 определяем $P_{\text{н.нб}} = 13$ кВт $P_{\text{н.нм}} = 2{,}5$ кВт

$$m = \frac{P_{\text{н.нб}}}{P_{\text{н.нм}}} = \frac{13}{2{,}5} = 5{,}2 \qquad m > 3$$

Рассчитаем значения средней активной и реактивной мощности за наиболее нагруженную смену для всех электроприёмников на РП3.

РП3

Вертикально-сверлильные станки:

$K_{\text{н}} = 0{,}17;\ tg\varphi = 1{,}17;\ cos\varphi = 0{,}65;\ P_{\text{н}} = 2{,}5$ кВт

$P_{\text{см}} = 0{,}17 \cdot 2 \cdot 2{,}5 = 0{,}85$ кВт

$Q_{\text{см}} = 0{,}85 \cdot 1{,}17 = 1$ квар

$S_{\text{см}} = \sqrt{0{,}85^2 + 1^2} = 1{,}3$кВА

Расточный станок:

$K_{\text{н}} = 0{,}17;\ tg\varphi = 1{,}17;\ cos\varphi = 0{,}65;\ P_{\text{н}} = 13$ кВт

$P_{\text{см}} = 0{,}17 \cdot 1 \cdot 13 = 2{,}21$ кВт

$Q_{\text{см}} = 2{,}21 \cdot 1{,}17 = 2{,}58$ квар

$S_{\text{см}} = \sqrt{2{,}21^2 + 2{,}58^2} = 3{,}4$кВА

Фрезерные станки:

$K_{\text{н}} = 0{,}17;\ tg\varphi = 1{,}17;\ cos\varphi = 0{,}65;\ P_{\text{н}} = 3{,}8$ кВт

$P_{\text{см}} = 0{,}17 \cdot 2 \cdot 3{,}8 = 1{,}3$ кВт

$Q_{\text{см}} = 1{,}3 \cdot 1{,}17 = 1{,}52$ квар

$S_{\text{см}} = \sqrt{1{,}3^2 + 1{,}52^2} = 2$ кВА

Радиально-сверлильные станки:

$K_{\text{н}} = 0{,}17;\ tg\varphi = 1{,}17;\ cos\varphi = 0{,}65;\ P_{\text{н}} = 9{,}5$ кВт

$P_{\text{см}} = 0{,}17 \cdot 2 \cdot 9{,}5 = 3{,}23$ кВт

$Q_{\text{см}} = 3{,}23 \cdot 1{,}17 = 3{,}78$ квар

$S_{\text{см}} = \sqrt{3{,}23^2 + 3{,}78^2} = 5$ кВА

Общее количество приёмников на РП-3:

$$n = 2 + 1 + 2 + 2 = 7$$

Суммарная нагрузка на РП-3:

$$P_{н\Sigma} = 5 + 13 + 7{,}6 + 19 = 44{,}6 \text{ кВт}$$

Суммарная активная, реактивная и полная мощности за наиболее нагруженную смену:

$$P_{см\Sigma} = 0{,}85 + 2{,}21 + 1{,}3 + 3{,}23 = 7{,}59 \text{ кВт}$$

$$Q_{см\Sigma} = 1 + 2{,}58 + 1{,}52 + 3{,}78 = 8{,}88 \text{ квар}$$

$$S_{см\Sigma} = \sqrt{7{,}59^2 + 8{,}88^2} = 11{,}68 \text{кВА}$$

Средний коэффициент использования группы электроприёмников:

$$K_{н.ср} = \frac{P_{см\,\Sigma}}{P_{н\,\Sigma}} = \frac{7{,}59}{44{,}6} = 0{,}2$$

Среднее значение коэффициента мощности:

$$cos\varphi = \frac{P_{см\,\Sigma}}{S_{см\,\Sigma}} = \frac{7{,}59}{11{,}68} = 0{,}65$$

Среднее значение коэффициента реактивной мощности:

$$tg\varphi = \frac{Q_{см\,\Sigma}}{P_{см\,\Sigma}} = \frac{8{,}88}{7{,}59} = 1{,}73$$

Учитывая, что $n > 5$, $K_{н.ср} > 0{,}2$, $m > 3$, следовательно, $n_э$ по таблице определяется как:

$$n_э = n = 7$$

Коэффициент максимума активной нагрузки по таблице

$$K_М = 2{,}1$$

В соответствии с практикой проектирования коэффициент максимума реактивной нагрузки принимается при $K'_м = 1{,}1\, n_э < 10$ Тогда получаем:

$$P_м = 2{,}1 \cdot 7{,}59 = 15{,}94 \text{ кВт}$$

$$Q_м = 1{,}1 \cdot 8{,}88 = 9{,}68 \text{ квар}$$

$$S_м = \sqrt{15{,}94^2 + 9{,}68^2} = 18{,}6 \text{ кВА}$$

Определяем максимальный ток:

$$I_{м} = \frac{18,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 28,6А$$

Расчёт электрических нагрузок на ШРА-2

К ШРА-2 подключено более одного электроприёмника, следовательно, необходимо определить показатель силовой сборки в группе m. По таблице 1 определяем $P_{н.нб} = 60$ кВт $P_{н.нм} = 24$ кВт

$$m = \frac{P_{н.нб}}{P_{н.нм}} = \frac{60}{24} = 2,5, \quad m < 3$$

Рассчитаем значения средней активной и реактивной мощности за наиболее нагруженную смену для всех электроприёмников на ШРА-2.

Электропечь сопротивления:

$K_{н} = 0,75;\ tg\varphi = 0,33;\ cos\varphi = 0,95;\ P_{н} = 60$ кВт

$P_{см} = 0,75 \cdot 1 \cdot 60 = 45$ кВт

$Q_{см} = 45 \cdot 0,33 = 14,85$ квар

$S_{см} = \sqrt{45^2 + 14,85^2} = 47,4$ кВА

Электропечи индукционные:

$K_{н} = 0,75;\ tg\varphi = 0,33;\ cos\varphi = 0,95;\ P_{н} = 24$ кВт

$P_{см} = 0,75 \cdot 2 \cdot 24 = 36$ кВт

$Q_{см} = 36 \cdot 0,33 = 11,8$ квар

$S_{см} = \sqrt{36^2 + 11,8^2} = 37,9$ кВА

Электродуговые печи:

$K_{н} = 0,75;\ tg\varphi = 0,33;\ cos\varphi = 0,95;\ P_{н} = 50$ кВт

$P_{см} = 0,75 \cdot 2 \cdot 50 = 75$ кВт

$Q_{см} = 75 \cdot 0,33 = 24,75$ квар

$S_{см} = \sqrt{75^2 + 24,75^2} = 79$ кВА

Общее количество приёмников на ШРА-2:

$n = 1 + 2 + 2 = 5$

Суммарная нагрузка на ШРА-2:

$P_{н\Sigma} = 60 + 48 + 100 = 208$кВт

Суммарная активная, реактивная и полная мощности за наиболее нагруженную смену:

$P_{см\Sigma} = 45 + 36 + 75 = 156$ кВт

$Q_{см\Sigma} = 14{,}85 + 11{,}8 + 24{,}75 = 51{,}4$ квар

$S_{см\Sigma} = \sqrt{156^2 + 51{,}4^2} = 164{,}2$ кВА

Средний коэффициент использования группы электроприёмников:

$$K_{н.ср} = \frac{P_{см\,\Sigma}}{P_{н\,\Sigma}} = \frac{156}{208} = 0{,}75$$

Среднее значение коэффициента мощности:

$$cos\varphi = \frac{P_{см\,\Sigma}}{S_{см\,\Sigma}} = \frac{156}{164{,}2} = 0{,}95$$

Среднее значение коэффициента реактивной мощности:

$$tg\varphi = \frac{Q_{см\,\Sigma}}{P_{см\,\Sigma}} = \frac{51{,}4}{156} = 0{,}33$$

Учитывая, что $n > 5$, $K_{н.ср} > 0{,}2$, $m < 3$, следовательно, $n_э$ по таблице определяется как:

$n_э = n = 5$

Коэффициент максимума активной нагрузки по таблице

$K_М = 1{,}26$

В соответствии с практикой проектирования коэффициент максимума реактивной нагрузки принимается при $K'_м = 1{,}1\, n_э < 10$ Тогда получаем:

$P_м = 1{,}26 \cdot 156 = 196{,}56$ кВт

$Q_м = 1{,}1 \cdot 51{,}4 = 56{,}54$ квар

$S_м = \sqrt{196{,}56^2 + 56{,}54^2} = 204{,}5$кВА

Определяем максимальный ток:

$$I_м = \frac{204{,}5}{\sqrt{3} \cdot 0{,}38} = 314{,}6\text{А}$$

Расчёт электрических нагрузок на ЩО

В качестве осветительных установок используем газоразрядные лампы.

$K_н = 0{,}85;\ tg\varphi = 0{,}33;\ cos\varphi = 0{,}95;\ P_н = 10\ Вт/м^2$

Суммарная активная мощность осветительной установки определяется по формуле:

$$P_{о.у} = P_{уд} \cdot S = 50 \cdot 32 \cdot 10^{-2} = 16\ кВт$$

Суммарная активная и реактивная мощности за наиболее нагруженную смену:

$$P_{см} = 0{,}85 \cdot 16 = 13{,}6\ кВт$$

$$Q_{см} = 13{,}6 \cdot 0{,}33 = 4{,}5\ квар$$

Поскольку на ЩО одинаковые приёмники, то максимальные активные и реактивные нагрузки равны сменным:

$$P_{см} = P_м = 13{,}6\ кВт$$

$$Q_{см} = Q_м = 4{,}5\ квар$$

Полная максимальная мощность равна:

$$S_м = \sqrt{13{,}6^2 + 4{,}5^2} = 14{,}3 кВА$$

Определим ток на РУ:

$$I_м = \frac{14{,}3}{\sqrt{3} \cdot 0{,}38} = 22\ А$$

Т а б л и ц а 2 – Сводная ведомость нагрузок

Наименование РУ и ЭП	Нагрузка установленная							Нагрузка средняя за смену						Нагрузка максимальная			
	Рн, кВт	n	$P_{нΣ}$, кВт	Ки	cosφ	tgφ	m	$P_{см}$ кВт	Qсм, квар	Sсм, А	n Вэ	$K_м$	km′	Рм, кВт	Qм, квар	Sм, кВА	Iм, А
РП1:																	
Краны мостовые	6,25	3	18,75	0,1	0,5	1,73		1,9	3,3	3,8							
Продольно-строгальные станки	12,4	3	37,2	0,17	0,65	1,17		6,32	7,4	9,7							
Вентиляторы	5	3	15	0,6	0,8	0,75		9	6,75	11,25							
ИТОГО:		9	70,95				<3	17,22	17,45	24,5	9	1,9	1,1	32,7	19,2	37,9	58,3
РП2:																	

Плоско-шлифовальные станки	3	3	9	0.17	0,65	1,17		1,53	1,79	2,35							
ИТОГО:		3	9					1,53	1,79	2,35	3	1,65	1,1	2,52	1,97	3,2	4,9
ШРА1:																	
Токарно-револьверные станки	3,5	12	42	0,17	0,65	1.17		7,14	8,35	11							
Токарные станки	15	5	75	0,17	0,65	1,17		12,75	14,92	19,63							
ИТОГО:			117				>3	19,89	23,27	30,6	17	1,55	1	30,8	3,27	38,6	59,4
РПЗ																	
Вертикально-сверлильные станки	2,5	2	5	0,17	0,65	1,17		0,85	1	1,3							

Продолжение таблицы

Расточный станок	13	1	13	0,17	0,65	1,17		2,21	2,58	3,4							
Фрезерные станки	3,8	2	7,6	0,17	0,65	1,17		1,3	1,52	2							
Радиально-сверлильные станки	9,5	2	19	0,17	0,65	1,17		3,23	3,78	5							
ИТОГО:		7	44,6				>3	7,59	8,88	11,6	7	2,1	1,1	5,94	2,68	18,6	28,6
ШРА2:																	
Электрич. печь сопротивления	60	1	60	0,75	0,95	0,33		45	14,85	47,4							
Электрические печи индуктивные	24	2	48	0,75	0,95	0,33		36	11,8	37,9							
Электродуговые печи	50	2	100	0,75	0,95	0,33		75	24,75	79							
ИТОГО:		5	208				<3	156	51,4	164,2	5	1,26	1,1	196,56	56,54	204,5	314,6
ЩО				0,85	0,95	0,33		13,6	4,5	14,3				3,6	4,5	14,3	2
Всего на шинах НН без КУ:														292,12	115,16	317,1	487,8
Всего на шинах после компенсации														292,12	65,16	299	451

Средневзвешенный коэффициент мощности по цеху составил:

$\cos\varphi_{ср.} = Рсм\sum / Sсм \sum = 149,7 / 215 = 0,85.$

Поскольку коэффициент мощности меньше оптимального (0,92), необходимо скомпенсировать реактивную мощность.

Расчет компенсирующего устройства.

Определяется расчетная мощность КУ:

$$Q_{К.Р} = \alpha P_М (tg\alpha - tg\varphi_К) = 0,9 \times 292,12(0,56 - 0,33) = 60,5 квар$$

$$\cos\varphi_К = 0,95 tg\varphi_К = 0,33$$

Выбирается УК 0,38-50У3.

Итого на шинах 0,4 кВ подстанции

Рм = 292,1 кВт, Qм = (115,16 - 1х50) = 65,16 квар,

Sм = 299 кВА,

Iр = Sм/√3U2 = = 299 /1,73 х0.4 = 432 А

cosφ = 0,97 tgφ = 0,25

4 Выбор силовых трансформаторов

Определяется расчетная мощность трансформатора с учетом потерь, но без компенсации реактивной мощности по условию:

Sт ≥ 0,7 · Sм(ВН) = 0,7х299 = 208 кВА.

Выбирается КТП 400- 10/0,4; с трансформатором ТМ-400/10/0,4 с характеристиками:

$R_{(Т)} = 5,5 мОм$

$X_{(Т)} = 17,1 мОм$

$Z_{(Т)} = 18 мОм$

$Z^1_{(Т)} = 195 мОм$

Определяется коэффициент загрузки трансформатора: Кз=Sнн/Sт=299/400=0,74

Потери в трансформаторе составят:

ΔРт = 0,02· SНН = 0,02 · 299,2 = 6 кВт;

ΔQт = 0,1· SНН = 0,1 · 299,2 = 29,9 квар;

ΔSт = $\sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2}$ = 30,5 кВА.

Выбирается трансформатор ТМ-400/10/0,4.

5 Расчет токов короткого замыкания

Короткое замыкание – это режим работы электрический сети, при котором происходит резкое возрастание тока за счет резкого уменьшения сопротивления на данном участке сети.

Составляем расчётную схему и схему замещения, намечаем токи короткого замыкания.

Для системы:

$I_c = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot U_c} = \frac{299}{1{,}73 \cdot 10} = 17{,}2$ А

Выбираем АСБГ-3х10, с Iдоп=65А;
x_0=0,4 Ом/км;

$X_c' = X_0 \cdot L_c = 0{,}4 \cdot 1{,}6 = 0{,}64$ Ом

$r_0 = \frac{10^3}{\gamma \cdot S} = \frac{10^3}{30 \cdot 2{,}5} = 13{,}33$ Ом/км

$R'_c = r_0 L_c = 13{,}33 \cdot 1{,}6 = 21{,}33$ Ом.

Сопротивления приводятся к НН:

$R_c = R_c' \cdot \left(\frac{U_{НН}}{U_{ВН}}\right)^2 = 21{,}33 \cdot \left(\frac{0{,}4}{10}\right)^2 \cdot 10^3 = 34{,}13$ мОм;

$X_c = X_c' \cdot \left(\frac{U_{НН}}{U_{ВН}}\right)^2 = 0{,}64 \cdot \left(\frac{0{,}4}{10}\right)^2 \cdot 10^3 = 1{,}02$ мОм.

Для трансформатора:

$R_т$=9,4 мОм, $X_т$= 27,2 мОм, $Z_т$=28,7 мОм, $Z_m^{(1)}$ = 311 мОм

Для автоматов:

QF: R_{QF}= 0.11 мОм; x_{QF}= 0.12 мОм; $R_{пQF}$= 0,2 мОм;

QF1: R_{QF1}= 0.15 мОм; x_{QF1}= 0.17 мОм; $R_{пQF1}$= 0,4 мОм;

QF1.1: $R_{QF1.1}$= 2 мОм; $x_{QF1.1}$= 1,8 мОм; $R_{Пqf1.1}$= 0,9 мОм.

Для кабельных линий:

КЛ1 r'_0=12,5 x_0=0,116

Так как в схеме 3 параллельных кабеля, то

$r_0 = \frac{1}{3} r_0' = \frac{1}{3} \cdot 12{,}5 = 4{,}2$

$R_{кл1} = r_0 L_{кл1} = 4{,}2 \cdot 5 = 21$

$X_{кл1} = x_0 L_{кл1} = 0{,}116 \cdot 5 = 0{,}58$

КЛ2: r_0= 4,2 x_0=0,116

$R_{кл2} = 4{,}2 \cdot 45 = 189$

$X_{кл2} = 0{,}116 \cdot 45 = 5{,}22$

Для РП1:

$r_{(0)} = 0{,}21 мОм x_{(0)} = 0{,}21 мОм$

$r_{(0П)} = 0{,}42 мОм x_{(0П)} = 0{,}42 мОм$

$R_{(ПР)} = r_{(0)} \times L_{(ПР)} = 0{,}21 \times 2 = 0{,}42 мОм$

$R_{(КЛ1)} = r_{(0)} \times L_{(КЛ1)} = 0{,}04 \times 20 = 0{,}8 мОм$

$X_{(ПР)} = x_{(0)} \times L_{(ПР)} = 0{,}21 \times 2 = 0{,}42 мОм$

$R_{(Т)} = 5{,}5 мОм Z_{(Т)} = 18 мОм Z^1_{(Т)} = 195 мОм$

$R_{(Т)} = 5{,}5 мОм Z_{(Т)} = 18 мОм Z^1_{(Т)} = 195 мОм$

Для ступеней распределения:

$R_{с1}$=15; $R_{с2}$=20

Упрощается схема замещения, вычисляются эквивалентные сопротивления на участках между точками КЗ и наносятся на схему (рис.5)

$R_{э1}= R_с+ R_т+R_{1SF}+R_{п1SF}+R_{с1}$=34,13+9,4+0,11+0,2+15=58,84 мОм;

$X_{э1}= X_с+ X_т+X_{1SF}$= 1,02+27,2+0,12=28,34 мОм;

$R_{э2}= R_{SF1}+R_{пSF1}+R_{кл1}+R_ш+R_{с2}$=0,15+0,4+21+0,42+20=41,97 мОм;

$X_{э2}= X_{SF1}+X_{кл1}+X_ш$=0,17+0,58+0,42= 1,17 мОм;

$R_{э3}=R_{SF}+R_{пSF}+R_{кл2}$= 2+0,9+189=191,9 мОм;

$X_{э3}= X_{SF}+ X_{кл2}$= 1,8+5,22=7,02мОм.

Вычисляются сопротивления до каждой точки КЗ

$R_{к1}= R_{э1}$= 58,84 мОм; $X_{к1}=X_{э1}$=28,34 мОм;

$Z_{к1}= \sqrt{R_{к1}^2 + X_{к1}^2} = \sqrt{58{,}84^2 + 28{,}34^2}$ = 65,30 мОм;

$R_{к2}= R_{э1}+R_{э2}$= 58,84+41,97 = 100,81 мОм;

$X_{к2}= X_{э1}+X_{э2}$=28,34 +1,17 = 29,51 мОм;

$Z_{к2}= \sqrt{R_{к2}^2 + X_{к2}^2} = \sqrt{100{,}81^2 + 29{,}51^2}$ = 105,04 мОм;

$R_{к3}= R_{к2}+R_{э3}$= 100,81 + 191,9 = 292,71мОм;

$X_{к3}= X_{к2}+X_{э3}$= 29,51 +7,02 =36,53 мОм;

$Z_{к3}= \sqrt{R_{к3}^2 + X_{к3}^2} = \sqrt{292{,}71^2 + 36{,}53^2}$ = 294,98 мОм;

$\frac{R_{к1}}{X_{к1}} = \frac{58{,}84}{28{,}34} = 2{,}08$; $\frac{R_{к2}}{X_{к2}} = \frac{100{,}81}{29{,}51} = 3{,}42$;

$\frac{R_{к3}}{X_{к3}} = \frac{292{,}71}{36{,}53} = 8{,}01$;

Определяем коэффициенты Ку и q:

$K_{у1}= f\left(\frac{R_{к1}}{X_{к1}}\right) = f(2{,}08) = 1{,}0$;

$K_{у2}= f\left(\frac{R_{к2}}{X_{к2}}\right) = f(3{,}42) = 1{,}0$;

$K_{у3}= f\left(\frac{R_{к3}}{X_{к3}}\right) = f(8{,}01) = 1{,}0$;

$q_1 = \sqrt{1 + 2(K_{y1} - 1)^2} = \sqrt{1 + 2(1{,}0 - 1)^2} = 1;$

$q_2 = q_3 = 1.$

Определяются 3-фазные и 2-фазные токи КЗ и заносятся в «Сводную ведомость токов КЗ»:

$I_{к1}^{(3)} = \frac{U_{к1}}{\sqrt{3} \cdot Z_{к1}} = \frac{0{,}4 \cdot 10^3}{1{,}73 \cdot 65{,}30} = 3{,}54 кА;$

$I_{к2}^{(3)} = \frac{U_{к2}}{\sqrt{3} \cdot Z_{к2}} = \frac{0{,}38 \cdot 10^3}{1{,}73 \cdot 105{,}04} = 2{,}09 кА;$

$I_{к3}^{(3)} = \frac{U_{к3}}{\sqrt{3} \cdot Z_{к3}} = \frac{0{,}38 \cdot 10^3}{1{,}73 \cdot 294{,}98} = 0{,}74 кА;$

$I_{ук1} = q_1 I_{к1}^{(3)} = 3{,}54$ кА;

$I_{ук2} = q_2 I_{к2}^{(3)} = 2{,}09$ кА;

$I_{ук3} = q_3 I_{к3}^{(3)} = 0{,}74$ кА;

$i_{ук1} = \sqrt{2} \cdot K_{y1} I_{к1}^{(3)} = 1{,}41 \cdot 1{,}0 \cdot 3{,}54 = 4{,}99$ кА;

$i_{ук2} = \sqrt{2} \cdot K_{y2} I_{к2}^{(3)} = 1{,}41 \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}09 = 2{,}95$ кА;

$i_{ук3} = \sqrt{2} \cdot K_{y3} I_{к3}^{(3)} = 1{,}41 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}74 = 1{,}04$кА;

$I_{к1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{к1}^{(3)} = 0{,}87 \cdot 3{,}54 = 3{,}08$ кА;

$I_{к2}^{(2)} = 0{,}87 \cdot I_{к2}^{(3)} = 0{,}87 \cdot 2{,}09 = 1{,}82$ кА;

$I_{к3}^{(2)} = 0{,}87 \cdot I_{к3}^{(3)} = 0{,}87 \cdot 0{,}74 = 0{,}64$ кА.

Таблица 3 - Сводная ведомость токов КЗ

Точка КЗ	$R_к$, мОм	$X_к$, мОм	$Z_к$, мОм	R/X	K_y	q	$I^{(3)}$, кА	i_y, кА	$I_\infty^{(3)}$, кА	$I_k^{(2)}$ кА	$Z_п$, мОм	$I_k^{(1)}$, кА
К1	58,84	28,34	65,30	2,08	1,0	1	3,54	4,99	3,54	3,08	15	1,93
К2	100,81	29,51	105,04	3,42	1,0	1	2,09	2,95	2,09	1,82	39,7	1,6
К3	292,71	36,53	294,98	8,01	1,0	1	0,74	1,04	0,74	0,64	80,33	1,25

Для кабельных линий:

$X_{пкл1}= x_{0п}L_{кл1}= 0,42\cdot5=2,1$ мОм;

$R_{пкл1}= 2r_{0п}L_{кл1}= 2\cdot0,42\cdot5=4,2$ мОм;

$R_{пш}= r_{0пш}L_{ш}= 0,21\cdot2= 0,42$ мОм;

$X_{пш}= x_{0пш}L_{ш}= 0,21\cdot2=0,42$ мОм;

$R_{пкл2}= 2r_{0п}L_{кл2}= 2\cdot0,42\cdot45=37,8$ мОм;

$X_{пкл2}= x_{0п}L_{кл2}= 0,42\cdot45=18,9$ мОм;

$Z_{п1}=15$ мОм;

$R_{п2}= R_{с1}+R_{пкл1}+R_{пш}+R_{с2}=15+4,2+0,42+20=39,62$ мОм;

Хп2=Хпкл1+Хпш= 2,1+0,42=2,52 мОм;

$Z_{п2}= \sqrt{R_{п2}^2 + X_{п2}^2} =\sqrt{39,62^2 + 2,52^2} =39,7$ мОм;

$R_{п3}=R_{п2}+R_{пкл2}=39,62+37,8= 77,42$ мОм;

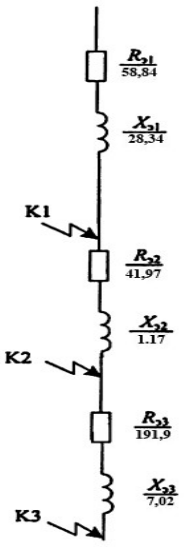
$X_{п3}=X_{п2}+X_{пкл2}= 2,52+18,9= 21,42$ мОм;

$Z_{п3}=\sqrt{R_{п3}^2 + X_{п3}^2} =\sqrt{77,42^2 + 21,42^2} = 80,33$ мОм;

$I_{к1}^{(1)}= \dfrac{U_{кф}}{Z_{п1} + Z_m^{(1)}/3}= \dfrac{0,23\cdot10^3}{15+311/3}= 1,93$ кА;

$I_{к2}^{(1)}= \dfrac{U_{кф}}{Z_{п2} + Z_m^{(1)}/3}= \dfrac{0,23\cdot10^3}{39,7+311/3}=1,60$ кА;

$I_{к3}^{(1)}= \dfrac{U_{кф}}{Z_{п3} + Z_m^{(1)}/3}= \dfrac{0,23\cdot10^3}{80,33+311/3}=1,25$ кА.



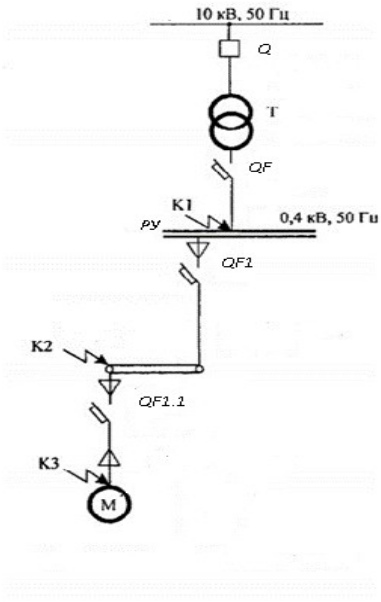


рис.2 Схема ЭСН расчетная.

рис.3 Схема замещения упрощенная

6 Выбор основного оборудования на подстанции

Наименование оборудования, место установки	Каталожные параметры	Расчётные данные
РУ-10кВ		
Разъединитель внутренней установки РВЗ с приводом ПР-10	Uн = 10 кВ Iн = 400 А Iтерм = 10 кА I дин = 40	Uп = 10 кВ Iр = 25 А Iк = 5,5 кА i_y = 7,7 кА

Оборудование для РУ-04кВ.

Выбор аппаратов защиты распределительных устройств.

Рассчитываются и выбираются АЗ типа ВА (наиболее современные)

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3}V_H} = \frac{400}{1{,}73 \times 0{,}38} = 608{,}46A$$

Линии РУ, QF, линии без ЭД:

$$I_{H.A} \geqslant I_{H.P} \qquad I_{H.P} \geqslant I_T = 608{,}46A$$

Технические данные автоматических выключателей серии ВА выбирается ВА 51-39:

$I_{Н.А} = 630А$

$I_{Н.Р} = 630А$

$I_{У(П)} = 1,25I_{Н.Р}$

$I_{У(КЗ)} = 2I_{Н.Р}$

$I_{ОТКЛ} = 40кА$

Линия РУ - РП1, QF1, линия с группой ЭД:

$I_{М} = 58,3А(из\ таблицы2\ )$

$I_{Н.А} \geqslant I_{Н.Р}$

$I_{Н.А} \geqslant I_{Н.Р} = 1,1 \times 58,3 = 64,3$

Выбирается ВА 51-35М1:

$I_{Н.А} = 100А$

$I_{Н.Р} = 100А$

$I_{У(П)} = 1,25I_{Н.Р}$

$I_{У(КЗ)} = 2I_{Н.Р}$

$I_{ОТКЛ} = 20кА$

Линия РП1 - Мост крановый, QF1.1, линия с одним ЭД:

$$I_{Д} = \frac{P_{Н}}{\sqrt{3}V_{Н}\cos\varphi\eta} = \frac{25}{1,73 \times 0,38 \times 0,5 \times 0,9} = 151,94А$$

$I_{Н.А} \geqslant I_{Н.Р}$

$I_{Н.П} \geqslant 1,25I_{Д} = 1,25 \times 151,94 = 189,92А$

Выбирается ВА 51-35М2:

$I_{Н.А} = 200А$

$I_{Н.Р} = 160А$

$I_{У(П)} = 1,25I_{Н.Р}$

$I_{У(КЗ)} = 2I_{Н.Р}$

$I_{ОТКЛ} = 20кА$

Аналогично производится расчет и выбор следующих автоматических выключателей.

Для линии РП1 - продольно-строгального станка QF1.2, для вентиляторов - QF1.3; ВА 51-35М2.

Для линии РП2 - плоско-шлифовального станка QF2.1; Выбирается ВА 51-35М2.

Для линии ШРА1 - токарно-револьверного станка QF3.1, токарного станка QF3.2; выбирается ВА 51-35М2.

Для линии РП3 - вертикально-сверлильного станка QF4.1, расточного расточного станка QF4.2, фрезерного станка QF4.3, радиально-сверлильного станка QF4.4; выбирается ВА 51-35М2.

Для линии ШРА2 - электрической печи сопротивления QF5.1, электрической печи индуктивной QF5.2, электродуговой печи QF5.3. Выбирается ВА 51-35М2.

7 Выбор питающей и распределительных линий

Выбор питающей кабельной линии будем производить по экономической плотности тока в нормальном режиме, по длительно допустимому току нагрузки в аварийном режиме (при повреждении одного из кабелей), с последующей проверкой на термическую устойчивость токам КЗ и на падение напряжения.

Принимаем к прокладке по эстакаде кабель с алюминиевыми

жилами марки АСБГ

Определим сечение кабеля по экономической плотности тока. $s_{эк}$ = Iм/2jэк = 23,12/ (2·1,4) = 8,3 мм2,

где Iм – максимальный расчётный ток при напряжении 10 кВ (разд. 5 токи КЗ),

где Iм — максимальный расчётный ток при напряжении 10 кВ.

Принимаем кабель АСБГ-10-3х25, с Iдоп=65А

Условию нагрева длительным током кабель данного сечения удовлетворяет, т.к, Iдоп= 65 А > Iм =23,12 А.

Проверим выбранный кабель на термическую устойчивость тока КЗ по минимально-допустимому сечению

$s_{min} = I_k(tпр/C)^{1/2}$ = 3900 х (0,22/85) $^{1/2}$ = 22 мм^2, где

С = 85 — коэффициент для кабелей с алюминиевыми жилами [1].

Данному условию выбранный кабель также удовлетворяет, т.к. 25 мм^2 > 22 мм^2.

Проверим выбранный кабель на потерю напряжения при номинальной нагрузке. Согласно [9] для силовых сетей отклонение напряжения от номинального составляет не более ±5,0 %. Определим потерю напряжения

$\Delta U = (3^{1/2}$ Iр L / Uн) х (Ro cos (φ) + Xo sin (φ) х 100 =

($3^{1/2}$ х 12 х 1,1 / 10000) х (1,24 х 0,93 + 0,099 х 0,37) х 100 = 0,27 %,

где Ко, Хо — активное и индуктивное сопротивление 1 км кабеля, Ом/км.

Потеря напряжения находится в норме, т.к. 0,27 % < 5%.

т.о. окончательно выбираем для устройства питающей линии кабель АСБГ-10-3*25мм^2

Распределительные силовые линии напряжением 0,4 кВ устраиваем распределительным шинопроводом и кабелем с алюминиевыми жилами марки АВВГ, с выбором их сечений ввиду небольшой протяжённости по длительно-допустимому току с проверкой на соответствие аппарату защиты и на термическую устойчивость тока КЗ.

Выбираются линии ЭСН с учетом соответствия аппаратам защиты согласно условию

$$I_{доп} \geqslant К_{зщ} I_{(у(п))}$$

Для линии QF выбирается АВВГ 3х(3 х 240), $I_{доп}$ = 360А;

Для линии QF1, QF3, QF5 выбирается АВВГ 4 х 240, $I_{доп}$ = 360А;

Для линии QF1.1, QF3.1, QF3.2, QF4, QF5.3 выбирается АВВГ 4 х 120, $I_{доп}$ = 220А;

Для линии QF1.2, QF4.4, QF5.1, QF5.2 выбирается АВВГ 4 х 70, $I_{доп}$ = 160А;

Для линии QF1.3, QF2, QF4.1, QF4.2, QF4.3, выбирается АВВГ 4 х 16, $I_{доп}$ = 72А.

8 Расчет заземляющего устройства

Заземляющее устройство необходимо для присоединения к нему всех проводящих частей электрооборудования, в нормальном режиме не находящихся под напряжением, с целью защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током при косвенном прикосновении. Поскольку электроустановки напряжением до и выше 1000 В территориально размещены в одном здании прессового

участка, то выполняем общее защитное заземление.

Основой для расчёта заземляющего устройства являются: удельное сопротивление грунта в районе подстанции $\rho_{гр}$ и сопротивление заземляющего устройства Rз, которое зависит от рабочего напряжения электроустановки и режима её нейтрали.

Грунт в районе ТП песок с температурой +10 °С, с удельным сопротивлением $\rho_{гр}$ = 400 Ом•м. Расчётное сопротивление грунта с учётом коэффициента повышения сопротивления:

$$\rho = \rho_{гр} \cdot \psi = 400 \cdot 1{,}36 = 544 \text{ Ом•м}$$

Сопротивление заземляющего устройства для сети 10 кВ с изолированной нейтралью при общем заземлении определяется:

$$R_{з10} = U_з / I_з = 50 / 0{,}05 = 1000 \text{ Ом},$$

где Uз – напряжение прикосновения, значение которого принимается равным 50 В;

Iз – полный ток замыкания на землю, определяемый как

$$I_з = U_н(35L_к + L_в)/350 = 10(35 \cdot 0 + 1{,}6)/350 = 0{,}05 \text{ А},$$

где Lк и Lв – длины электрически связанных кабельных и воздушных линий, км.

Согласно сопротивление заземляющего устройства электроустановок напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью не должно превышать 10 Ом, поэтому принимаем $R_{з10}$ = 10 Ом.

Сопротивление заземляющего устройства для сети 0,4 кВ с глухозаземлённой нейтралью в соответствии с должно быть не более 4 Ом.

Соответственно принимаем наименьшее сопротивление заземляющего устройства при общем заземлении Rз ≤ 4 Ом.

Естественным заземлителем является фундамент цеха, измеренное сопротивление которого составляет Re = 10 Ом. Т.к. значение

сопротивления естественного заземлителя, равное 10 Ом, больше допустимого по нормам, следует применить дополнительные искусственныезаземлители, сопротивление которых

$$R_и = R_e R_з/(R_e-R_з) = 10•4/(10-4) = 6,66 \text{ Ом}.$$

Для искусственных заземлителей принимаем прутковые электроды диаметром d=12 мм и длиной l=5 м. Сопротивление одиночного электрода с учётом сопротивления грунта

$$R_{пр} = 0,00227\ \rho = 0,00227•5,44•10^4 = 123,5 \text{ Ом}.$$

Определяем число заземлителей:

$n = R_{пр}/(\eta R_и) = 123,5/ (0,68•6,66) = 27,3 \approx 28$ шт.,

η = 0,68 – коэффициент экранирования трубчатых заземлителей Принимаем число заземлителей равное 28. Тогда сопротивление искусственных заземлителей составит:

$$R_и = R_{пр}/ \eta n = 123,5/0,68• 28= 6,5 \text{ Ом}.$$

Общее сопротивление заземляющего устройства составит

$$R_з = R_e R_и/(R_e+R_и) = 10•6,5/(10+6,5) = 3,93 \text{ Ом},$$

что удовлетворяет нормированному значению.

9 Наладка и испытания печи сопротивления

Технологическая характеристика печи сопротивления

Электропечь сопротивления камерная с волокнистыми футеровочными материалами СНО-6.12.4/10-И3 предназначена для термообработки изделий в окислительной атмосфере до температуры 1000°С.

Электропечь может применяться во всех отраслях народного

хозяйства, где требуется нагрев изделий до температуры 1000°С в окислительной атмосфере.

Электропечь представляет собой нагревательную камеру, состоящую из следующих основных составных частей: кожуха , футеровки , панели сводовой , нагревателей , заслонки и механизма открывания заслонки , монтажа электрического , шкафа управления.

Особенностью электропечи является выполнение огнеупорного и теплоизоляционного слоев футеровки из волокнистых огнеупорных материалов (рулонного волокнистого материала МКРР-130 и плит ШВЛ-350), это дает возможность снизить аккумулирующую энергию, а также массу электропечи.

Кожух электропечи сварен из листовой и профильной стали, сварные швы газоплотные. На задней стенке вварена арматура для вывода нагревателей и арматура для уплотнения газоподвода. На съемном сводовом листе вварена арматура для двух преобразователей термоэлектрических - рабочего и контрольного.

На полу выполнены огнеупорные столбики, на которые укладываются загрузочные плиты. На столбиках предусмотрены пазы для обеспечения циркуляции воздуха. Нагреватели выполнены из сплавов высокого омического сопротивления. Нагреватели расположены на поду, боковых стенках и своде. Принцип действия электропечи следующий. При достижении в рабочем пространстве электропечи заданной температуры

нагреватели отключаются, затем открывается заслонка. Изделия загружаются в электропечь, после чего закрывается заслонка. Включаются нагреватели, и происходит термообработка садки по технологическому режиму. По окончании термообработки нагреватели отключаются, заслонка открывается, садка выгружается из электропечи, цикл повторяется. Конструкция механизма подъема заслонки обеспечивает открытие загрузочного проема и надежный прижим

заслонки к кожуху электропечи.

Наладка и испытания печи сопротивления

Нагрев печи непосредственно после ее футеровки следует производить медленно, так как в кладке еще содержится много влаги. Влагу необходимо постепенно испарить. Процесс испарения влаги из футеровки называется сушкой футеровки печи. Время сушки и скорость подъема температуры футеровки зависят от конструкции печи и от характера футеровочных материалов.

Резкий подъем температуры печи может привести к образованию трещин и преждевременному разрушению футеровки. Применительно к каждому типу печи разрабатывается график сушки футеровки. Подача в печное пространство защитных и других технологических газов, содержащих горючие составляющие, разрешается только после достижения в печи температуры 760 °С. При более низкой температуре горючие газы не воспламеняются и, попав в печное пространство, могут образовать с заполняющим печь воздухом взрывоопасную газовоздушную смесь, что может привести к взрыву.

При пуске печей, работающих с защитными атмосферами, а также печей для химикотермической обработки требуется дополнительное время на вытеснение воздуха из кладки печи и науглероживание кладки и других деталей, находящихся в печном пространстве.

Период пуска заканчивается тогда, когда печь выведена на заданные параметры по температурному режиму, производительности, качеству продукции, а все ее механизмы и системы управления обеспечивают ее бесперебойную работу в автоматическом режиме.

В начальный период эксплуатации вновь изготовленной печи следует особенно внимательно следить за всеми параметрами ее работы.

На печах всех типов необходимо следить за показаниями приборов, измеряющих температуру. Остановка печей, работающих с контролируемой

атмосферой, представляет собой ответственную операцию. Перед остановкой печное пространство освобождают от обрабатываемых изделий. Затем поочередно гасят газовые горелки и перекрывают подачу газа на печь. На электрических печах отключают подачу электроэнергии.

В состав электрического оборудования входят щиты и пульты управления с аппаратурой, проводами, кабелями и шинами, К нему относятся также контрольно-измерительные приборы и автоматика. Наладочные работы являются завершающей стадией монтажных работ; как правило, их выполняют в четыре этапа.

На первом этапе наладочные работы проводят без подачи напряжения по постоянной схеме в монтируемые схемы электроустановок. К этому времени должны быть закончены монтаж вторичных цепей в пределах щитов, станций управлений, пультов и распределительных устройств. На данном этапе ведут работы по настройке и проверке отдельных элементов электрооборудования в соответствии с требованиями технических условий заводов-изготовителей оборудования.

На втором этапе работы проводят с подачей напряжения по постоянной схеме только в цепи управления, защиты и сигнализации. На этом этапе ведут работы по проверке под напряжением смонтированной схемы и взаимодействия ее элементов.

На третьем этапе работы проводят после подачи напряжения по постоянной схеме в силовые и оперативные цепи. На этом этапе производят прокрутку и испытание отдельных электродвигателей и агрегатов.

На четвертом этапе проводят комплексное испытание и пробную эксплуатацию всей установки (например, автоматической линии для химико-термической обработки) вплоть до получения готовой продукции. На этом этапе завершают наладку электроприводов и схем автоматики.

Комплексное испытание объекта (например, автоматической линии для химико-термической обработки) можно разделить на два периода: холодное

опробование - работа механизмов вхолостую при холодных печах; горячее опробование - работа механизмов и схем автоматики под нагрузкой в технологическом цикле с горячими печами, с заполнением их газом и т.д. Окончание наладочных работ оформляют соответствующим актом.

При проведении наладочных работ на первом этапе обязательно измеряют сопротивление изоляции аппаратов и цепей с помощью мегаомметра. При обнаружении отклонений от нормы проверяют сопротивление изоляции отдельных участков цепи. При всех испытаниях мегаомметром трансформаторы напряжения должны быть отключены. Сопротивление изоляции проводок в силовых цепях измеряют при отключенных электроприемниках, аппаратах и приборах. При измерениях должны приниматься меры, исключающие поражение электрическим током. Испытываемое оборудование отключают от сети, закорачивают и заземляют.

Наладка и испытания электрооборудования схемы управления

Самым главным элементом схемы управления является магнитный пускатель, поэтому наладку и испытания приведем для него.

Испытание магнитных пускателей.

При первоначальной наладке аппаратов на месте монтажа проверяют внешним осмотром: соответствие типа аппарата и параметров втягивающей катушки проекту или реальным нагрузкам, отсутствие консервирующей смазки и транспортных креплений, наличие всех деталей магнитной системы и возвращающих пружин; состояние гибких соединений, наличие и состояние искрогасительных камер, наличие немагнитной прокладки или короткозамкнутого витка и их состояние, наличие крепежных болтов, гаек, плоских и пружинных шайб и качество крепления; целостность опорных призм или подшипников; состояние главных и вспомогательных контактов и их пружин. Кроме того, вручную проверяют: отсутствие заедания подвижной системы; одновременность замыкания и размыкания главных контактов; наличие и размеры провалов главных и вспомогательных контактов; правильность действия вспомогательных контактов; плотность прилежания

магнитопроводов. Правильность работы контактов и жесткость пружин оценивают при проверке и наладке сравнением с иными контакторами данного типа (в случае крайней необходимости – по каталожным данным). При замыкании и размыкании должно происходить скольжение одного контакта относительно другого (перекатывание).

Размеры растворов и провалов указаны в специальных таблицах завода- изготовителя. При несоответствии измеряемых и заводских данных выполняют дополнительную регулировку контактов.

Изоляцию контакторов, катушек, контакторно-релейной и другой аппаратуры проверяют при контроле изоляции цепей вторичной коммутации всей схемы управления и силовых цепей установки. Отдельно аппараты отключают только в том случае, если требуется отыскание участка с низкой изоляцией.

Далее проводят испытание работы аппарата подачей на его катушку оперативного тока. При этом проверяют у контакторов постоянного тока исправность катушки, правильность установки пружин, свободный ход подвижной части, правильность зазоров, а у контакторов переменного тока и поведение магнитной системы. Если вибрация магнитной системы значительная и якорь гудит, проверяют прилежание якоря при включении, наличие перекосов. При недостаточном прилежании или перекосах выполняют дополнительную механическую регулировку, а при необходимости – пришлифовку полюсов. Далее контролируют работу схемы, четкость включения и отключения аппаратов при номинальном и пониженном напряжении включения до 0,9 Uном., отключения до 0,8 Uном. на шинках оперативного тока. Если при пониженном напряжении четкость включения аппаратов снижается или они не срабатывают, проверяют и регулируют напряжение втягивания и отпадания контакторов или магнитных пускателей по схемам.

10 Мероприятия по безопасности труда при ремонте силовых трансформаторов

Эксплуатации, обслуживанию и ремонту трансформаторов уделяется значительное внимание и время. Поэтому охрана труда и техника безопасности является важным вопросом.

Меры, обеспечивающие удобное и безопасное обслуживание элементов трансформаторов. Силовые трансформаторы (далее - трансформаторы) должны устанавливаться так, чтобы были обеспечены удобные и безопасные условия для наблюдения за уровнем масла в маслоуказателях без снятия напряжения. Осмотр трансформаторов должен выполняться непосредственно с земли или со стационарных лестниц с поручнями. Для наблюдения за уровнем масла в маслоуказателях должно быть предусмотрено освещение маслоуказателей в темное время суток, если общее освещение не достаточно.

На трансформаторах, находящихся в работе или резерве, доступ к смотровым площадкам должен быть закрыт предупреждающими плакатами «Не влезай! Убьет».

К газовым реле трансформаторов должен быть обеспечен безопасный доступ для наблюдения и отбора проб масла и газа без снятия напряжения. Для этого трансформаторы снабжаются стационарной лестницей. Отбор газа из газового реле работающего трансформатора должен выполняться после разгрузки и отключения трансформатора.

Работы, связанные с выемкой активной части из бака трансформатора или поднятием колокола, должны выполняться по специально разработанному для местных условий проекту производства работ.

Для выполнения работ внутри баков трансформатора допускаются только специально подготовленные рабочие и специалисты, хорошо знающие пути перемещения, исключающие падение и травмирование во время выполнения работ или осмотров активной части. Спецодежда работающих должна быть чистой и удобной для передвижения, не иметь металлических застежек, защищать тело от перегрева и загрязнения маслом. Работать внутри трансформатора следует в защитной каске и перчатках. В качестве обуви необходимо использовать резиновые сапоги.

Перед проникновением внутрь трансформатора следует убедиться в том, что из бака полностью удалены азот или другие газы, а также выполнена достаточная вентиляция бака с кислородосодержанием воздуха в баке не

менее 20 %.

Для контроля за состоянием и действиями людей внутри трансформатора должен быть назначен как минимум один работник, который обязан находиться у входного люка и постоянно поддерживать связь с работающими. Работник при выполнении работ внутри трансформатора должен быть обеспечен лямочным предохранительным поясом с канатом и при необходимости шланговым противогазом.

Освещение при работе внутри трансформатора должно обеспечиваться переносными светильниками напряжением не более 12 В с защитной сеткой и только заводского исполнения или аккумуляторными фонарями. При этом разделительный трансформатор для переносного светильника должен быть установлен вне бака трансформатора.

Если в процессе работы в бак подается осушенный воздух(с точкой росы не более-40 °С), то общее время пребывания каждого работающего внутри трансформатора не должно превышать 4 часов в сутки.

Работы по регенерации трансформаторного масла, его осушке, чистке, дегазации должны выполняться с использованием защитной одежды и обуви.

В процессе слива и залива трансформаторного масла в силовые трансформаторы напряжением 110 кВ и выше вводы трансформаторов должны быть заземлены во избежание появления на них электростатического заряда.

Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ на трансформаторе.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются:

- оформление работы нарядом или распоряжением;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, перевод на другое рабочее место, окончание работы.

Оформление работ нарядом-допуском, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации. Наряд-задание на производство работы, оформление на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность проведения работ.

Допуск к работе и надзор во время работы осуществляется ответственными за безопасность лицами. К ним относятся:

а) лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение;

б) допускающий- ответственное лицо из оперативного персонала;

в) ответственный руководитель работ;

г) производитель работ;

д) наблюдающий;

е) член бригады.

Оформление перерывов в работе, переводов на другое место работы, окончание работ также строго регламентируется. При перерыве в работе на протяжение рабочего дня бригада выводится с рабочего места. Наряд остается на руках у производителя работ. Плакаты, ограждения и заземления остаются на месте. Ни один из членов бригады не имеет право пройти на место работы после перерыва в отсутствие наблюдающего. По окончании рабочего дня рабочее место приводится в порядок, плакаты, ограждения и заземления не снимаются, а оставляются на месте. На следующий день к работе можно приступить после осмотра места работы и проверки выполнения мер безопасности допускающим.

Эксплуатация, обслуживание и ремонт силовых трансформаторов бывает связана с работами, которые производятся со снятием рабочего напряжения. Подготовка рабочего места при таких работах должна быть выполнена в определенном порядке.

1. Производятся необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие

ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры.

2. На приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов вывешены запрещающие плакаты.

3. Проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены.

4. Наложено заземление.

5. Вывешиваются предупреждающие и предписывающие плакаты, ограждаются при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части.

Заземление токоведущих частей производятся в целях защиты работающих от поражения электрическим током в случае ошибочной подачи напряжения на место работы.

Работы в электроустановках производятся по письменному или устному распоряжению. Наряд – это письменное распоряжение на работу в электроустановках, определяющее место , время начало и окончания работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работ.

По наряду должны производиться:

1) работы, выполняемы с полным снятием напряжения;

2) работы, выполняемые с частичным снятием напряжения;

3) работы, выполняемые без снятия напряжения вблизи и на токоведущих частях, не находящихся под напряжением.

По распоряжению могут производиться:

1) работы, выполняемые без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением;

2) кратковременные и небольшие по объему работы с полным и частичным снятием напряжения, а также без снятия напряжения вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением, выполняемые оперативным персоналом или под его наблюдением.

Устное распоряжение передается непосредственно или с помощью средств связи и записывается принимающим в оперативный журнал.

Перед допуском к работе ответственный руководитель и производитель работ, совместно с допускающим, проверяют выполнение технических мероприятий по подготовке рабочего места.

После проверки технических мероприятий производится допуск бригады, который заключается в том, что допускающий:

1) проверяет, соответствует ли состав бригады и квалификация включенных в нее лиц записи в наряде;

2) прочитывают по наряду фамилии ответственного руководителя, производителя работ, состав бригады и содержание порученной работы, объясняет бригаде, откуда снято напряжение, где наложены заземления, какие части ремонтируемого из соседних присоединений остались под напряжением и какие особые условия при производстве работ должны соблюдаться;

3) доказывает бригаде отсутствие напряжения, в установках напряжением 35 кВ – показом наложенных заземлений.

Для подготовки рабочего места при работах с частичным или полным снятием напряжения должны быть выполнены следующие технические мероприятия:

- производство необходимых отключений и принятие мер, препятствующих подаче напряжения к месту работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;
- вывешивание плакатов: «Не включать – работают люди», «Не включать – работают на линии», «На открывать – работают люди» и при необходимости – установка ограждений;
- присоединение к «земле» переносных заземлений. Проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях, на которых должно быть наложено заземление;
- ограждение рабочего места и вывешивание плакатов: «Стой –

высокое напряжение», «Не влезай - убьет», «Работать здесь». При необходимости производится ограждение оставшихся под напряжением токоведущих частей, в зависимости от местных условий установка этих ограждений выполняется до и после наложения заземления.

Меры защиты от шума трансформатора.

Ненормальный повышенный шум, создаваемый трансформаторами, часто бывает по причине неплотного стягивания пакетов стальных сердечников. Своевременное устранение этой причины и других позволяет созидательно снизить уровень шума.

Для снижения шума трансформатора принимают следующие меры:

1. проводят звуковую изоляцию ограждающих конструкций;
2. уплотняют по периметру притворов ворот, дверей, окон;
3. устанавливают в помещениях звукопоглощающие конструкции и экраны;
4. выполняют правильную планировку и застройку прилегающей к станции территории, а также используют посадку зеленых насаждений.

Тушение пожаров в трансформаторе.

Общие требования.

На каждом предприятии должны быть данные о показателях пожарной опасности, применяемых в технологических процессах веществ и материалов по ГОСТ 12.1.044-89.

При работе с пожароопасными и взрывопожароопасными веществами и материалами должны соблюдаться требования маркировки и предупредительных надписей на упаковках или указанных в сопроводительных документах.

Совместное применение (если это не предусмотрено технологическим регламентом), хранение и транспортировка веществ и материалов, которые при взаимодействии друг с другом вызывают воспламенение, взрыв или образуют горючие и токсичные газы (смеси), не допускается.

Для мойки и обезжиривания оборудования, изделий и деталей должны,

как правило, применяться негорючие технические моющие средства, а также безопасные в пожарном отношении установки и способы.

Основными средствами тушения пожаров трансформаторов являются воздушно-механическая пена, распыленная вода и порошковые составы. Во всех случаях при горении масла на трансформаторе или под ним необходимо отключать его от сети со стороны высокого и низкого напряжений, снять остаточное напряжение и заземлить. После снятия напряжения тушение пожара можно производить любыми средствами (распыленной водой, пеной, порошками). При горении масла на крыше трансформатора у проходных изоляторов его необходимо ликвидировать распыленными струями воды, низкократной воздушно-механической пены или порошковыми составами. Если поврежден корпус трансформатора в нижней части и происходит горение под ним, то горение масла ликвидируется пеной, а масло следует спустить в аварийный резервуар.

В некоторых случаях тушение пожаров трансформаторов водой исключается из-за невозможности сооружения систем противопожарного водоснабжения или в связи с большими капитальными затратами. В этих случаях среди имеющихся в настоящее время на вооружении пожарной охраны огнетушащих средств наиболее эффективными являются сухие порошковые составы.

При внутреннем повреждении трансформатора с выбросом масла через выхлопную трубу или через нижний разъем (в случае среза болтов или деформации фланцевого соединения) и последующем возникновении пожара внутри трансформатора средства пожаротушения следует подавать внутрь него через верхние люки и через деформированный разъем.

При развившемся пожаре па трансформаторе необходимо также защищать от воздействия высокой температуры с помощью водяных струй несущие металлические конструкции, проемы и находящееся вблизи электрооборудование; при этом с ближайшего оборудования, находящегося в зоне действия водяной струи (особенно ее компактной части), должно быть

снято напряжение и оборудование должно быть заземлено.

Для тушения силового трансформатора используют автоматическую установку порошкового огнетушения.

При внутреннем повреждении трансформатора с выбросом масла через выхлопную трубу или через нижний разъем, и с последующим возникновением пожара внутри трансформатора, средства пожаротушения следует подавать внутрь него через верхние люки и деформированный разъем. При возникновение пожара на трансформаторе не допускается производить слив из него масла, так как это может привести к повреждению внутренних обмоток и значительно усложняет тушение пожара.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дипломный проект представляет собой обоснование установки оборудования, питающих потребители электрической энергии (электродвигатели). Рассмотрены технические характеристики потребителей,

характеристики цеха, классификации по: пожаро, взрыво, электробезопасности и категории электроснабжения.

Цех металлоизделий имеет 2 категорию надежности электроснабжения. Для установки понижающего трансформатора рассчитана нагрузка питания цеха. Цех имеет 3 распределительных пункта и 2 шинопровода. Цех имеет станочное отделение с основным количеством станков, термическое отделение, комната вентиляции с вентиляторами и 3 мостовых крана для перемещения изделий.

В настоящем проекте решены все поставленные вопросы, а именно:

1.Определены расчетные нагрузки, как отдельно по электропотребителям, так и в целом по цеху;

2.Разработана схема электроснабжения;

3.Разработана система защиты элементов системы электроснабжения;

4.Осуществлены выбор и проверка оборудования и аппаратуры принятой схемы электроснабжения;

5.Разработаны меры по безопасной работе электротехнического персонала в электроустановках - спроектировано заземляющее устройство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Б. Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. — М, ВШ, 1990.

2. Л. Л. Коновалова, Л.Д. Рожкова. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. — М, Энергоатомиздат, 1989.
3. Е. А. Конюхова. Электроснабжение объектов. — М, Мастерство, 2002.
4. А. А. Фёдоров, В.В. Каменева. Основы электроснабжения промышленных предприятий. — М, Энергоатомиздат, 1984.
5. И. Е. Цигельман. Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий. — М, ВШ, 1977.
6. С. Л. Кужеков, С. В. Гончаров. Городские электрические сети. — Р-н-Д, МарТ, 2001.
7. В. Б. Атабеков, В.И. Крюков. Городские электрические сети (Справочник). — М, Стройиздат, 1987.
8. Б. Н. Неклепаев. Электрическая часть электростанций и подстанций. — М, Энергоатомиздат, 1986.
9. В. В. Попов. Электрические измерения. — М, Энергия, 1974.
10. Пособие *к* курсовому и дипломному проектированию. Под ред. Блок В. М. — М, ВШ, 1990.
11. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. СП 31-110-2003. — Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.
12. Справочник по проектированию электрических сетей и оборудования. Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. — М, Энергоатомиздат, 1991.
13. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. — С.-Пб.,ДЕАН.
14. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. — Екб., УЮИ, 2003.
15. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. — Р-н-Д, МарТ, 2003.
16. Межотраслевые правила по охране труда (технике безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001. — С-Пб, ДЕАН, 2003.
17. Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых *в* электроустановках. - Екб, УЮИ, 2004.

18. Межотраслевая инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве. — М, НЦ ЭНАС, 2001.

19. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015 г.;

20. Шеховцов В.П. Справочник – пособие по ЭО и ЭСН. Обнинск: Фабрика офсетной печати, 2014 г.;

21. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. - 2-е изд. - Москва : Форум, 2011. - 136 с.

22. Электронная электротехническая библиотека [Электронный ресурс]: Электроснабжение отрасли. Режим доступа: http://www.electrolibrary.info.