Оглавление

Введение.....3
1 Общая часть проекта.....5
1.1 Характеристика потребителей электроэнергии.....5
1.2 Описание однолинейной электросхемы.....7
2.1 Расчет сети электрического освещения.....9
2.2 Расчет электрических нагрузок.....19
2.3 Компенсация реактивной мощности.....24
2.5 Выбор электрооборудования к схеме электроснабжения.....35
2.6 Выбор проводов и кабелей к схеме электроснабжения.....46
2.7 Расчёт сети заземления.....51
3.1 Расчет затрат на электроснабжение ремонтно-механического цеха.....56
4 Мероприятия по технике безопасности.....66
Заключение.....72
Список литературы.....73

					НТК. ДП. 17. Э-521. 00208.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата			
Разраб.		И.А.Кошкин	ь		Спроектировать электроснабжение ремонтно-механического цеха	Лит.	Лист 2 / Листов 73
Провер.		Т.А.Михайлова					
Реценз						НТК Эл-521	
Н. Контр.		СГЖелезняковаа					
Утверд.		Т.А.Михайлова					

Введение

Электрическая энергия находит широкое применение во всех областях народного хозяйства и в быту. Этому способствуют такие ее свойства, как универсальность и простота использования; возможность производства в больших количествах промышленным способом и передачи на значительные расстояния.

В современной технологии и оборудовании промышленных предприятий велика роль электрооборудования, т. е. совокупности электрических машин, аппаратов, приборов и устройств, посредством которых производится преобразование электрической энергии в другие виды энергии и обеспечивается автоматизация технологических процессов.

Неуклонно возрастает мощность турбогенераторов и гидрогенераторов в единице оборудования. Промышленностью освоен серийный выпуск турбогенераторов единичной мощности 300 и 500 тыс. кВт, изготавливаются генераторы мощностью 800, 1000 и 1200 тыс. кВт и более с более высоким КПД. Растут протяженность и напряжение передающих высоковольтных сетей. Действуют линии напряжением 1000, 1150 и 1500 кВ.

Монтаж электрооборудования современного предприятия представляет собой сложный комплекс работ. В число этих работ входит монтаж: общезаводских и цеховых трансформаторных и распределительных подстанций; воздушных и кабельных передающих и распределительных сетей большой протяженности и различных напряжений; подъемно-транспортных устройств (лифтов, кранов, электротележек и т.д.); технологического электрооборудования и т. д.

В современных условиях эксплуатация электрооборудования требует глубоких и разносторонних знаний, а задачи создания нового или модернизации существующего электрифицированного технологического

агрегата, механизма или устройства решаются совместными усилиями технологов, механиков и электриков. Требования к электрооборудованию вытекают из технологических данных и условий. Электрооборудование нельзя рассматривать в отрыве от технологических и конструктивных особенностей электрифицируемого объекта, и наоборот. Поэтому для, обслуживающего персонала, недостаточно знать только электрическую часть, необходимо так же знать механику и другие системы в обслуживаемом оборудовании.

В наше время в Российских энергосистемах эксплуатируются более 600 тыс. км воздушных и кабельных линий проходящим по ним напряжением 35 кВ и 2 млн. км напряжением 0,4…20 кВ, более 17 тыс. подстанций напряжением 35 кВ с общей мощностью около 575млн. кВ*А.

Перед энергетикой в ближайшем будущем стоит задача всемирного развития и использования возобновляемых источников энергии: солнечной, геотермальной, ветровой, приливной и др.; развития комбинированного производства электроэнергии и теплоты для централизованного теплоснабжения промышленных городов.

1 Общая часть проекта

1.1 Характеристика потребителей электроэнергии

Потребители электроэнергии это совокупность машин, аппаратов, линий электропередачи и вспомогательных устройств, предназначена для производства, преобразования, передачи и распределение электрической энергии.

Потребителями считается всё, что питается электроэнергией, то есть это предприятия, бытовые потребители, электрифицированный транспорт, освещение городов и посёлков. Также к ним относятся станки, подъёмно-транспортные устройства, компрессоры, вентиляторы, насосы, сварочные установки, трансформаторы и различные печи.

Классифицируют электроприёмники по: напряжению, роду тока, мощности, режиму работы.

По напряжению электроприёмники различают на низковольтные и высоковольтные. Низковольтные – напряжение их составляет до 1000 В, и высоковольтные – напряжением более 1000 В. Всё электрооборудование в цехе относится к потребителям низкого напряжения, так как все установки работают от сети 220/380 Вольт.

По роду тока различают электроприёмники работающие от:

-сети переменного тока нормальной частоты 50 Гц;

-сети переменного тока повышенной или пониженной частоты;

-сети постоянного тока.

В ремонтно - механическом цехе все электроприёмники работают от сети переменного тока нормальной частоты 50 Гц.

По мощности электроприёмники различают: малой мощности – до 10 кВт; средней мощности – до 100 кВт.

По режиму работы электроприемники делят на три группы:

Продолжительный режим - это режим, в котором электрические машины работают длительное время, при этом не перегреваясь. В данном цехе в продолжительном режиме работают такие установки как станки, камера нагрева, вентиляторы, прессы, ультразвуковые ванны.

Повторно-кратковременный режим – это режим, в котором рабочие периоды работы чередуются с периодами пауз, а длительность всего цикла не превышает десяти минут. В цехе в этом режиме работают различные краны. Кратковременный режим- это режим, в котором рабочий период не столько длителен, чтобы температуры отдельных частей машины могли достигнуть установившегося значения, период же остановки машины настолько длителен, что машина успевает охладиться до температуры окружающей среды. В предложенном цехе нет электроприемников, работающих в кратковременном режиме.

По общности технологического процесса электроприемники можно разделить на производственные механизмы, общепромышленные установки, подъемно-транспортное оборудование, преобразовательные установки, электросварочное оборудование, электронагревательные и электролизные установки. Общепромышленные установки (вентиляторы, компрессоры, насосы) занимают значительное место в системе электроснабжения.

Надёжность электроснабжения заключается в обеспечении предприятия электроэнергией хорошего качества, то есть работы должны проводиться без срыва плана производства и без аварийных перерывов в электроснабжении. Электроприемники ремонтно-механического цеха относятся ко второй категории потребителей, так как перерыв в их электроснабжении приводит к массовому недоотпуску продукции, простою рабочих мест и механизмов

1.2 Описание однолинейной электросхемы

Электроснабжение ремонтно-механического цеха осуществляется по двум линиям с РП 10 кВ ячейки 3 и 14.

Напряжение $10\,кВ$ подводится в шкаф ввода высокого напряжения, который комплектуется выключателями нагрузки $QW1$ и $QW2$ с предохранителями $FU1$ и $FU2$. Выключатели нагрузки предназначены для отключения трансформаторов, а защиту от токов короткого замыкания осуществляют предохранители $FU1$ и $FU2$.

В цехе установлена комплектная трансформаторная подстанция, трансформаторы $TV1$ и $TV2$ выбраны на напряжение, $10\,кВ$ которое понижают до величины $0{,}4\,кВ$.

Напряжение с трансформаторов подается на шкаф ввода низкого напряжения $0{,}4\,кВ$, который состоит из вводных автоматические выключатели $QF1$и $QF2$, которые служат для зашиты шин распределительного устройства, а также из отходящих автоматических выключателей $QF4$ и $QF14$, которые служат для питания электроприемников.

Секционный автоматический выключатель $QF3$предназначен для включения и отключения первой и второй секции шин.

Автоматические выключатели $QF4$ и $QF5$ защищают конденсаторные установки $CB1$ и $CB2$ от токов короткого замыкания. КУ предназначены для компенсации реактивной мощности.

От автоматических выключателей $QF14$, $QF11$, $QF12$, $QF6$ запитываются распределительные пункты РП-1,2,3,4, которые комплектуются вводными автоматическими выключателями $QF21$, $QF19$, $QF20$, $QF15$ и отходящими автоматическими выключателями: с РП-1 - $QF129$ и $QF130$ для питания щитов освещения, с РП-2 - $QF110$-$QF119$ и с РП-3 - $QF120$-$QF128$ питание

получают электроприёмники, с РП-4 - $QF22$ и $QF23$ для питания аварийных щитов освещения.

От автоматических выключателей $QF8$, $QF9$, $QF10$ питание подается на шинопроводы распределительные ШС-1,2,3, которые комплектуются вводными автоматическими выключателями $QF16$, $QF17$, $QF18$ и отходящими автоматическими выключателями $QF24$ - $QF109$ с которых запитываются электроприёмники

Трансформаторы тока $TA1$ и $TA2$ предназначены для подключения к ним измерительных приборов. Измерительные приборы применяемые в сетях, это амперметры $PA1$ и $PA2$, вольтметры $PV1$ и $PV2$, а также счетчики активной и реактивной мощности $PIK1$ и $PIK2$.

От автоматических выключателей $QF7$ и $QF13$ питание получают ЩСУ-1 и ЩСУ-2. Щиты станций управления предназначены для управления электрическими двигателями приточно – вытяжных вентиляций.

Для подключения распределительных пунктов, шинопроводов и электроприемников используются кабели марки АВВГ сечением 2,5¿ 150 $мм^2$ и провода марки ПВ3 сечением 2,5¿ 6 $мм^2$.

2 Специальная часть

2.1 Расчет сети электрического освещения

В ремонтно-механическом применяются следующие системы освещения: общее освещение, местное и комбинированное. Применение одного местного освещения не допускается. Освещение делится на рабочее и аварийное. Аварийное освещение применяется для эвакуации людей.

Согласно СНИП 2-4-79 для общего освещения производственных помещений с высотой 4-8 метров применяются светильники с газоразрядными лампами, в административно бытовых помещениях и производственных участках небольшой площади и высоты применяются светильники с лампами накаливания и люминесцентными лампами.

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока (коэффициент использования), учитывающий световой поток лампы $Ф_л$, лм, при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах.

Расчет по методу коэффициента использования ведется в следующем порядке:

Определяется требуемая нормами освещенность E, лк, для каждого помещения.

Определяется высота подвеса светильника по формуле:

$$H_П = h - (hc + hp), \qquad [3]$$

где h – высота помещения, м;

hc – расстояние светильников от перекрытия (свес), м;

hp – высота расчетной поверхности над полом, м.

Высота помещения для участка доводки и других h=4м; для участка механической обработки h=6м.

Расстояние светильников от перекрытий должно быть в пределах 0,3-1,5м.

В цехе hc=1,5 или hc=0,3м.

Для примера расчета берётся участок доводки:

$H_П = 4 - (1{,}5 + 0{,}65) = 1{,}85$ м.

Располагаются светильники.

Основное требование при выборе расположения светильников доступность их для обслуживания.

При необходимости получения равномерного освещения отношение расстояния светильника от перекрытия hc к высоте потолка над рабочей поверхности Н должен быть равным 0,2-0,25.

$hc / H_o = 0{,}2 - 0{,}25$

Светильники рекомендуется располагать по вершинам квадратов или прямоугольников. Если располагаются светильники в вершинах ромба, то угол в вершинах ромба должен быть близким к 60°.

В линиях с разрывами люминесцентных ламп, расстояние между концами светильников не должно быть больше половины его высоты подвеса над рабочей поверхностью. Ряды светильников располагают параллельно стенам, на которых есть окна.

Определяется тип и количество светильников, n:

Т.к. светильник подвесной то выбираем ЛВП04 кривая силы света Д-2; n=12

Определяется индекс помещения по формуле:

$$i_n = S / H_П (a + b), \qquad [3]$$

где: S – площадь помещения, м^2;

$H_П$ - расстояние от светильника до рабочей поверхности, м;

a и b - длина, и ширина помещения, м.

$i_n = 57/1,85 \cdot (9,5+6) = 1,99$

Определяются приблизительные значения коэффициента, отражения стен q_c; потолка q_n; рабочей поверхности q_p:

$q_n = 0,7$; $q_c = 0,5$; $q_p = 0,3$

В зависимости от кривой силы светильника, индекса помещения i_n и коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности определяется коэффициентом использования U, %:

$U = 0,84$

Определяется коэффициент запаса:

$K_з = 1,5$

Определятся коэффициент минимальной освещённости, Z:

$Z = 1,1$

Определяется необходимый поток каждого светильника $Ф_p$, лм, по формуле:

$$Ф_p = EK_з SZ/nU, \qquad [3]$$

где: E – требуемая нормами освещённость, лк;

E=500 лк;

$Ф_p = (500 \cdot 1,5 \cdot 57 \cdot 1,1)/(12 \cdot 0,84) = 4665,2$ лм

Выбирается мощность лампы так, чтобы световой поток выбранной лампы был равен расчетному или незначительно отличался (± 10%) от него:

ЛВП04 - 4¿ 80 P=80 Вт

Для примера расчета берётся участок механической обработки:

$H_П = 6 - (0{,}3 + 0{,}8) = 4{,}9$ м.

Определяется тип и количество светильников, n:

РСП 05, кривая силы света Г-2; n=24.

Определяется индекс помещения по формуле:

$i_n = 420/4{,}9 \cdot (42 + 10) = 1{,}65$

Определяются приблизительные значения коэффициента, отражения стен q_c; потолка q_n; рабочей поверхности q_p:

$q_n = 0{,}5$; $q_c = 0{,}5$; $q_p = 0{,}3$

В зависимости от кривой силы светильника, индекса помещения i_n и коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности определяется коэффициентом использования U, %:

$U = 0{,}91$

Определяется коэффициент запаса:

$K_з = 1{,}5$

Определяется коэффициент минимальной освещённости, Z:

$Z = 1{,}15$

Определяется необходимый поток каждого светильника $Ф_р$, лм, по формуле:

E=400 лк.

$Ф_р = (400 \cdot 1{,}5 \cdot 420 \cdot 1{,}15)/(24 \cdot 0{,}91) = 13269{,}2$ лм

Выбирается мощность лампы так, чтобы световой поток выбранной лампы был равен расчетному или незначительно отличался (± 10%) от него:

РСП 05 P=400 Вт

Все данные расчета освещения для участка доводки и участка механической обработки сводим в таблицу 2.1.1:

Таблица 2.1.1 Данные расчета освещения для участка доводки и участка механической обработки.

№	Наименование помещения	а, м	б, м	h, м	S, м^2	E, лк	Тип светильника	к.с.с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Участок доводки	9,5	6	4	57	500	ЛВП04 4¿80	Д-2
2	Участок механической обработки	42	10	6	420	400	РСП 05 1¿400	Г-2

Продолжение таблицы 2.1.1.

i_n	$q_n q_c q_p$	U %	$K_з$	Z	n, ламп	$Ф_р$ лм	$Ф_л$ лм	P, Вт

10	11	12	13	14	15	16	17	18
1,99	0,7 0,5 0,3	0,84	1,5	1,1	12	4665,2	4720	3840
1,65	0,5 0,5 0,3	1	1,5	1,15	24	13269,2	14400	9600

Аналогично рассчитывается количество светильников для всех остальных помещений и необходимые данные результата расчета сводим в таблицу 2.1.2.

Таблица 2.1.2 Результаты расчета светильников.

№	Наименование помещения	S, м^2	E, лк	Тип светильника	n, светильников	P, Вт
1	2	3	4	5	6	7
1	Участок шлифовальных станков	114	400	ЛВО03-4 ¿65	20	5200
2	Служба механика	25,9	30	НСП03-60-01	4	240
3	Базовая инструментальная Кладовая1,2	31,2 34,4	30 30	НСП03-60-01	3 4	180 240
4	Инструментальная раздаточная кладовая	57	200	ЛВП04-4 ¿80	4	1280
5	КПП	57	500	ЛВП04-4 ¿80	12	3840
6	Отделение слесарей	57	500	ЛВП04-4	12	3840

	лекальщиков					
7	Измерительная лаборатория	57	500	ЛВП04-4 ¿80	12	3840

Продолжение таблицы 2.1.2.

8	Участок доводки	57	500	ЛВП04-4 ¿80	12	3840
9	Участок приточки	57	500	ЛВП04-4 ¿80	12	3840
10	Участок мехобработки корпусных деталей	111,7	400	ЛВО03-4 ¿65	20	5200
11	Участок виброиспытаний	57	500	ЛВП04-4 ¿80	12	3840
12	УЗО	29,6	400	ЛВП04-4 ¿80	6	1920
13	Участок ЭХО	12,9	200	ЛВО03-2 ¿65	2	260
14	Участок магнитного контроля	16,8	200	ЛВО03-4 ¿40	3	480
15	Участок механической обработки	420	400	РСП 05	24	9600
16	Заточное отделение	12	500	ЛВО03-4 ¿40	8	1280
17	КТП	84	200	ЛВО03-2 ¿65	12	1560
18	Кладовая	36	30	НСП03-	4	240

	заготовок 1,2	36	30	60-01	4	240
19	Комната механика	17,2	20	НСП03-60-01	2	120

Продолжение таблицы 2.1.2.

20	Коридор №1	170,5	100	ЛВО31-2¿80-001	8	1280
21	Коридор №2	62,1	100	ЛВО03-2¿65	4	520
22	Коридор №3	10,8	100	ЛПО01-2¿20	2	80
23	Тамбур №1	12,9	30	ЛПО01-2¿20	1	40
24	Тамбур №2	4,7	30	ЛПО01-2¿20	1	40
25	Тамбур №3	6,7	30	НСП03-60-01	1	60
26	Табельная	10,8	200	ЛВП04-4¿80	1	320
27	Мужской гардероб	81,9	150	ЛВО31-2¿80-001	5	800
28	Женский гардероб	89,3	150	ЛВО31-2¿80-001	5	800
29	Хранение абразивных кругов	6,2	30	ЛВП04-4¿80	1	320
30	Изолятор брака	5,5	20	НСП03-60-01	1	60
31	МСУ	9,75	20	НСП03-60-01	4	240

32	ЖСУ	6,6	20	НСП03-60-01	2	120

Продолжение таблицы 2.1.2.

33	Лестничная клетка №1 и 2	23,5 13	20 20	НБО07-60	2 2	120 120
34	Комната отдыха	57,6	150	ЛВО31-2¿80-001	3	480
35	ЛЖГ	15	20	НСП03-60-01	3	180
36	Душ 1	15,6	20	НСП03-60-01	3	180
37	Душ 2	12	20	НСП03-60-01	2	120
38	Кладовая 3	7,8	20	НСП03-60-01	1	60
39	Тамбур 4	57,4	30	ЛВО03-4¿40	2	320
40	Тамбур 5	54,5	30	ЛВО03-4¿40	2	320
41	Аварийное освещение на участке мех. обработки	420	400	НСП05-500	6	3000
42	Аварийное освещение в коридоре №1	170,5	100	ЛВО31-2´80-001	4	640
43	Итого по участку					47700

44	Итого: по бытовым участкам					13600

Вывод: Таким образом, можно определить мощность, затрачиваемую на освещение данного цеха, по формуле:

$$\sum P_{осв} = P_{осв.пр} + P_{осв.быт}$$

$$\sum P_{осв} = 47700 + 13600 = 61300\,Вт$$

2.2 Расчет электрических нагрузок

Расчет электрический нагрузок является основным в проектировании систем электроснабжения. Все аппараты, сечения токоведущих частей определяются в зависимости от величины нагрузки. При расчете силовых нагрузок важное значение имеет правильное определение величины электрической нагрузки во всех элементах силовой сети. Завышение нагрузки может привести к перерасходу материала, удорожанию строительства; занижение нагрузи – к уменьшению пропускной способности электрической сети и невозможности обеспечения нормальной работы силовых электроприемников.

Существуют различные методы расчета электрических нагрузок. Наиболее часто применяется расчет методом упорядочных диаграмм, по которому и производится расчет в данном проекте.

Группируются электроприемники по коэффициенту использования k_u, т.е. электроприемники имеющие одинаковый технологический процесс, но не одинаковую мощность, подключенные к ШС №1.

К ШС №1 подключены двадцать семь станков, объединяются в группу.

Определяется коэффициент использования k_u и $cos\phi$ для станков малой мощности $k_u = 0,16$; $cos\phi = 0,5$

Определяется из $cos\phi$ $tg\phi$:

$$cos\phi = 0,5 \Rightarrow tg\phi = 1,73$$

Определяется общая рабочая мощность $\sum P_{ном}$:

$$\sum P_{ном}=3,24+3,24+3,24+3,24+3,24+3,24+3,24+3,24+3,24+3,24+$$
$$+5,3+3,24+3,24+2,35+1,75+3+1,75=49,8\,кВт$$

Определяется сменная активная мощность за наиболее загруженную смену по формуле:

$$P_{см}=K_{и}\sum_{1}^{n}P_{ном},\qquad [3]$$

где $k_{и}$-коэффициент использования;

$\sum_{1}^{n}P_{ном}$-общая рабочая мощность группы токарно-винторезных станков, кВт.

$P_{см}=0,16\cdot 49,8=8\,кВт$

Аналогично рассчитывается для группы фрезерных станков, токарных станков с ЧПУ, универсально-заточных и результаты сводятся в таблицу 2.2.1, которая наглядно показывает нагрузку, затраченную в наиболее загруженную смену.

Определяется суммарная номинальная активная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1:

$$\sum P_{ном}=49,8+18+3,24+0,55+44+5+1,3+5,42+2,2=129,51\,кВт$$

Определяется суммарная сменная активная и реактивная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1:

$$\sum P_{см}=8+2,88+0,5+0,3+7,04+0,8+0,2+2,71+1,1=23,53\,кВт$$
$$\sum Q_{см}=13,8+5+0,86+0,5+12,2+1,4+0,34+4,7+1,9=40,7\,кВт$$

Определяется средний коэффициент использования электроприемников, подключенных к ШС №1 по формуле:

$$K_{и.с.} = \sum P_{см} / \sum P_{ном}, \qquad [3]$$

$$K_{и.с.} = \frac{23,53}{129,51} = 0,182$$

Определяется показатель силовой сборки по формуле:

$$m = \frac{P_{номмакс}}{P_{номмин}}, \qquad [3]$$

где, $P_{номмакс}$ - номинальная мощность наибольшего электроприемника, кВт;

$P_{номмин}$ - номинальная мощность наименьшего электроприемника, кВт.

$$m = \frac{22}{0,55} = 40$$

Определяется эффективное число электроприемников по формуле:

$$n_э = \frac{2 \sum P_{ном}}{P_{номмакс}}, \qquad [3]$$

$$n_э = \frac{2 \cdot 129,51}{22} = 11,7$$

Определяется коэффициент максимума $K_{макс} = f(n_э, K_и) = 1,75$

Определяется активная максимальная мощность по формуле:

$$P_{макс} = K_{макс} \sum P_{см}, \quad [3]$$

где, $K_{макс}$ - коэффициент максимума;

$\sum P_{см}$ - суммарная сменная активная мощность, кВт.

$P_{макс} = 1,75 \cdot 23,53 = 41,2 кВт$

Реактивная максимальная мощность при $n_э > 10$ определяется по формуле:

$$Q_{макс} = tg\phi \cdot \sum P_{макс}, \quad [3]$$

где, $\sum Q_{см}$ - суммарная сменная реактивная мощность, кВАр.

$Q_{макс} = 1,73 \cdot 41,2 = 71,3 кВАр$

Определяется полная максимальная мощность по формуле:

$$S_{макс} = \sqrt{P^2_{макс} + Q^2_{макс}}, \quad [3]$$

где, $P_{макс}$ - активная максимальная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1, кВт;

$Q_{макс}$ - реактивная максимальная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1, кВАр.

$$S_{макс} = \sqrt{41,2^2 + 71,3^2} = 82,35\,кВА$$

Определяется максимальный ток нагрузки распределительного шинопровода ШС №1 по формуле:

$$I_{макс} = \frac{S_{макс}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \qquad [3]$$

где, $S_{макс}$ - полная максимальная мощность электроприемников, подключенных к ШС №1, кВА;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение электроприемников, кВ.

$$I_{макс} = \frac{82,35}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 125,1\,А$$

Таким же образом рассчитываются электрические нагрузки для всех остальных ШС и РП и всего по цеху, результаты сводятся в таблицу 2.2.1.

2.3 Компенсация реактивной мощности

Компенсация реактивной мощности и повышение коэффициента мощности, имеет большое значение и является частью общей проблемы повышения КПД работы систем электроснабжения и улучшения качества отпускаемой потребителю электрической энергии.

Потребителями реактивной мощности являются асинхронный двигатели, на которых приходится основная мощность предприятия (65–70%), трансформаторы потребляют (20–25%) и воздушные электрические сети и другие электроприёмники потребляемые около 10% реактивной мощности.

При увеличении потребляемой реактивной мощности электроустановка вызывает рост тока в проводниках и снижение коэффициента мощности электроустановки и из-за этого нам приходится выбирать провод большего сечения, а это ведёт к большим затратам. Для того чтобы уменьшить ток нужно чтобы реактивная мощность была больше и это дает нам экономию в затратах на материал. А повышение коэффициента мощности зависит от снижения реактивной потребляемой мощности. Повысить коэффициент мощности можно с помощью компенсирующего устройства, которые снижают реактивную мощность.

Компенсации реактивной мощности и количества компенсирующих устройств определяется основным методом расчета и рассчитывается по расчётным данным предприятия.

Расчётные данные механосборочного цеха представлены в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 Расчетные данные цеха.

$P_{макс}$, кВт	$Q_{макс}$, кВАр	$S_{макс}$, кВА
322,7	356,75	481

Поднять косинус до величины не ниже 0,92.

Определяется значение коэффициента мощности до компенсации:

$$\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad [3]$$

где, P – активная мощность, кВт;

S – полная мощность, кВА;

$P_{осв}$ - мощность освещения, кВт;

Q – реактивная мощность, кВАр.

$$\cos\phi = \frac{322,7}{\sqrt{322,7^2 + 356,75^2}} = 0,67$$

Определяется коэффициент заполнения по активной нагрузке за рабочую смену:

$$k_{з.а.} = \frac{\Sigma P_i \cdot t_i}{P_{max} \cdot T}$$

где, P_i – активная нагрузка за рабочий день, %;

t_i – продолжительность нагрузи за смену, ч;

P_{max} – максимальная мощность за рабочий день, %

Т – полное время рабочего дня, ч.

$$k_{з.а.}=\frac{100\cdot3+95\cdot2+90\cdot2+85\cdot2+80\cdot3+75+70+50\cdot2+35\cdot7}{100\cdot24}=0,65$$

Определяется мощность, которую необходимо скомпенсировать:

$$Q_{ком}=P_{ср\ год}\cdot\left(tg\ \phi_1-tg\phi_2\right) \qquad [3]$$

где, $P_{ср\ год}$ – средняя активная мощность в год, кВт;

φ_1 – значение угла до компенсации;

φ_2 – значение угла после компенсации.

Определяется средняя активная мощность в год:

$$P_{ср\ год}=к_{з.а.}\cdot P \qquad [3]$$

$$P_{ср\ год}=0,65\cdot322,7=209,7\ кВт$$

$$Q_{ком}=209,7\cdot\left(1,1-0,426\right)=141,3\ кВАр$$

Выбирается тип компенсирующих устройств, данные заносятся в таблицу 2.3.2.

Таблица 2.3.2 Технические данные компенсирующих устройств.

Тип компенсирующих устройств	Количество, шт
УК-0,38-11ОН	2

Определяется реактивная мощность компенсирующего устройства.

$$Q_{к.у} = Q_{ном} \cdot n, \text{ кВАр} \qquad [3]$$

где $Q_{ном}$ – номинальная реактивная мощность одного компенсирующего устройства, кВАр

n – количество компенсирующих устройств

$$Q_{к.у} = 110 \cdot 2 = 220 \text{ кВАр}$$

Определяется реактивная мощность после компенсации:

$$Q^{i} = Q_{макс} - Q_{к.у.} \qquad [3]$$

где, Q – реактивная мощность, кВАр;

$Q_{к.у.}$ – мощность компенсирующих устройств, кВАр.

$$Q^{i} = 356,75 - 220 = 136,75 \text{ кВАр}$$

Определяется величина добавочной активной мощности:

$$P_{доб} = Q_{к.у.} \cdot tg\ \delta \qquad [3]$$

где, tg δ – тангенс угла потерь

$P_{доб} = 220 \cdot 0,003 = 0,66$ *кВт*

Определяется величина активной мощности после компенсации:

$$P^{¿} = P_{макс} + P_{доб} \quad [3]$$

$P^{¿} = 322,7 + 0,66 = 323,4$ *кВт*

Определяется величина полной мощности после компенсации:

$$S^{¿} = \sqrt{P^{¿2} + Q^{¿2}} \quad [3]$$

$S^{¿} = \sqrt{323,4^2 + 136,75^2} = 351,1$ *кВА*

Определяется коэффициент мощности после компенсации:

$$\cos \phi = \frac{P^{¿}}{S^{¿}} \quad [3]$$

$$\cos \phi = \frac{323,4}{351,1} = 0,921$$

Так как cos φ получился равным заданному, следовательно, расчет произведен верно.

2.4 Выбор трансформаторной подстанции

Подстанция – это электроустановка, состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств напряжением до 1000 вольт и выше, служащая для приема, преобразования, распределения и передачи электроэнергии потребителям.

Основное электрооборудование на подстанции являются трансформаторы и распределительные устройства, содержащие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, сборные и соединительные шины и другие вспомогательные устройства.

Для выбора числа и мощности трансформаторов на подстанции необходимо знать полную мощность цеха и ещё некоторые другие данные, которые приведены в таблице 2.4.1.

Таблица 2.4.1 Технические данные для выбора трансформаторов

S_{max}, кВА	T, время работы трансформаторов в год	c, $\frac{руб}{кВт \cdot ч}$	$K_{И.П}$, $\frac{кВт}{кВАр}$	$K_{з.а}$
351,1	7000	1,3	0,05	0,65

Определяется средняя мощность нагрузки:

$$S_{ср} = K_{з.а} \cdot S_{max}, \text{ кВА} \qquad [3]$$

где $K_{з.а}$ – коэффициент заполнения графика по активной нагрузке

S_{max} – полная мощность предприятия, кВА

$S_{ср} = 0,65 \cdot 351,1 = 228,2$ кВА

Определяется количество трансформаторов на подстанции:

Так как на предприятии есть потребители второй категории, то на подстанции должно быть установлено два трансформатора.

$n=2$

Определяется намечаемая мощность трансформатора:

$$S_{нам}=\frac{S_{ср}}{n}\text{, кВА} \qquad [3]$$

где $S_{ср}$ – средняя мощность нагрузки, кВА

n – количество трансформаторов

$S_{нам}=\frac{228,2}{2}=114,1$ кВА

Выбираются два варианта трансформаторных подстанций:

1 вариант: КТП-10/0,4-2×400 $K_1=285950$ руб.

2 вариант: КТП-10/0,4-2×630 $K_2=315020$ руб.

где K_1, K_2 – стоимость трансформаторной подстанции

Определяется максимальный коэффициент загрузки по каждому варианту:

$$K_{з.\max}=\frac{S_{\max}}{n\cdot S_{тр-ра}} \qquad [3]$$

где $S_{\max}$ – полная мощность предприятия, кВА

n – количество трансформаторов

$S_{тр-ра}$ – мощность трансформатора, кВА

$$K_{з.\max 1}=\frac{351,1}{2\cdot 400}=0,4$$

$$K_{з.\max 2}=\frac{351,1}{2\cdot 630}=0,3$$

Определяется средний коэффициент загрузки трансформаторов:

$$K_{з.ср}=\frac{S_{ср}}{n\cdot S_{тр-ра}} \quad [3]$$

где $S_{ср}$ – средняя мощность нагрузки, кВА

$$K_{з.ср1}=\frac{228,2}{2\cdot 400}=0,3$$

$$K_{з.ср2}=\frac{228,2}{2\cdot 630}=0,2$$

Определяется значение эквивалентной охлаждающей температуры:

$$t_{экв.охл}=10\,^{\circ}C$$

С помощью значения эквивалентной охлаждающей температуры по таблице “Указания к пользованию графиками зависимости” определяется номер кривой зависимости коэффициента допустимой перегрузки. По графику №5.

Определяется значение допустимого коэффициента загрузки по каждому варианту:

$K_{з.ср1}=0,3 \Rightarrow K_{доп1}=1,46$

$K_{з.ср2}=0,2 \Rightarrow K_{доп2}=1,49$

Сравнивается допустимые коэффициенты загрузки с максимальными:

$K_{з.max1}=0,4 < K_{доп1}=1,46$

$K_{з.max2}=0,3 < K_{доп}=1,49$

Т.к. в обоих случаях $K_{доп} > K_{max}$, то в техническом отношении подходят оба варианта.

Определяется аварийная перегрузка трансформатора в случае выхода из строя другого

$$S_{ав}=K_{доп} \cdot S_{тр-ра}, \text{ кВА} \qquad [3]$$

где $K_{доп}$ – коэффициент допустимой перегрузки

$S_{ав1}=1,46 \cdot 400=584$ кВА

$S_{ав2}=1,48 \cdot 630=938,7$ кВА

Выбирается тип трансформаторов, устанавливаемых на подстанции которые заносит в таблицу 2.4.2.

Таблица 2.4.2 Выбор типа трансформаторов.

Тип трансформатора	$\Delta P_{х.х}$, кВт	$\Delta P_{к.з}$, кВт	i_0, %	$u_к$, %
ТМ–400/10	1,08	5,9	3	4,5
ТМ–630/10	1,42	7,6	2	5,5

Определяются потери активной мощности в трансформаторах:

$$\Delta P = (\Delta P_{х.х} + K_{И.П} \cdot S_{тр-ра} \cdot \frac{i_0}{100}) + K^2_{з.\max} \cdot (\Delta P_{х.з} + K_{И.П} \cdot S_{тр-ра} \cdot \frac{u_к}{100}), \text{ кВт} \quad [3]$$

где $\Delta P_{х.х}$ – потери мощности холостого хода, кВт

$\Delta P_{к.з}$ – потери мощности короткого замыкания, кВт

i_0 – ток холостого хода

$u_к$ – напряжение короткого замыкания

$K_{з.\max}$ – максимальный коэффициент загрузки

$$\Delta P_1 = (1,08 + 0,05 \cdot 400 \cdot \frac{3}{100}) + 0,6^2 \cdot (5,9 + 0,05 \cdot 400 \cdot \frac{4,5}{100}) = 4,1 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_2 = (1,42 + 0,05 \cdot 630 \cdot \frac{2}{100}) + 0,4^2 \cdot (7,6 + 0,05 \cdot 630 \cdot \frac{5,5}{100}) = 3,5 \text{ кВт}$$

Определяются годовые потери энергии в трансформаторах:

$$\Delta W = \Delta P \cdot n \cdot T \text{, } кВт \cdot ч \qquad [3]$$

где ΔP – потери активной мощности в трансформаторе, кВт

n – количество

T – время работы трансформаторов в год, час

$\Delta W_1 = 4{,}1 \cdot 2 \cdot 7000 = 57400$ $кВт \cdot ч$

$\Delta W_2 = 3{,}5 \cdot 2 \cdot 7000 = 49000$ $кВт \cdot ч$

Определяется стоимость потерь:

$$C = \Delta W \cdot c \text{, руб.} \qquad [3]$$

где ΔW – мощность годовых потерь энергии в трансформаторах, $кВт \cdot ч$

c – стоимость энергии за $1 кВт \cdot ч$

$C_1 = 57400 \cdot 1{,}3 = 74620$ руб.

$C_2 = 49000 \cdot 1{,}3 = 63700$ руб.

Определяется срок окупаемости:

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} \text{, год} \qquad [3]$$

где K_1, K_2 – стоимость трансформатора, руб.

C_1, C_2 – стоимость потерь, руб.

$T = \frac{315020 - 285950}{74620 - 63700} = 2{,}7$ года.

Таким образом, срок окупаемости получился меньше нормативного ($T_0 = 8{,}5\ лет$), он составляет менее чем три года. Окончательно выбирается КТП-10/0,4-2×400 с трансформатором ТМ–400 кВА.

2.5 Выбор электрооборудования к схеме электроснабжения

Электрические сети служат для передачи и распределения электрической энергии к цеховым потребителям промышленных предприятий.

Все шинопроводы, провода и кабели выбираются с учётом характера окружающей среды, размещением технологического оборудования, токов протекающим по ним напряжения.

Трансформаторы ТМ 400/10 на КТП комплектуются с вводным устройством ВНП-17 и предохранителями ПК-6 100А.

Автоматические выключатели обеспечивают одновременно функции коммутации силовых цепей и защиты электроприемника, а также сетей от перегрузки и коротких замыканий. Аппараты имеют тепловой расцепитель и электромагнитный. Автоматы снабжаются дугогасящими устройствами в виде фибровых пластин либо дугогасящих камер.

Выбирается вводной автоматический выключатель QF1 по номинальному току трансформатора, который определяется по формуле:

$$I_{ном} = \frac{S_{тр}}{\sqrt{3} \cdot U_2}$$

[3]

где Sтр – полная мощность трансформатора, кВА;

U2 – напряжение трансформатора на низкой стороне, кВ.

$$I_{ном} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 608,4\ A$$

Номинальный ток автоматического выключателя должен быть больше или равен расчетному номинальному току:

$$I_{ном.А.} \geq I_{ном} \geq 608,4\ A$$

Определяется установка комбинированного расцепителя по формуле:

$$I_{ср.р} \geq 1,25 I_{ном} \qquad [3]$$

$$I_{ср.р} \geq 1,25 \cdot 608,4 \geq 760,5$$

Таким образом, выбирается автоматический выключатель ВА 55-41

$$I_{ном.А.} = 1000\ A$$

Аналогично выбираются автоматические выключатели, данные которых сводятся в таблицу 2.5.1.

Таблица 2.5.1 Данные автоматических выключателей.

Обозначение	Тип	Номинальный ток выключателя, А	Номинальный ток расцепителя, А	Количество
QF1, QF2, QF3	ВА 55-41	1000	1000	3
QF4, QF5, QF8, QF9, QF10, QF11, QF12, QF14	А3794	250	200 250 160	8
QF6, QF7, QF13,	А3716	160	80 160	3

Все автоматические выключатели на КТП выдвижного исполнения.

Распределительные шинопроводы ШС предназначены для передачи и распределения электроэнергии напряжением 380/220 В при возможности непосредственного присоединения к ним электроприёмников в системах с

глухозаземленной нейтралью. Распределительные шинопроводы крепят, так же как и магистральные на стойках, кронштейнах, подвесах.

Выбирается распределительный шинопровод ШС-1 по максимальному рабочему току, который определяется по формуле:

$$I_{макс.р} = R_c \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\phi_{ср}}, \quad [3]$$

$$I_{макс.р} = 0,65 \cdot \frac{129,51}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 150,5\,A$$

где, Rc – коэффициент спроса, учитывающий, неодновременное включение электроприемников Rc = 0,65;

Рном – номинальная установленная мощность электроприемников, кВт;

Uном- номинальное напряжение электроприемников, кВ;

cosφср- средний коэффициент мощности для цеха.

Номинальный ток шинопровода ШС-1 должен быть больше или равен рабочему максимальному току:

$$I_{ном.ш} \geq I_{макс.р} \geq 150,5\,A$$

Таким образом, выбирается распределительный шинопровод ШРА 73УЗ $I_{ном.ш}=250\,A$, и вводной автоматический выключатель А3794 $I_{н}=250\,A$, $I_{р}=250\,A$.

Выбираются отходящие автоматические выключатели от шинопровода ШС-1, для этого определяется номинальный ток наибольшего электроприемника, подключенного к ШС-1 по формуле:

$$I_{ном}=\frac{P_{наиб}}{\sqrt{3}\cdot U_{ном}\cdot\cos\phi},\qquad [3]$$

где, Рнаиб – мощность наибольшего электроприемника, подключенного к ШС-1, кВт;

cosφ – коэффициент мощности электроприемника.

$$I_{ном}=\frac{22}{\sqrt{3}\cdot 0,38\cdot 0,85}=39,3\,A$$

Определяется ток уставки срабатывания расцепителя для отходящих выключателей по формуле:

$$I_{ср.р}=1,25\cdot I_{ном}$$

$I_{ср.р}=1,25\cdot39,3=49,1\,A$

Таким образом, выбирается автоматический выключатель АЕ 2056

$I_{н}=100\,A \quad I_{ср.р}=50\,A$

Аналогично выбираются шинопроводы ШС-2 и ШС-3 и защитная аппаратура к ним, данные сводятся в таблицу 2.5.2.

Таблица 2.5.2 Данные шинопроводов и защитной аппаратуры к ним.

Шинопровод			Аппарат на вводе			Отходящие выключатели			
Обозначение	Тип	$I_{ном}, A$	Обозначение	Тип	$I_{ном}, A$	Обозначение	Тип	$I_{ном}, A$	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ШС-1	ШРА73 УЗ	250	QF16	А3794	250	QF24, QF38, QF39, QF45, QF25-QF50	АЕ 2056 АЕ2046	100 63	4 23
ШС-2	ШРА7	250	QF17	А37	250	QF51-	АЕ 2056	100	10

	ЗУЗ			94		QF54, QF67, QF73-QF77, QF81, QF55-QF83	AE 2046	63	23
ШС-3	ШРА7 ЗУЗ	250	QF18	А37 94	250	QF84, QF85, QF87, QF91-QF94, QF96, QF97, QF101, QF102, QF86-QF109	AE2056	100	11
							AE2046	63	15

Щитки групповые осветительные предназначены для распределения электрической энергии, защиты от перегрузок и токов короткого замыкания осветительных и силовых сетей переменного тока с глухозаземленной нейтралью напряжение до 380 В, частоты 50Гц и для нечастых оперативных включений и отключений цепей.

Выбирается осветительный щиток ЩО-1 с автоматическими выключателями в количестве 12 штук.

Определяется ток отходящего автоматического выключателя.

$$I_{расч} = \frac{P_н}{U_н \cdot \cos\phi}, \qquad [3]$$

где, $P_н$ – номинальная мощность освещения, кВт;

$U_н$ – напряжение сети, кВ;

cosφ – коэффициент мощности ламп.

$$I_{ном} = \frac{1,6}{0,22 \cdot 0,85} = 8,55\,A$$

Таким образом, выбирается осветительный щиток типа ПР8501-1005-1УЗ.

Аналогично выбираются осветительные щиты ЩО-2, АЩО-1 и АЩО-2 данные осветительных щитков сводятся в таблицу 2.5.3.

Таблица 2.5.3 Данные осветительных щитков.

Обозначение	Тип щитка	Номинальный ток, А	Кол-во отход. однополюсных

			автом. выкл.
ЩО-1	ПР8501-1005-1УЗ	25	12
ЩО-2	ПР8501-1005-1УЗ	25	12
АЩО-1	ПР8501-1001-1УЗ	10	3
АЩО-2	ПР8501-1001-1УЗ	10	3

Силовые распределительные пункты предназначены для распределения электрической энергии и защиты электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях. Пункты изготовляют в виде шкафов, собираемых из отдельных стандартных элементов: ящиков с соединительными шинами и ящиков с разными аппаратами. Преимущество этого устройства заключается в возможности получения разных схем из небольшого набора стандартных ящиков.

Выбирается распределительный пункт РП-1, для этого определяется ток для вводного выключателя по формуле:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \phi_{ср}}, \quad [3]$$

где, $P_{ном}$ – номинальная установленная мощность электроприемников, кВт;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение электроприемников, В.

$$I_{ном} = \frac{57,66}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 103\,A$$

Определяется ток уставки срабатывания расцепителя по формуле:

$$I_{ср.р} = I_{ном} \cdot 1,25,$$

$$I_{ср.р} = 103 \cdot 1,25 = 128,75\,A$$

Таким образом, выбирается распределительный пункт ПР11-3053-31УЗ.

Аналогично выбираются распределительные пункты РП-2 – РП-4, данные которых сводятся в таблицу 2.5.4.

Таблица 2.5.4 Данные распределительных пунктов.

Обозначение	Тип распределительного пункта	Наличие вводного выключателя	Номинальный ток шкафа, А	Кол-во автоматических выключателей		Кол-во
				однополюсных	трехполюсных	
1	2	3	4	5	6	7
РП-1	ПР11-3053-31УЗ	1	250	-	4	1
РП-2	ПР11-7078-31УЗ	1	250	-	10	1
РП-3	ПР11-7078-	1	250	-	10	1

	31У3					
РП-4	ПР11-3048-31У3	1	100	-	2	1

Силовые ящики предназначены для защиты от токов короткого замыкания и нечастых включений и отключений под нагрузкой электрических цепей трёхфазного тока. Ввод и вывод проводов осуществляется через верхнюю и нижнюю съемные крышки. Комплектуются ящики выключателем с предохранителями.

Выбирается силовой ящик Q1, для этого определяется установленная мощность крана, питающегося через ящик по формуле:

$$P_{уст} = P_{ном} \cdot \sqrt{\frac{ПВ\%}{100}}, \quad [3]$$

где, $P_{ном}$ – номинальная мощность крана, кВт.

$$P_{уст} = 5 \cdot \sqrt{\frac{40}{100}} = 3{,}2\,кВт$$

Определяется номинальный ток для силового ящика Q1 по формуле:

$$I_{ном} = \frac{P_{уст}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi},$$

где, cosφ – коэффициент мощности крана

$$I_{ном} = \frac{3,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,5} = 9,7\ A$$

Определяется ток плавкой вставки предохранителя силового ящика Q1 по формуле:

$$I_{пл.в} = I_{ном} \cdot 2,5, \qquad [3]$$

$$I_{пл.в} = 9,7 \cdot 2,5 = 24,25\ A$$

Таким образом, выбирается силовой ящик БПВ-1У3.

Аналогично выбираются силовые ящики Q2 и Q3, данные которых сводятся в таблицу 2.5.5.

Таблица 2.5.5 Данные силовых ящиков.

Обозначение	Тип ящика	Номинальный ток, А	Номинальный ток плавких вставок, А	Количество
Q1	БПВ-1У3	100	25	1
Q2	БПВ-1У3	100	25	1
Q3	БПВ-1У3	100	15	1

Выбираются измерительные приборы которые сводятся в таблицу 2.5.6.

Таблица 2.5.6 Данные измерительных приборов

Данные измерительных приборов	
Вольтметр электромагнитный	
Э378	
$U_{ном}=380\,B$	$U_{ном}=380\,B$ $U_{пред}=600\,B$ Класс точности 1,5
Амперметр электромагнитный	
Э378	
$I_{ном\,1}=5\,A$	Класс точности 1,5
Счётчик трёхфазный трансформаторный универсальный	
ЦЭ-6850	
$U_{ном}=380\,B$	$U_{ном}=380\,B$ Пределы измерения: $I=1;5\,A$ $U=380\,B$ Класс точности 1,0
Трансформатор тока	
ТНШЛ – 1000/5	
$U_{ном}=380\,B$	$U_{ном}=380\,B$ $I_{ном\,1}=1000\,A$ $I_{ном\,2}=5\,A$

2.6 Выбор проводов и кабелей к схеме электроснабжения

Провода классифицируются по материалу, из которого они изготовлены, сечению, виду изоляции, механической прочности и так далее. В электротехнике применяют главным образом провода из меди и алюминия, реже из латуни и бронзы.

Кабели подразделяют по материалу, из которого изготовлены их токопроводящие жилы (медь, алюминий), изоляции и материалов из которых она изготовлена, степени герметичности и защищенности кабелей от механических повреждений и так далее.

Определяется расчетный ток для кабеля, питающего ШС-1 по формуле:

$$I_p = \frac{P_н}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\phi},$$

где, Рном – номинальная активная мощность электроприемников ШС-1, кВт;

Uном- номинальное напряжение электроприемников ШС-1, кВт;

cosφ - коэффициент мощности ШС-1.

$$I_p = \frac{129,51}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 231,5\,A$$

Таким образом, выбирается кабель АВВГ – кабель с алюминиевыми жилами, с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой, не бронированный.

Аналогично выбираются все остальные кабели и провода, данные которых заносятся в таблицу 2.6.1 и кабельный журнал в таблицу 2.6.2.

Таблица 2.6.1 Данные кабелей.

Маркировка по проекту	Трасса	$P_н$, кВт	$I_р$, А	$I_{доп}$, А	S, мм^2	Марка кабеля	l, м
К109	от КТП - ШС-1	129,51	231,5	235	4 *Х* 150	АВВГ	15,64
К110	от КТП - ШС-2	164,8	294,5	306	2(4 *Х* 95)	АВВГ	6,08
К111	от КТП - ШС-3	128,34	229,4	235	4 *Х* 150	АВВГ	5,7
К112	от КТП - РП-1	57,66	103	110	4 *Х* 50	АВВГ	4,6

К113	от КТП - РП-2	36,7	65,9	75	4 *Х* 25	АВВГ	15,4
К114	от КТП - РП-3	56,6	101,2	110	4 *Х* 50	АВВГ	53,5
К115	от КТП - РП-4	3,64	6,47	19	4 *Х* 2,5	АВВГ	4,6
К116	от КТП - ЩСУ-1	82,9	148,3	170	4 *Х* 95	АВВГ	20
К117	от КТП - ЩСУ-2	76,7	137	140	4 *Х* 70	АВВГ	25
К118	от КТП - УК-1	Q=110кВА	167	170	4 *Х* 95	АВВГ	10
К119	от КТП - УК-2	Q=110кВА	167	170	4 *Х* 95	АВВГ	8

Таблица 2.6.2 Кабельный журнал.

Маркировка по проекту	Трасса		Расчетный ток, А	Марка провода (кабеля)	Число и сечение жил	Допустимый ток,А	Длина провода (кабеля), м	Способ прокладки	Длина трубы, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К1	ШС-1	1-126	32,1	ПВ3	4 *Х* 4	35	4,2	в трубе	3,2
К2	ШС-1	1-127	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	8,1	в трубе	7,1
К3	ШС-1	1-128	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,4	в трубе	12,4
К4	ШС-1	1-129	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,4	в трубе	6,4
К5	ШС-1	1-130	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,5	в трубе	10,5
К6	ШС-1	1-131	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	5,1	в трубе	4,1
К7	ШС-1	1-132	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,8	в трубе	6,8

К8	ШС-1	1-133	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12	в трубе	11
К9	ШС-1	1-134	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	4,2	в трубе	3,2
К10	ШС-1	1-135	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,5	в трубе	6,5
К11	ШС-1	1-136	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,7	в трубе	10,7
К12	ШС-1	1-137	1,2	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,3	в трубе	6,3
К13	ШС-1	1-138	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,1	в трубе	10,1
К14	ШС-1	1-139	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	14,4	в трубе	13,4
К15	ШС-1	1-140	39,3	ПВ3	4 *Х* 6	42	7,3	в трубе	6,3
К16	ШС-1	1-141	39,3	ПВ3	4 *Х* 6	42	10,2	в трубе	9,2
К17	ШС-1	1-143	0,97	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	16	в трубе	15
К18	ШС-1	1-144	4,2	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	8,9	в трубе	7,9
К19	ШС-1	1-145	3,05	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,2	в трубе	10,2
К20	ШС-1	1-146	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,6	в трубе	6,6
К21	ШС-1	1-147	3,05	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	10,3	в трубе	9,3
К22	ШС-1	1-171	8,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	3,6	в трубе	2,6
К23	ШС-1	1-174	2,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	10,5	в трубе	9,5
К24	ШС-1	1-175	2,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,5	в трубе	10,5
К25	ШС-1	1-176	2,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12	в трубе	11
К26	ШС-1	1-177	3,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,6	в трубе	10,6
К27	ШС-1	1-178	3,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,6	в трубе	6,6
К28	ШС-2	2-148	25	ПВ3	4 *Х* 4	35	5,4	в трубе	4,4
К29	ШС-2	2-149	25	ПВ3	4 *Х* 4	35	10,5	в трубе	9,5
К30	ШС-2	2-150	25	ПВ3	4 *Х* 4	35	3,5	в трубе	2,5
К31	ШС-2	2-151	25	ПВ3	4 *Х* 4	35	9,3	в трубе	8,3
К32	ШС-2	2-152	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	5,1	в трубе	4,1
К33	ШС-2	2-153	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,8	в трубе	6,8
К34	ШС-2	2-154	4,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11	в трубе	10
К35	ШС-2	2-155	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	14,1	в трубе	13,4
К36	ШС-2	2-156	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	5,8	в трубе	4,8
К37	ШС-2	2-157	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,1	в трубе	10,1

Продолжение таблицы 2.6.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К38	ШС-2	2-158	4,2	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	5,9	в трубе	4,9
К39	ШС-2	2-159	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	8,6	в трубе	7,6
К40	ШС-2	2-160	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12	в трубе	11
К41	ШС-2	2-161	4,2	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	6,2	в трубе	5,2
К42	ШС-2	2-162	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	8,7	в трубе	7,7
К43	ШС-2	2-163	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12	в трубе	11
К44	ШС-2	2-164	32,1	ПВ3	4 *Х* 4	35	7,7	в трубе	6,7
К45	ШС-2	2-165	2,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,9	в трубе	8,9
К46	ШС-2	2-166	2,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,4	в трубе	12,4
К47	ШС-2	2-167	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	8,3	в трубе	7,3

К48	ШС-2	2-168	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,9	в трубе	10,9
К49	ШС-2	2-169	3,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	15,2	в трубе	14,2
К50	ШС-2	2-171	8,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	5	в трубе	4
К51	ШС-2	2-110	9,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	20,1	в трубе	19,1
К52	ШС-2	2-111	9,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	20,6	в трубе	19,6
К53	ШС-2	2-114	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	18,1	в трубе	17,1
К54	ШС-2	2-116	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12,3	в трубе	11,3
К55	ШС-2	2-118	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12,7	в трубе	11,7
К56	ШС-2	2-119	2,1	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12,7	в трубе	11,7
К57	ШС-2	2-120	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,3	в трубе	12,3
К58	ШС-2	2-121	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,2	в трубе	10,2
К59	ШС-2	2-122	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,8	в трубе	8,8
К60	ШС-2	2-123	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	8,8	в трубе	7,8
К61	ШС-3	3-70	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	5,7	в трубе	4,7
К62	ШС-3	3-71	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,4	в трубе	8,4
К63	ШС-3	3-72	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,1	в трубе	12,1
К64	ШС-3	3-73	7,4	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	16,9	в трубе	15,9
К65	ШС-3	3-74	5,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	18,6	в трубе	17,6
К66	ШС-3	3-77	4,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12,8	в трубе	11,8
К67	ШС-3	3-78	4,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,5	в трубе	8,5
К68	ШС-3	3-81	17,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,4	в трубе	8,4
К69	ШС-3	3-82	17,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,3	в трубе	10,3
К70	ШС-3	3-83	17,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,6	в трубе	12,6
К71	ШС-3	3-84	12,5	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,6	в трубе	10,6
К72	ШС-3	3-85	3,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	15,3	в трубе	14,3
К73	ШС-3	3-87	32,1	ПВ3	4 *Х* 6	42	15,9	в трубе	14,9
К74	ШС-3	3-88	7,1	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	14,2	в трубе	13,2
К75	ШС-3	3-90	0,94	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	14,1	в трубе	13,1

Продолжение таблицы 2.6.2.

К76	ШС-3	3-91	4,1	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,4	в трубе	10,4
К77	ШС-3	3-92	4,1	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,8	в трубе	8,8
К78	ШС-3	3-94	17,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	19,7	в трубе	18,7
К79	ШС-3	3-95	17,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	20,1	в трубе	19,1
К80	ШС-3	3-96	6,2	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	16	в трубе	15
К81	ШС-3	3-97	2,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	14,8	в трубе	13,8
К82	ШС-3	3-99	2,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12,6	в трубе	11,6
К83	ШС-3	3-101	2,7	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	14,4	в трубе	13,4
К84	ШС-3	3-104	5,4	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	8,8	в трубе	7,8
К85	ШС-3	3-105	5,4	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,4	в трубе	8,4
К86	ШС-3	3-86	5,4	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7,7	в трубе	6,7

К87	РП-2	4-35	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	18	в трубе	17
К88	РП-2	4-45	3,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	15,1	в трубе	14,1
К89	РП-2	4-60	8,9	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	5,3	в трубе	4,3
К90	РП-2	4-61	9,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	7	в трубе	6
К91	РП-2	4-62	9,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	10,8	в трубе	9,8
К92	РП-2	4-63	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	12,9	в трубе	11,9
К93	РП-2	4-65	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	16,4	в трубе	15,4
К94	РП-2	4-66	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,7	в трубе	12,7
К95	РП-2	4-67	2,1	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	18,3	в трубе	17,3
К96	РП-2	4-68	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	14,5	в трубе	13,5
К97	РП-2	4-68	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,2	в трубе	12,2
К98	РП-2	4-68	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	9,6	в трубе	8,6
К99	РП-2	4-69	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	10,9	в трубе	9,9
К100	РП-3	5-1	22,8	ПВ3	4 *Х* 4	35	7,5	в трубе	6,5
К101	РП-3	5-2	19,3	ПВ3	4 *Х* 4	35	10,9	в трубе	9,9
К102	РП-3	5-3	12,8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13	в трубе	12
К103	РП-3	5-4	2,1	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	13,7	в трубе	12,7
К104	РП-3	5-5	11	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	15,5	в трубе	14,5
К105	РП-3	5-6	8	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	15,3	в трубе	14,3
К106	РП-3	5-7	15,2	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	11,9	в трубе	10,9
К107	РП-3	5-8	5,3	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	6,7	в трубе	5,7
К108	РП-3	5-11	0,94	ПВ3	4 *Х* 2,5	25	17,6	в трубе	16,6
К120	РП-1	ЩО-1	56,5	АВВГ	4 Х 16	60	40,5	в трубе	39,5
К121	РП-1	ЩО-2	46,5	АВВГ	4 Х 16	60	10	в трубе	9
К122	РП-4	АЩО-1	0,57	АВВГ	4 *Х* 2,5	25	39,5	в трубе	38,5
К123	РП-4	АЩО-2	5,9	АВВГ	4 *Х* 2,5	25	11	в трубе	10

2.7 Расчёт сети заземления

Расчёт сети заземления определяет тип заземлителя, их количество, место размещения и сечение заземляющих проводников. Расчёт производится для необходимого сопротивления заземляющего устройства в соответствии с требованиями ПУЭ.

Грунт, окружающий заземлители, не является однородным. Наличие в нем песка, строительного мусора и грунтовых вод оказывает большое влияние на сопротивление грунта. Поэтому ПУЭ рекомендуют определять удельное сопротивление P грунта путём непосредственных измерений в том месте, где будут размещаться заземлители.

Удельное сопротивление грунта, полученное путём замеров является важнейшей величиной, определяющей сопротивление заземляющего устройства. Но при этом учитываются все сезонные изменения удельного сопротивления грунта.

Рассчитать заземляющий контур если известно:

- грунт-суглинок;
- вертикальный заземлитель – уголок с размерами 50¿50¿4; длиной l = 3м;
- горизонтальный заземлитель - полоса 40¿4;
- расстояние между вертикальными заземлителями – а = 4,5м;
- заземляющий контур заглубляется в землю на глубину 0,7м;

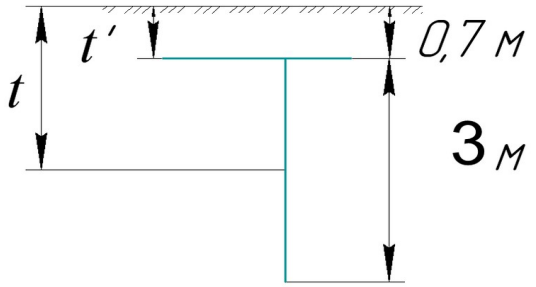

Рисунок 1 Схема расположения заземлителя

Устанавливается необходимое по ПУЭ допустимое сопротивление заземляющего устройства:

$R_и$ = 4 Ом

Определяется расчётное удельное сопротивление грунта с учётом коэффициентов учитывающих высыхания грунта летом и промерзание зимой:

Выбирается значение коэффициента учитывающего высыхание грунта летом и промерзания зимой:

$к_в$ = 1,8

По справочным данным выбирается удельное сопротивления грунта – суглинок ρ = 100 Ом*м

$$\rho = k_в \cdot \rho, Ом \cdot м \qquad [3]$$

где, ρ - среднее удельное сопротивление грунта, $Ом \cdot м$;

$$\rho_c = 1{,}8 \cdot 100 = 180\, Ом \cdot м$$

Определяется сопротивление растеканию одного вертикального электрода:

$$R_{ВО} = \frac{\rho_{расчв}}{2\pi \cdot l}\left(\ln\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+l}{4t-l}\right), Ом \qquad [3]$$

где, l - длина вертикального электрода, $м$;

t - расстояние от поверхности земли до середины электрода, $м$;

d - диаметр забиваемых электродов, $м$.

$$R_{ВО} = \frac{180}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0{,}048} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 2{,}2 + 1}{4 \cdot 2{,}2 - 1}\right) = 47{,}2\, Ом \qquad [3]$$

Определяется примерное число вертикальных заземлителей при предварительно принятом коэффициенте использования:

$$n_{уточн} = \frac{R_{ВО}}{\eta_в \cdot R_и}, шт. \qquad [3]$$

где, $\eta_в = 0{,}7$, так как $\frac{a}{l} = \frac{4{,}5}{3} = 1{,}5$ - коэффициент использования.

$$n_{уточн} = \frac{47{,}2}{0{,}7 \cdot 4} = 16{,}9 \approx 17\, шт$$

Определение сопротивления растекании горизонтальных электродов:

$$R_Г = \frac{\rho_n}{2\pi \cdot l_Г}\left(\ln\frac{2l_{Г^2}}{bt'}\right) \qquad [3]$$

Определяется длина соединительной полосы:

$$l_Г = 1,05 \cdot n \cdot a, м$$

где, a - расстояние между забиваемыми электродами, $м$.

$l_r = 1,05 \cdot 17 \cdot 4,5 = 80,3\, м$

Определяется удельное сопротивление для горизонтальных электродов:

$\rho = k_Г \cdot \rho, Ом \cdot м$

$\rho_c = 4,5 \cdot 100 = 450\, Ом \cdot м$

где, $в$ - длина соединительной полосы, $м$;

$t' = 0,72$ - расстояние от поверхности земли до середины высоты соединительной полосы:

$$R_r = \frac{450}{2 \cdot 3,14 \cdot 80,3}\left(\ln\frac{2 \cdot 80,3^2}{0,04 \cdot 0,72}\right) = 11,6\, Ом$$

Уточняется необходимое сопротивление вертикальных электродов с учетом сопротивления горизонтальной полосы:

$$R'_В = \frac{R_Г \cdot R_u}{R_Г - R_u}, Ом \qquad [3]$$

$$R'_B = \frac{11,6 \cdot 4}{11,6 - 4} = 6,1 Ом$$

Уточняется число вертикальных электродов с учетом сопротивления коэффициента использования:

$$n = \frac{R_{ВО}}{\eta_в \cdot R'_в}, шт \quad [3]$$

$$n = \frac{47,2}{0,7 \cdot 6,1} = 12 шт$$

Определяется сопротивление выбранного заземляющего контура:

$$R_з = \frac{R_Г \cdot R'_В}{R_Г + R'_В}, Ом \quad [3]$$

$$R_з = \frac{11,6 \cdot 6,1}{11,6 + 6,1} = 3,99 Ом$$

Так как сопротивление заземляющего устройства соответствует требованиям ПУЭ, следовательно, расчет произведен, верно.

3 Экономическая часть

3.1 Расчет затрат на электроснабжение ремонтно-механического цеха

Составляется таблица 3.1.1 затрат на покупку необходимого электрооборудования:

Таблица 3.1.1 Смета затрат на покупку электрооборудования.

Наименование	Тип	Единицы измерения	Кол-во	Стоимость	
				За единицу	С учетом кол-ва
1	2	3	4	5	6
Автоматические выключатели	А 3794 АЕ 2056 АЕ 2046	шт. шт. шт.	3 26 60	21409-50 649-00 552-62	64228-50 16874-00 33157-20
Распределительный шинопровод: секции прямые l=3000мм	ШРА73 УЗ	шт.	21 21 27	140-00	2940-00 2940-00 3780-00
КТП	КТП 10/0,4 2¿ 400	шт.	1	285950	285950
Распределительные пункты	ПР11-7078-31УЗ ПР11-3053-31УЗ ПР11-3048-31УЗ	шт. шт. шт.	2 1 1	4500-00 4059-00 3553-00	9000-00 4059-00 3553-00
Щитки осветительные	ПР8501-1005-1УЗ ПР8501-1001-1УЗ	шт. шт.	2 2	2594-00 1628-00	5188-00 3256-00

Продолжение таблицы 3.1.1

Светильники	РСП 05	шт.	24	420-85	10100-40
	ЛВО 03	шт.	69	736-25	50801-25
	ЛВО 31	шт.	25	688-75	17218-75
	ЛВП 04	шт.	84	1263-50	106134-00
	ЛПО 01	шт.	4	131-25	525-00
	НБО 07	шт.	4	50-40	201-60
	НСП 05	шт.	6	255-20	1531-20
	НСП 03	шт.	38	79-20	3009-60
Лампы	ДРЛ 400	шт.	24	298-97	7175-28
	ЛД 20	шт.	8	25-00	200-00
	ЛД 40	шт.	60	30-00	1800-00
	ЛД 65	шт.	196	42-90	8408-40
	ЛД 80	шт.	396	65-40	25898-40
	Г 60	шт.	42	23-70	995-40
	Г 500	шт.	6	50-30	301-80
Компенсирующие устройства	УК-0,38-110Н	шт.	2	46381-00	92762-00
Силовые ящики	БПВ-1УЗ	шт.	3	1321-00	3963-00
Кабель АВВГ	4х150$мм^2$	м	21,34	240-35	5131-47
	4х95$мм^2$	м	50,16	180-50	9053-88
	4х70$мм^2$	м	25	135-00	3375-00
	4х50$мм^2$	м	58,1	98-00	5693-80
	4х25$мм^2$	м	15,4	52-00	800-80
	4х16$мм^2$	м	48,5	32-00	1552-00
		м	53,1	8-50	451-35
Провод ПВ3	4х2,5$мм^2$	м	1504,8	7-35	11060-28
	4х4$мм^2$	м	59	11-80	696-20
	4х6$мм^2$	м	33,4	18-15	606-21
Всего:					804372,8

Определяются затраты на монтажные работы для автоматического выключателя.

Определяется заработная плата за единицу:

$$ЗП = T_{шт} \cdot T_{ст}\ ,$$ [4]

где ЗП - заработная плата, руб.

Тст. – часовая тарифная ставка электромонтера IV разряда, руб./ч (36,78 руб.)

Тшт. – время, затраченное на монтаж, ч.

$$ЗП = 36,78 \cdot 0,3 = 11,03\ руб.$$

Затраты на монтаж остального оборудования рассчитывается аналогично и заносится их в таблицу 3.1.2.

Таблица 3.1.2 Затраты на монтаж электрооборудования.

Наименование	Тип	Кол-во шт., м.	Кол-во часов	Заработная плата	
				За единицу	С учетом кол-ва
1	2	3	4	5	6
Автоматические выключатели	А 3794 АЕ 2056 АЕ 2046	3 26 60	0,3 0,3 0,3	11-03	33-10 286-78 661-80
Распределительный шинопровод: секции прямые l=3000мм	ШРА73 У3	21 21 27	0,25 0,25 0,25	9-20	193-20 193-20 248-40
КТП	КТП 10/0,4 2¿ 400	1	8	294-24	294-24
Распределительные пункты	ПР11-7078-31У3 ПР11-3053-31У3 ПР11-3048-31У3	2 1 1	4	147-12	294-24 147-12 147-12
Щитки осветительные	ПР8501-1005-1У3 ПР8501-1001-1У3	2 2	3,5	128-73	257-46 257-46

Продолжение таблицы 3.1.2

Светильники	РСП 05 ЛВО 03 ЛВО 31 ЛВП 04 ЛПО 01 НБО 07 НСП 05 НСП 03	24 69 25 84 4 4 6 38	0,5	18-39	441-36 1268-91 459-75 1544-76 73-56 73-56 110-34 698-82
Лампы	ДРЛ 400 ЛД 20 ЛД 40 ЛД 65 ЛД 80 Г 60 Г 500	24 8 60 196 396 42 6	0,2 0,05 0,05 0,05 0,05 0,15 0,15	7-36 1-84 1-84 1-84 1-84 5-52 5-52	176-64 14-72 110-40 360-64 724-64 231-84 33-12
Компенсирующие устройства	УК-0,38-110Н	2	1,5	55-17	110-34
Силовые ящики	БПВ-1У3	3	1,2	44-13	132-39
Кабель АВВГ	4х150$мм^2$ 4х95$мм^2$ 4х70$мм^2$ 4х50$мм^2$ 4х25$мм^2$ 4х16$мм^2$ 4х2,5$мм^2$	21,34 50,16 25 58,1 15,4 48,5 53,1	0,2	7-36	156-98 369-18 184-00 427-62 113-34 356-96 390-82
Провод ПВ3	4х2,5$мм^2$ 4х4$мм^2$ 4х6$мм^2$	1504,8 59 33,4	0,15	5-52	8306-50 325-68 184-37
Всего:					20395-36

Определяются затраты на транспортировку электрооборудования. Они составляют 13,4% от общих затрат и определяются по формуле:

$$З_{тр} = \frac{З_{0бщ} \cdot 13,4\%}{100\%} \quad [4]$$

где, $З_{общ}$ - затраты на покупку необходимого оборудования

$$З_{тр} = \frac{804372,8 \cdot 13,4\%}{100\%} = 107785,9 \, руб$$

Определяется величина премии, которая будет начисляться за качественное и количественное выполнение работы. Премия начисляется в размере 30% от прямой заработной платы по формуле:

$$З_{пр} = \frac{\sum ЗП \cdot 30\%}{100\%} \quad [4]$$

$$З_{пр} = \frac{20395,36 \cdot 30\%}{100\%} = 6118,6 \, руб$$

Расчет затрат на районный коэффициент:

$$З_{р.к} = \frac{(\sum ЗП + З_{пр}) \cdot 15\%}{100\%} \quad [4]$$

$$З_{р.к} = \frac{(20395,36 + 6118,6) \cdot 15\%}{100\%} = 3977,1 \; руб$$

Определяется величина дополнительной заработной платы. Определяется в размере 15,3% к сумме прямой заработной платы, затрат на премию и районный коэффициент по формуле:

$$З_{доп} = \frac{(\sum ЗП + З_{пр} + З_{р.к}) \cdot 15\%}{100\%} \quad [4]$$

$$З_{доп} = \frac{(20395,36 + 6118,6 + 3977,1) \cdot 15\%}{100\%} = 4573,6 \; руб$$

Определяется величина выслуги лет. Она начисляется в размере 22,1% от прямой заработной платы, затрат на премию и районный коэффициент по формуле:

$$З_{выс} = \frac{(\sum ЗП + З_{пр} + З_{р.к}) \cdot 22,1\%}{100\%} [4]$$

$$З_{выс} = \frac{(20395,36 + 6118,6 + 3977,1) \cdot 22,1\%}{100\%} = 6738,5 \; руб$$

Определяется величина единого социального налога.

$$З_{есн} = \frac{(\sum ЗП + З_{пр} + З_{р.к} + З_{выс}) \cdot 26\%}{100\%} \quad [4]$$

$$З_{есн} = \frac{(20395,36 + 6118,6 + 3977,1 + 6738,5) \cdot 26\%}{100\%} = 9679,7 \text{ руб}$$

Расчет цеховых расходов. Цеховые расходы определяются в размере 322% от прямой заработной платы по формуле:

$$З_{ц.р} = \frac{\sum ЗП \cdot 322\%}{100\%} \quad [4]$$

$$З_{ц.р} = \frac{20395,36 \cdot 322\%}{100\%} = 65673 \text{ руб}$$

Расчет общезаводских расходов. Определяется в размере 200% от прямой заработной платы по формуле:

$$З_{зав} = \frac{\sum ЗП \cdot 200\%}{100\%} \quad [4]$$

$$З_{зав} = \frac{20395,36 \cdot 200\%}{100\%} = 40790,7 \text{ руб}$$

Расчет заводской себестоимости. Определяется как сумма затрат на комплектующие и материалы, транспортные расходы, прямую и дополнительную заработную плату, премии, районный коэффициент, выслугу лет, единый социальный налог, цеховые и общезаводские расходы по формуле:

$$C_{зав} = З_{общ} + \sum ЗП + З_{пр} + З_{тр} + З_{р.к} + З_{доп} + З_{выс} + З_{есн} + З_{ц.р.} + З_{зав} \quad [4]$$

$$C_{зав} = 804372,8 + 20395,36 + 6118,6 + 107785,9 + 3977,1 + 4573,6 + 6738,5 + \\ + 9679,7 + 65673 + 40790,7 = 1070105,3 \; руб$$

Расчет затрат на тару и упаковку. Они составляют 2,5% от заводской стоимости по формуле:

$$З_{тара} = \frac{C_{зав} \cdot 2,5\%}{100\%} \quad [4]$$

$$З_{тара} = \frac{1070105,3 \cdot 2,5\%}{100\%} = 26752,6 \; руб$$

Расчет прибыли. Прибыль определяется в размере 10% от заводской себестоимости и транспортных расходов по формуле:

$$П = \frac{(C_{зав} + З_{тр}) \cdot 10\%}{100\%} \quad [4]$$

$$П = \frac{(1070105,3 + 107785,9) \cdot 10\%}{100\%} = 117789,12 \; руб$$

Расчет оптовой цены предприятия. Определяется по формуле:

$$Ц_{опт} = С_{зав} + З_{тара} + П \quad [4]$$

$$Ц_{опт} = 1070105,3 + 26752,6 + 117789,12 = 1214647\ руб$$

Расчет отпускной цены определяется по формуле:

$$Ц_{отпуск} = \frac{Ц_{опт} \cdot 118\%}{100\%} \quad [4]$$

$$Ц_{отпуск} = \frac{1214647 \cdot 118\%}{100\%} = 1433283,5\ руб$$

Определение налога на добавленную стоимость:

$$НДС = \frac{18\% \cdot Ц_{опт}}{100\%} \quad [4]$$

$$НДС = \frac{18\% \cdot 1214647}{100\%} = 218636,5\ руб$$

Все полученные значения заносятся в таблицу 3.1.3.

Таблица 3.1.3 Расчет отпускной цены предприятия.

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	2	3
1.	Материальные затраты	804372,8
2.	Транспортные расходы	107785,9
3.	Прямая заработная плата	20395,36
4.	Премия	6118,6
5.	Районный коэффициент	3977,1
6.	Дополнительная зар. плата	4573,6
7.	Выслуга лет	6738,5
8.	ЕСН	9679,7
9.	Цеховые расходы	65673
10.	Общезаводские расходы	40790,7
11.	Итого: Заводские расходы	1070105,3
12.	Затраты на тару	26752,6
13.	Прибыль	117789,12
14.	Оптовая цена	1214647
15.	НДС	218636,5
16.	Отпускная цена	1433283,5

4 Мероприятия по технике безопасности

4.1 Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия:

- произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;
- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты;
- проверено отсутствие напряжение на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;
- наложено заземление (включены заземляющие ножи, а там где они отсутствуют, установлены переносные заземления);
- вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

4.1.1 Отключения

При подготовке рабочего места должны быть отключены:

- токоведущие части, на которых будут производиться работы;

- не огражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин;

- цепи управления и питания проводов, закрыт воздух в системах управления коммутационными аппаратами, снят завод с пружин и грузов у приводов выключателей и разъединителей.

В электроустановках напряжением выше 1000В с каждой стороны, с которой коммутационным аппаратом на рабочее место может быть подано напряжение, должен быть видимый разрыв. Видимый разрыв может быть создан отключением разъединителей, снятием предохранителей, отключением отделителей и выключателей нагрузки, отсоединением или снятием шин и проводов.

В электроустановках напряжением выше 1000В для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов, которыми может быть подано напряжение к месту работы, должны быть приняты следующие меры:

- у разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки ручные приводы в отключенном положении должны быть заперты на механический замок;

- у приводов коммутационных аппаратов, имеющих дистанционное управление, должны быть отключены силовые цепи и цепи управления, а у пневматических приводов, кроме того, на подводящем трубопроводе сжатого воздуха должна быть закрыта и заперта на механический замок, задвижка и выпущен сжатый воздух, при этом отпускные клапаны должны быть оставлены в открытом положении;

- у грузовых и пружинных приводов включающий груз или включающие пружины должны быть приведены в нерабочее положение.

В электроустановках до 1000В со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом, а при наличии в схеме предохранителей – снятием последних. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами, как запирание рукоятки или дверец шкафа, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих прокладок и другие.

4.1.2 Вывешивание запрещающих плакатов

На приводах (рукоятках приводов) коммутационных аппаратов с ручным управлением (выключателей, отделителей, разъединителей, рубильников, автоматов) во избежание подачи напряжения на рабочее место, должны быть вывешены плакаты «Не включать! Работают люди».

У однополюсных разъединителей плакаты вывешиваются на приводе каждого полюса, у разъединителей, управляемых оперативной штангой, - на ограждениях. На задвижках, закрывающих доступ воздуха в пневматические приводы разъединителей, вывешиваются плакаты «Не открывать! Работают люди» должен быть вывешен у снятых предохранителей.

Плакаты должны быть вывешены на ключах и кнопках дистанционного и местного управления, а также на автоматах или у места снятых предохранителей цепей управления и силовых цепей питания приводов коммутационных аппаратов.

4.1.3 Проверка отсутствия напряжения

Проверять отсутствие напряжения необходимо указателем напряжения, исправность которого перед применением должна быть установлена с помощью предназначенных для этой цели специальных приборов или приближением к токоведущим частям, заведомо находящимися под напряжением.

В электроустановках напряжением выше 1000В пользоваться указателем напряжения необходимо в диэлектрических перчатках.

В электроустановках напряжением 35кВ и выше для проверки отсутствия напряжения можно пользоваться изолирующей штангой, прикасаясь ею несколько раз к токоведущим частям. Признаком отсутствия напряжения является отсутствие искрения и потрескивания. На ондно-цепных ВЛ напряжением 330кВ и выше достаточным признаком отсутствия напряжения является отсутствие коронирования.

В РУ проверять отсутствие напряжения разрешается одному работнику из числа оперативного персонала, имеющему группу 4 – в электроустановках напряжением выше 1000В и имеющему группу 3 – в электроустановках напряжением до 1000В.

В электроустановках напряжением до 1000В с заземленной нейтралью при применении двухполюсного указателя проверять отсутствие напряжения нужно как между фазами, так и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или защитным проводником. Допускается применять предварительно проверенный вольтметр. Запрещается пользоваться контрольными лампами.

4.1.4 Установка заземления

Устанавливать заземления на токоведущие части необходимо непосредственно после проверки отсутствия напряжения.

Переносное заземление сначала нужно присоединить к заземляющему устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, установить на токоведущие части, снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности.

Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в электроустановках напряжением выше 1000В.

4.1.5 Установка заземлений в распределительных устройствах

В электроустановках напряжением выше 1000В заземляться должны токоведущие части всех фаз (полюсов) отключенных для работ участка и всех сторон, откуда может быть подано напряжение, за исключением отключенных для работ сборных шин.

В электроустановках напряжением до 1000В операции по установке и снятию заземлений разрешается выполнять одному работнику, имеющему группу3, из числа оперативного персонала.

В электроустановках напряжением выше 1000В устанавливать переносные заземления должны два работника: один имеющий группу 4, другой имеющий группу 3.

4.1.6 Установка заземлений на ВЛ

ВЛ напряжением выше 1000В должны быть заземлены во всех РУ и у секционирующих коммутационных аппаратов, где отключена линия.

На ВЛ с расщепленными проводами допускается в каждой фазе заземлять только один провод; при наличии изолирующих распорок заземлять требуется все провода фазы.

Переносные заземления следует присоединять на металлических опорах – к их элементам, на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками-к этим спускам после проверки их целости.

На ВЛ, отключенных для ремонта, устанавливать, а затем снимать переносные заземления и включать имеющиеся на опорах заземляющие ножи должны работники из числа оперативного персонала: один имеющий группу 4, второй имеющий группу 3.

4.1.7 Ограждение рабочего места, вывешивание плакатов

В электроустановках должны быть вывешены плакаты «Заземлено» на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки.

На ограждениях камер, шкафах и панелях, граничащих с рабочим местом, должны быть вывешены плакаты «Стой! Напряжение».

Для временного ограждения токоведущих частей, оставшихся под напряжением, могут применяться щиты, ширмы, экраны и т.п.

На подготовленных рабочих местах в электроустановках должен быть вывешен плакат «Работать здесь».

Заключение

В результате дипломного проекта было спроектировано электроснабжение ремонтно – механического цеха. Для дипломного проектирования требовалось выполнить: общую часть проекта, расчетную часть проекта, экономическую часть проекта, мероприятия по технике безопасности и графическую часть.

В общей части проекта была выполнена характеристика потребителей цеха, то есть все электроприёмники характеризовались по напряжению, по режиму работы, по роду тока, по степени бесперебойности. Также в общей части была описана однолинейная электрическая схема.

В расчетной части был произведен расчет электрического освещения, он произведен с целью выявления необходимой мощности на освещение цеха, а также необходимое количество светильников. Был произведён расчет электрических нагрузок, который произведён с целью выявления полной максимальной мощности цеха необходимой для последующего выбора трансформаторов. Выбрано компенсирующее устройство, необходимое для снижения реактивной мощности и повышения коэффициента мощности. Выбрана трансформаторная подстанции. Так как ремонтно – механический цех относится к потребителю второй категории по надежности, то на подстанции должно быть установлено два трансформатора. Были выбраны питающие и распределительные сети напряжением до 1000 В. В качестве распределительного шинопровода был выбран ШРА-73 с допустимой нагрузкой 250 А, а также были выбраны распределительные пункты, щиты освещение. Также к ним была выбрана защита от токов короткого замыкания и перегрузок. Для выполнения защитных функций были выбраны автоматические выключатели с комбинированным расцепителем. Для защиты рабочего персонала был произведен расчет заземляющих устройств. В качестве проводникового материала необходимого для подключения электрооборудования, был произведён выбор проводов и кабелей. В ремонтно – механическом цехе электроснабжение выполнено по схеме блок “трансформатор-магистраль” . К достоинствам этой схемы можно отнести то, что перемещение технологического оборудования не вызывает переделок сети.

В экономической части был произведен расчет затрат на электроснабжение ремонтно – механического цеха.

В ходе дипломного проекта спроектирована однолинейная схема ремонтно – механического цеха, план подключения оборудования ремонтно - механического цеха с распределительными сетями. К этой схеме был указан перечень оборудования, находящегося в ремонтно – механическом цехе. План подключения электрического освещения и план КТП, разрез и контур

заземления. Электроснабжение ремонтно - механического цеха было спроектировано с учетом всех условий, необходимых для надежной и безопасной работы.

Список литературы.

1. Алиев И.И. «Справочник по электронной технике и электрооборудованию». Москва, издательство «Высшая школа», 2000 г.

2. Конюхова Е.А. «Электроснабжение объектов». Москва, издательство «Мастерство», 2001 г.

3. Липкин Б.Ю. «Электроснабжение промышленных предприятий и установок». Москва, издательство «Высшая школа», 1990 г.

4. Методическое пособие по выполнению экономической части дипломного проекта, Курочкина Н.В. – Воткинск, ВМТ, 2008 г.

5. Неклепаев Б.Н. «Электрические части электростанции и подстанции». Москва, издательство «Энергия», 1972 г.

6. Рожкова Л.Д. и Козулин В.С. «Электрооборудование станций и подстанций». Москва, издательство «Энергия», 1975 г.

7. Сибикин Ю.Д. «Электроснабжение промышленных и гражданских зданий». Москва, издательство «Академия», 2006 г.

8. Федоров А.А. и Сербиновский Г.В. «Справочник по электроснабжению». 1 и 2 том. Москва, издательство «Энергия», 1974 г.

9. Федоров А.А. «Основы электроснабжения промышленных предприятий». Москва, издательство «Энергия», 1972 г.