

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 102

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2016 г.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный номер ВКР: 102

Исполнитель:

студент группы ЭС-401 _____ А.А. Азанов

Руководитель:

преподаватель спец. дисциплин _____ Н. А. Хусточка.

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	7
2. СХЕМА И РАЗВОДКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	8
3. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК	9
4. КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ	12
5. ВЫБОР СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	14
6 ЗАЩИТА СЕТЕЙ	19
7 ВЫБОР СЕЧЕНИЯ ПРОВОДОВ, КАБЕЛЕЙ, ШИН	24
8 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ	29
9 РАСЧЕТ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ	32
10 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ	34
11 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	40
ПРИЛОЖЕНИЕ А	43
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	44
ПРИЛОЖЕНИЕ В	45

ВВЕДЕНИЕ

Системы электроснабжения промышленных предприятий создаются для обеспечения питания электроэнергией промышленных приёмников электрической энергии, к которым относятся электродвигатели различных машин и механизмов, электрические печи, электролизные установки, аппараты и машины для электрической сварки, осветительные установки и другие промышленные приёмники электроэнергии.

Электроэнергия должна отвечать требованиям качества – обеспечивать номинальное напряжение и номинальную частоту сети.

Стратегическими целями развития электроэнергетики являются надёжное энергоснабжение экономики и населения страны электроэнергией:

- сохранение целостности и развитие единой энергетической системы страны, её интеграция с другими энергообъединениями на Евразийском континенте;
- повышение эффективности функционирования и обеспечение устойчивого развития электроэнергетики на базе новых современных технологий;
- снижение вредного воздействия на окружающую среду.

Задача электроснабжения промышленных возникла одновременно с широким внедрением электропривода в качестве движущей силы различных машин и механизмов и строительством электрических станций.

На машиностроительном заводе, в цехе механической обработки деталей, потребители электроэнергии по бесперебойности имеют 2 и 3 категорию надёжности.

Ко второй категории относятся электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного числа городских и сельских жителей.

Для приёмников перерыв питания допускается на время необходимое для ручного ввода резерва оперативно-выездной бригадой.

К третьей категории относятся электроприемники, отключение которых не ведёт не к большому материальному ущербу ни к человеческим жертвам. Их отключение допускается на время ремонта, но не более 24 часов.

Все приемники по режиму работы разделяются на 3 основных типа: продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный.

Продолжительный режим является основным для большинства электрооборудования.

Это режим, при котором превышение температуры нагрева электроприемника над температурой окружающей среды достигает определенной величины $t_{уст}$.

Установившаяся температура считается такой, если она в течение часа не изменялась. В этом режиме работают все станки, печи, насосы, компрессоры и вентиляторы.

Кратковременный режим работы характеризуется небольшими включениями и длительными паузами. В этом режиме работают вспомогательные механизмы станков и другого оборудования.

Повторно-кратковременный режим – это кратковременные периоды работы, чередующиеся с паузами, при этом периоды включения не настолько велики, чтобы температура превысила установившееся значение, но и при паузах не успевает остыть, в конечном итоге достигая средней величины.

Актуальность данной работы заключается в том, что ввод в работу новых предприятий, расширение существующих, рост энерговооруженности, широкое внедрение различных видов электротехнологии во всех отраслях производств выдвигают проблему их рационального электроснабжения.

В настоящее время электроэнергетика России является важнейшим жизнеобеспечивающей отраслью страны. В ее состав входит более 700 электростанций общей мощностью 215,6 млн. кВт.

Система распределения столь большого количества электроэнергии на промышленных предприятиях должна обладать высокими техническими и экономическими показателями и базироваться на новейших достижениях современной техники. Поэтому электроснабжение промышленных предприятий должно основываться на использовании современного конкурентоспособного электротехнического оборудования.

Объектом исследования является цех механической обработки деталей Машиностроительного завода.

Предметом исследования является электроснабжение цеха механической обработки деталей Машиностроительного завода.

Основываясь на аргументации об актуальности выбранной темы, можно определить целевую ориентацию работы.

Цель работы: проектирование схемы электроснабжения цеха механической обработки деталей Машиностроительного завода.

В соответствии с данной целью в выпускной квалификационной работе решаются следующие задачи:

- изучить и проанализировать нормативно-техническую документацию по электроснабжению отрасли;
- рассчитать характеристики промышленного оборудования;
- спроектировать схему электроснабжения;
- разработать мероприятия по технике безопасности;
- обобщить результаты, сделать выводы.

В энергетической системе идёт широкомасштабная реконструкция, то есть замена морально и физически устаревшего электрооборудования на новое и современное. Надежность электроснабжения обеспечивается бесперебойной подачей с учётом категорий.

1.КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Цех механической обработки деталей предназначен для обработки коленчатых валов автомобильного двигателя.

В цехе предусмотрены производственные, вспомогательные, служебные и бытовые помещения различного назначения.

Основное оборудование размещено в станочном и ремонтно-механическом отделениях.

Цех механической обработки деталей получает электроснабжение от подстанции глубокого ввода завода, расположенной на расстоянии 8км от энергосистемы U на подстанции глубокого вводаб–10кВ.

Расстояние от подстанции глубокого ввода до цеха-0,5км.

Потребители по бесперебойности имеют 2 категорию надёжности.

Количество рабочих смен- три.

Грунт в районе здания цеха суглинок при +15°С.

Каркас здания сооружён из блоков-секций длиной 8м и 4м каждый.

Размеры цеха АхВхН=48х28х9м.

Вспомогательные помещения двухэтажные высотой 4м.

Мощность электропотребления ($P_{эл}$) указана для одного электроприёмника.

Перечень основного электрооборудования дан в приложении А.

Расположения основного электрооборудования показано на рисунке в приложении Б.

Режимы работы электроприёмников показано в таблице 1.

Таблица 1 - Режимы работы электроприёмников

Наименование ЭП	Режим работы
Станки	Повторно-кратковременный
Мостовой кран	Повторно-кратковременный
Закалочные печи	Продолжительный
Магнитные дефектоскопы	Повторно-кратковременный

2. СХЕМА И РАЗВОДКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Вид схемы электроснабжения зависит от расположения электроприёмников.

Так как электроприёмники расположены упорядоченно, то выбирается магистральная схема, которая выполняется шинопроводами.

Количество трансформаторов зависит от категории электроприёмников:

- I категория – $n \geq 2$;
- II категория – $n \leq 2$;
- III категория – $n = 1$.

Если подстанция двухтрансформаторная, то нагрузка на трансформаторы должна быть равномерной.

Так как электроприёмники расположены неупорядоченно, то выбирается радиальная схема, которая выполняется кабелями, идущими от распределительных пунктов.

Также существует смешанная схема – это когда часть электроприёмников запитывается от распределительных пунктов, а другая часть – от шинопровода.

Вывод: Следовательно, для цеха механической обработки деталей лучше выбрать магистральную схему, так как электроприёмники расположены упорядоченно.

3. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Расчет электрических нагрузок ведется по уровням проектирования.

Первый уровень – расчет нагрузок по каждому распределительному пункту или шинопроводу.

Второй уровень – расчет нагрузок на шинах низкого напряжения трансформаторной подстанции.

Третий уровень – расчет нагрузок на шинах низкого напряжения главной понижающей подстанции.

Четвёртый уровень – мощность, передаваемая по воздушным линиям.

Пятый уровень – определение мощности, генерируемой в данном районе.

Расчет электрических нагрузок в цехе ведется методом коэффициента расчетной мощности.

Расчет выполняется по форме Ф636-90.

Расчет электрических нагрузок электроприёмников $U < 1$ кВ производится для каждого узла питания, а также по цеху, корпусу в целом.

Все электроприёмники группируются по характерным категориям с одинаковым коэффициентом использования ($K_{и}$) и коэффициентом реактивной мощности ($\text{tg}\varphi$) независимо от мощности.

При наличии в справочниках интервальных значений $K_{и}$ следует принимать для расчета наибольшее значение.

Расчетная активная мощность группы электроприёмников определяется:

$$P_p = K_p \cdot P_c, \quad (1)$$

где K_p – коэффициент расчетной мощности;

P_c – групповая средняя активная мощность, кВт.

$$P_p = 2,1 \cdot 6,72 = 14,1 \text{ кВт.}$$

Групповая средняя активная мощность определяется по формуле:

$$P_c = \Sigma P_{ном} \cdot K_{и}, \quad (2)$$

где $\Sigma P_{ном}$ – суммарная номинальная мощность, кВт

$K_{и}$ – коэффициент использования.

$$P_c = 56 \cdot 0,12 = 6,72 \text{ кВт.}$$

Суммарная средняя реактивная мощность определяется:

$$Q_c = P_c \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (3)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент реактивной мощности.

$$Q_c = 6,72 \cdot 1,73 = 11,6 \text{ квар.}$$

Расчетная реактивная мощность при $n_э \leq 10$, определяется:

$$Q_p = 1,1 Q_c. \quad (4)$$

Расчетная реактивная мощность при $n_э > 10$, определяется:

$$Q_p = Q_c. \quad (5)$$

$$Q_p = 1,1 \cdot 11,6 = 12,8 \text{ квар}$$

Находим эффективное число электроприёмников:

$$n_э = (2 \cdot \Sigma P_{\text{ном}}) / P_{\text{ном}}^{\text{max}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{ном}}^{\text{max}}$ – номинальная мощность одного наибольшего из группы, кВт.

$$n_э = (2 \cdot 56) / 10 = 11,2.$$

Определяем полную расчетную мощность:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (7)$$

$$S_p = \sqrt{14,8^2 + 12,8^2} = 19,1 \text{ кВА.}$$

Находим расчетный ток согласно формуле:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}). \quad (8)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение сети, кВ.

$$I_p = 19,1 / (\sqrt{3} \cdot 0,4) = 28 \text{ А}$$

Таблица 2-Расчёт электрических нагрузок

Наименование узлов питания и групп Э.П.	количество Э.П. рабочих и резервных	Установленная мощность приведённая к ПВ=100%. кВт			Ки	cos?	tg?	Средняя нагрузка		$\rho_{\Sigma} = \frac{2?P_{НОМ\ i}}{P_{НОМ\ MAX}}$	K _P	Максимальная нагрузка			I _P , А
		Одного Э.П. наименьшего/наибольшего (P _{НОМ МИН} /P _{НОМ MAX})· кВт	Общая ΣP _{НОМ} рабочих / резервных, кВт	P _С =K _И X P _{НОМ} , кВт				Q _С =P _С Xtgφ, Квар	P _P , кВт			Q _P , квар	S _P , кВА		
ШМА 1															
Шра 1															
Станки	6	8	10	56	0,12	0,5	1,73	6,72	11,6	11,2	2,1	14,1	12,8	19,1	
Итого по Шра 1	6	1,5	10	56	0,12	0,50	1,73	6,72	11,6	11,2	2,1	14,1	12,8	19,1	28
Шра 2															
Станки	6	8	12	28	0,12	0,5	1,73	3,36	5,82	4,67	2,84	9,54	6,40	11,49	
Итого по Шра 2	6	8	12	28	0,12	0,5	1,73	3,36	5,82	4,67	2,84	9,54	6,40	11,49	17
Шра 3															
Станки	6	2,4	7,5	34,8	0,12	0,5	1,73	4,18	7,23	9,28	2,26	9,44	7,96	12,34	
Итого по Шра 3	6	2,4	7,5	34,8	0,12	0,5	1,73	4,18	7,23	9,28	2,26	9,44	7,96	12,34	18
Шра 4															
Станки	5	4	6,5	25	0,12	0,5	1,73	3	5,20	7,69	2,37	7,11	5,72	9,12	
Мостовой кран	1	30	30	30	0,1	0,5	1,73	3	5,20	2	8	24	5,72	24,67	
Итого по Шра 4	6	4	30	55	0,11	0,50	1,73	6	10,39	3,67	3,42	20,52	11,43	23,49	34
Итого по ШМА 1	24	1,5	30	173,8	0,12	0,50	1,73	20,26	35,08	11,59	2,04	41,32	38,59	56,54	82
ШМА 2															
Шра 5															
Станки	3	7	7	21	0,12	0,5	1,73	2,52	4,36	6	2,64	6,65	4,80	8,20	
Итого по Шра 5	3	7	7	21	0,12	0,5	1,73	2,52	4,36	6	2,64	6,65	4,80	8,20	12
Шра 6															
Станки	5	1,2	2,7	6,6	0,12	0,5	1,73	0,792	1,37	4,89	2,84	2,25	1,50896	2,71	
Итого по Шра 6	5	1,2	2,7	6,6	0,12	0,5	1,73	0,792	1,37	4,89	2,84	2,25	1,50896	2,71	4
Шра 7															
Станки	5	1,2	22	67,2	0,12	0,5	1,73	8,06	13,97	6,11	2,64	21,29	15,36	26,25	
Итого по Шра 7	5	1,2	22	67,2	0,12	0,5	1,73	8,06	13,97	6,11	2,64	21,29	15,36	26,25	38
Шра 8															
Станки	3	1,5	2,2	5,2	0,12	0,5	1,73	0,62	1,08	4,73	2,84	1,77	1,19	2,13	
Итого по Шра 8	3	1,5	2,2	5,2	0,12	0,5	1,73	0,62	1,08	4,73	2,84	1,77	1,19	2,13	3
Шра 9															
Станки	3	6,5	22	28,5	0,12	0,5	1,73	3,42	5,92	2,59	4,52	15,46	6,51	16,77	24
Закалочная печь	3	15	15	45	0,8	0,95	0,33	36	11,8	6	1	36,0	13,0	38,28	
Итого по Шра 9	6	6,5	22	73,5	0,5	0,912	0,5	39,42	17,75	6,68	1,1	43,4	19,5	47,55	69
Итого по ШМА 2	22	1,2	22	173,5	0,3	0,8	0,7	51,42	38,53	15,77	1,02	52,4	42,4	67,43	97
Итого по цеху	46	1,2	30	347,3	0,21	0,70	1,03	71,68	73,62	23,1533	1,21	86,73	80,98	167,71	242

4. КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Компенсация реактивной мощности – приближение источника реактивной мощности к потребителю:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (9)$$

$$S = \sqrt{86,73^2 + 80,98^2} = 167,71 \text{ кВА.}$$

Необходимость компенсации определяется величиной коэффициента реактивной мощности:

$$\text{tg}\varphi = Q/P \leq 0,46, \quad (10)$$

$$\text{tg}\varphi = 0,33.$$

Мощность компенсационных устройств определяется:

$$Q_{\text{кв}} = P_{\text{ср}} \cdot (\text{tg}\varphi - \text{tg}\varphi_{\text{э}}), \quad (11)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средняя годовая мощность, кВт;

$\text{tg}\varphi$ – фактический коэффициент реактивной мощности;

$\text{tg}\varphi_{\text{э}}$ – коэффициент реактивной мощности.

$$Q_{\text{кв}} = 86,73 \cdot (1,03 - 0,33) = 60,5 \text{ квар.}$$

По полученному значению $Q_{\text{кв}}$ выбираем батареи статических конденсаторов:

$$Q_{\text{квном}} \geq Q_{\text{кв}}, \quad (12)$$

$$86,73 > 60,5 \text{ квар.}$$

Выбранные компенсационные устройства проверяем по коэффициенту реактивной мощности:

$$\text{tg}\varphi_{\text{п.к}} = (Q_{\text{с}} - Q_{\text{квном}})/P_{\text{с}} \leq \text{tg}\varphi_{\text{э}}, \quad (13)$$

$$\text{tg}\varphi_{\text{п.к}} = (73,62 - 50)/71,68 \leq 0,33.$$

Определяем максимальная полная мощность на шинах низкого напряжения:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + (Q_p - Q_{\text{квном}})^2}, \quad (14)$$

где Q_p – реактивная мощность до компенсации, квар;

$Q_{\text{ку ном}}$ – реактивная номинальная мощность установленного компенсирующего устройства, квар;

P_p – активная мощность на шинах низкого напряжения, кВт.

$$S_p = \sqrt{86,73^2 + (80,98 - 50)^2} = 92 \text{ кВА.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.

Таблица 3 – Расчет компенсации реактивной мощности

Тип компенсирующего устройства	$Q_{\text{ку}}$, квар	$Q_{\text{ку ном}}$, квар	$\text{tg } \phi_{\text{пк}}$	S_p , кВА
УКМ 58-0,4-50-25 УЗ	60,5	50	0,33	92

5. ВЫБОР СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Трансформатор – электрический аппарат, имеющий две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенный для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока.

Число трансформаторов на подстанции зависит от категории надежности электроприёмников:

Первая категория – $n \geq 2$.

Вторая и третья категории – $n \leq 2$ (при условии наличия резервного питания).

Третья категория – $n = 1$ – при условии наличия складского резерва.

Проверка трансформаторов производится по перегрузочной способности.

Перегрузки бывают трех видов:

- рабочие допустимые перегрузки;
- аварийные (учитываемые при проектировании);
- кратковременные перегрузки, не учитываемые при проектировании.

Рабочие допустимые делятся на:

- Перегрузки в часы максимума за счет недогрузки в остальное время

$$S_{тр} = S_p / K_{д.п}$$

где S_p – расчетная мощность после компенсации, кВА;

$K_{д.п.}$ – коэффициент допустимых перегрузок;

$$K_{д.п.} = f(K_{згс}; t_{max}) \quad [1, с.222, рис.5.48]; \quad (15)$$

$$K_{д.п.} \leq 1,3.$$

$$1,14 \leq 1,3$$

Если $K_{д.п.}$ получится меньше, чем 1,3, то трансформатор можно перегрузить за счёт отклонения температуры окружающей среды от нормы

($t^{\circ}_{норм} = +35^{\circ}C$) на 1% на каждый $1^{\circ}C$, но $\leq 15\%$.

Если все равно загрузить трансформатор меньше, чем 130%, то трансформатор можно перегрузить зимой за счет недогрузки летом:

1% переагрузки на 1% недогрузки, но $\leq 15\%$.

Дополнительные рабочие перегрузки могут быть не более 130%.

Аварийные перегрузки, учитываемые при проектировании, допускаются 140% в течении 6 часов не более 5 суток подряд.

$n > 2$

$$1,4S_{\text{ном}}(n-1) \geq S_1 + S_2 \quad (16)$$

$n < 2$

$$1,3 S_{\text{ном}} \geq S_2, \quad (17)$$

где $S_{\text{ном}}$ – полная мощность, кВА

S_1 и S_2 – мощность потребителей первой и второй категории.

$$1,3 \cdot 100 = 130 \text{ кВА}$$

$$130 \text{ кВА} \geq 62 \text{ кВА}$$

Порядок выбора силовых трансформаторов.

1 Наметить число трансформаторов с учетом категории надежности

2 Определить мощность трансформатора

$$S_{\text{тр}} = S_p / K_{\text{д.п}}, \text{кВА} \quad (18)$$

$$S_{\text{тр}} = 92 / 1,14 = 80,78 \text{ кВА}$$

3 Подобрать по справочнику различные варианты трансформаторов.

Варианты могут отличаться количеством.

4 Проверить выбранные трансформаторы на аварийные перегрузки.

Если условия не выполнены, то выбираются другие варианты трансформаторов

5 Выписать технические данные трансформаторов.

6 Определить потери электрической энергии

$$\Delta W = n [(\Delta P_{\text{xx}} + K_{\text{и.п.}} (S_{\text{ном}} \cdot I_{\text{xx}} / 100)) \cdot T_{\text{в}} + K_{\text{з}}^2 \cdot (\Delta P_{\text{кз}} + K_{\text{и.п.}} (S_{\text{ном}} \cdot U_{\text{кз}} / 100)) \cdot \tau], \quad (19)$$

где n – число трансформаторов

ΔP_{xx} – потери хх и кз, кВт;

$K_{и.п.}$ – коэффициент изменения потерь, кВт/ квар;

$K_{и.п.} = 0,02 - 0,12$ кВт/квар

$S_{ном}$ – номинальная мощность, кВА

I_{xx} – ток хх, %

$U_{кз}$ – напряжение кз, %

T_v – время включения, ч

K_3 – коэффициент загрузки трансформатора

$$K_3 = S_p / n \cdot S_{ном}, \quad (20)$$

$$K_3 = 92 / (2 \cdot 100) = 0,92$$

τ – время потерь, ч

$$\Delta W = 1 \cdot (0,33 + 0,1 \cdot 100 \cdot 2,6 / 100) \cdot 4000 + 0,92^2 \cdot (1,97 + 0,1 \cdot (100 \cdot 4,5 / 100)) \cdot 1575 = 5592,36 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

7 Определяем стоимость потерь

$$C_n = C_o \cdot \Delta W \cdot 10^{-3}, \text{ т.руб} \quad (21)$$

где C_o – себестоимость электрической энергии, руб/кВт. ч;

$$C_o = 2 \text{ руб/кВт.ч}$$

$$C_n = 2 \cdot 5592,36 \cdot 10^{-3} = 11,18 \text{ т.руб}$$

8 Определяем стоимость амортизационных отчислений

$$C_a = P_a / 100 \cdot K \cdot n, \text{ т.руб} \quad (22)$$

$$P_a = 6,3\%$$

$$C_a = 6,3 / 100 \cdot 40,5 \cdot 2 = 2,55 \text{ т.руб}$$

9 Определяем ежегодные затраты

$$Z = C_n + C_a + K_n \cdot K \cdot n, \text{ т.руб} \quad (23)$$

где K_n – нормативный коэффициент

$$K_n = 0,125$$

$$Z = 11,18 + 2,55 + 0,125 \cdot 40,5 \cdot 1 = 18,80 \text{ т.руб}$$

10 Выбираем вариант с наименьшими затратами

Выбираю трансформатор марки ТМ-100/10.

Таблица 4-Выбор силового трансформатора

n	Марка	S _{тр}	S _{ном}	ΔP _{хх} кВт	ΔP _{кз} кВт	I _{хх} %	U _{кз} %	K1 т.руб	кз	Δw _{пост}	Δw _{пер}	Δw	C _п	C _а	Затр
1	Тм 100/10	80,78	100	0,33	1,97	2,6	4,5	40,5	0,92	0,59	2,42	5592,359	11,18	2,55	18,80
2	Тм 63/10	80,78	63	0,24	1,28	2,8	4,5	31	0,73	0,42	1,56	4646,61	9,29	3,91	20,95

6 ЗАЩИТА СЕТЕЙ

6.1 Предохранители

Основными защитными аппаратами являются предохранители и автоматические воздушные выключатели.

Предохранители служат для защиты от токов КЗ и длительных перегрузок.

Расчет и выбор предохранителей

Защита одиночного двигателя:

$$I_{\text{п}} = K_{\text{п}} \cdot I_{\text{ном}}, \text{А}; \quad (24)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент пуска

$$I_{\text{п}} = 5 \cdot 28,9 = 144,5$$

Для АСД с короткозамкнутым ротором $K_{\text{п}} = (7 \dots 5)$

Для АСД с фазным ротором $K_{\text{п}} = (2,5 \dots 3)$

$$I_{\text{номдв}} = P_{\text{ном}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi),$$

$$I_{\text{номдв}} = 10 / (\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,5) = 28,9$$

По полученным данным выбираем предохранитель

$$I_{\text{пл.вст}} \geq I_{\text{п}} / \alpha, \quad (25)$$

$$72,3 \geq 144,5 / 2 = 72,3$$

где $I_{\text{п}}$ – ток пусковой, А;

α – коэффициент тяжести пуска.

$\alpha = 1,6$ – если частые или тяжелые пуски

$\alpha = 2$ – если пуски не совсем частые и не совсем легкие

$\alpha = 2,5$ – если пуски нечастые или легкие

Нагревательные сварочные установки и освещение

$$I_{\text{пл.вст.}} \geq 1,2 I_{\text{ном.эл.}} \quad (26)$$

$$72,3 \geq 1,2 \cdot 28,9 = 34,68$$

Защита группы электроприемников

$$I_{\text{пл.вст.}} \geq I_{\text{пик}}, \quad (27)$$

$$72,3 \geq 3$$

где $I_{\text{пик}} = I_{\text{пмах}} / \alpha + \Sigma I_{\text{ном.ост.}}$, (28)

$$I_{\text{пик}} = 144,5 / 2 + 46,2 = 118,5$$

$I_{\text{пмах}}$ – пусковой ток одного наибольшего по мощности двигателя, А;

$I_{\text{ном.ост.}}$ – номинальные токи остальных, кроме наибольшего по мощности двигателя, А.

Выбранные предохранители проверяются по селективности и надёжности.

Проверка на надежность в нормальном режиме

$$I_{\text{пл.вст.}} < I_{\text{осн.каб}}, \quad (29)$$

Проверка на надежность в режиме КЗ

$$I_{\text{кз}} / I_{\text{пл.вст.}} \geq 3 \quad (30)$$

6.2 Автоматические выключатели

Автоматические выключатели (автоматы) служат для защиты сетей и оборудования от токов КЗ и перегрузки.

Главным элементом автомата является расцепитель.

Расцепители бывают двух видов:

Тепловой – представляет биметаллическую пластинку, защищает от перегрузок

Электромагнитный (катушка с сердечником защищает от токов КЗ).

Автоматы выбираются по тепловому расцепителю.

$$I_{т.р.эп} \geq 1,25 \cdot I_{номэп} \quad (31)$$

$$57,8 \geq 1,25 \cdot 28,9 = 36,12$$

$$I_{т.р.гр} \geq 1,25 \cdot I_{махномэп} + \Sigma I_{номост} \quad (32)$$

$$169,1 \geq 1,25 \cdot 28,9 + 46,2 = 82,15$$

где $I_{т.р.эп}$ – ток теплового расцепителя электроприёмника, А;

$I_{номэп}$ – номинальный ток электроприёмника, А;

$I_{махномэп}$ – максимальный ток у электроприёмника из группы, А;

$\Sigma I_{номост}$ – сумма номинальных токов остальных электроприёмников, А.

Выбранные автоматы также проверяются на селективность и надежность.

Таблица 5-Выбор защитных аппаратов и выбор сечения кабелей, шин

Наименование эп	№	Р ном кВт	cos ф	l ном А	Кп	альфа	l п; А	l пл.ст А	l пл.ст/т.р	Марка Защитного аппарата	Марка кабеля	l доп. А	L,м.факт. метр	L,м.справ. метр	ΔU;%
ШМА 1															
ШРА 1															
Токарный спец.станок	1	10	0,5	28,9	5	2	144,5	72,3	57,8	FU:ППН 33-160-80	АВВГ-1 (4х35)	95	27,2	35	0,78
Токарный спец.станок	13	10	0,5	28,9	5	2	144,5	72,3	57,8	FU:ППН 33-160-80	АВВГ-1 (4х35)	95	25,7	35	0,73
Токарный спец.станок	15	10	0,5	28,9	5	2	144,5	72,3	57,8	FU:ППН 33-160-80	АВВГ-1 (4х35)	95	24,2	35	0,69
Токарный спец.станок	16	10	0,5	28,9	5	2	144,5	72,3	57,8	FU:ППН 33-160-80	АВВГ-1 (4х35)	95	22,7	23	0,99
Сверлильный	5	8	0,5	23,1	5	2	115,6	57,8	46,2	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	21,2	23	0,92
Сверлильный	6	8	0,5	23,1	5	2	115,6	57,8	46,2	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	19,7	23	0,86
Итого по ШРА 1		56		161,8					169,1	QF:A 3726 250A	ШРА-73 250 (35х5)	200	6,5		
ШРА 2															
Токарный спец.станок	34	10	0,5	28,9	5	2	144,5	72,3	57,8	FU:ППН 33-160-80	АВВГ-1 (4х35)	95	28,7	35	0,82
Токарный спец.станок	35	10	0,5	28,9	5	2	144,5	72,3	57,8	FU:ППН 33-160-80	АВВГ-1 (4х35)	95	27,2	23	1,18
Токарный спец.станок	36	10	0,5	28,9	5	2	144,5	72,3	57,8	FU:ППН 33-160-80	АВВГ-1 (4х35)	95	25,7	17	1,51
Сверлильный	17	8	0,5	23,1	5	2	115,6	57,8	46,2	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	24,2	17	1,42
Сверлильный	18	8	0,5	23,1	5	2	115,6	57,8	46,2	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	22,7	17	1,34
Агрегатный станок	32	12	0,5	34,7	5	2	173,4	86,7	69,4	FU :ПН2-250-100А	АВВГ-1 (4х50)	110	21,2	13	1,63
Итого по ШРА 2		58		167,6					174,9	QF:A 3726 250A	ШРА-73 250 (35х5)	200	6,5		
ШРА 3															
Вертикально-фрейзерный	3	7,5	0,5	21,7	5	2	108,4	54,2	43,4	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	29,7	35	0,85
Наждачный	4	2,4	0,5	6,9	5	2	34,7	17,3	13,9	FU :НПН-2 60-20	АВВГ-1 (4х10)	45	28,2	35	0,81
Вертикально-фрейзерный	24	7,5	0,5	21,7	5	2	108,4	54,2	43,4	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	26,7	35	0,76
Вертикально-фрейзерный	25	7,5	0,5	21,7	5	2	108,4	54,2	43,4	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	25,2	35	0,72
Вертикально-фрейзерный	26	7,5	0,5	21,7	5	2	108,4	54,2	43,4	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4х25)	75	23,7	35	0,68
Наждачный	9	2,4	0,5	6,9	5	2	34,7	17,3	13,9	FU :НПН-2 60 20	АВВГ-1 (4х10)	45	22,2	23	0,97
Итого по по ШРА 3		34,8		100,6					106,0	QF:A3726 250A	ШРА-73 250 (35х5)	165	6,5		
ШРА 4															
Кроглошлифовальный	14	6,5	0,5	18,8	5	2	93,9	47,0	37,6	FU :ППН-33 100-63	АВВГ-1 (4х25)	75	30,7	35	0,88
Кроглошлифовальный	19	6,5	0,5	18,8	5	2	93,9	47,0	37,6	FU :ППН-33 100-63	АВВГ-1 (4х25)	75	29,2	35	0,83
Вертикально-сверлильный	27	4	0,5	11,6	5	2	57,8	28,9	23,1	FU :ПРС-63 40	АВВГ-1 (4х10)	45	27,7	35	0,79
Вертикально-сверлильный	28	4	0,5	11,6	5	2	57,8	28,9	23,1	FU :ПРС-63 40	АВВГ-1 (4х10)	45	26,22	35	0,75
Вертикально-сверлильный	29	4	0,5	11,6	5	2	57,8	28,9	23,1	FU :ПРС-63 40	АВВГ-1 (4х10)	45	24,7	35	0,71
Мостовой кран	30	30	0,5	86,7	3	1,6	216,8	135,5	138,7	FU :ПН2 250-160	АВВГ-1-2(4х95)	165	17,8	23	0,77
Итого по ШРА 4		55		159,0					163,7	QF:A3726 250A	ШРА-73 250 (35х5)	200	9,5		
Итого по ШМА 1		203,8		589,0					610,7	QF: АВМ 10-750	ШРА-73 630 (80х5)		14,8		

Продолжение таблицы 5- выбор защитных аппаратов и выбор сечения кабелей, шин

Наименование эп	№	Р ном кВт	cos ф	l ном А	Кп	альфа	l п; А	l пл.ст А	l пл.ст/т.р	Марка Защитного аппарата	Марка кабеля	l доп. А	L,м.факт. метр	L,м.справ. метр	ΔU;%
ШМА 2															
ШРА 5															
Шпоночно-фрейзерный станок	40	7	0,5	20,2	5	2	101,2	50,6	40,5	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4x25)	75	18	23	0,78
Шпоночно-фрейзерный станок	41	7	0,5	20,2	5	2	101,2	50,6	40,5	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4x25)	75	16,5	17	0,97
Шпоночно-фрейзерный станок	42	7	0,5	20,2	5	2	101,2	50,6	40,5	FU :ППН 33 160-63	АВВГ-1 (4x25)	75	15	17	0,88
Итого по ШРА 5		21		60,7					65,8	QF:A3716 160А	ШРА-75 100 (35x5)		75		
ШРА 6															
Алмазно-фрезерный станок	43	2,2	0,5	6,4	5	2	31,8	15,9	12,7	FU :НПН-2 60 20	АВВГ-1 (4x10)	45	18,8	23	0,82
Алмазно-фрезерный станок	44	2,2	0,5	6,4	5	2	31,8	15,9	12,7	FU :НПН-2 60 20	АВВГ-1 (4x10)	45	17,3	23	0,75
Балансировочный станок	22	2,7	0,5	7,8	5	2	39,0	19,5	15,6	FU :НПН-2 60 20	АВВГ-1 (4x10)	45	15,8	17	0,93
Балансировочный станок	23	2,7	0,5	7,8	5	2	39,0	19,5	15,6	FU :НПН-2 60 20	АВВГ-1 (4x10)	45	14,3	17	0,84
Магнитный дефектоскоп	46	1,2	0,75	2,3	5	2	11,6	5,8	4,6	FU:ПР 2 15-6	АВВГ-1 (4x10)	45	12,8	13	0,98
Итого по ШРА 6		11		30,6					32,6	QF:A3716 80-125	ШРМ-75 100 (35x5)	45	6,5		
ШРА 7															
Агрегатный станок	33	12	0,5	34,7	5	2	173,4	86,7	69,4	FU :ПН2 250-160	АВВГ-1 (4x50)	110	19,6	23	0,85
Токарный полавтомат	37	22	0,5	63,6	5	2	317,9	159,0	127,2	FU :ПП 21 400-160	АВВГ-1 (4x95)	165	18,1	23	0,79
Токарный полавтомат	38	22	0,5	63,6	5	2	317,9	159,0	127,2	FU :ПП 21 400-160	АВВГ-1 (4x95)	165	16,6	17	0,98
Токарный полавтомат	39	22	0,5	63,6	5	2	317,9	159,0	127,2	FU :ПП 21 400-160	АВВГ-1 (4x95)	165	15,1	17	0,89
Магнитный дефектоскоп	45	1,2	0,75	2,3	5	2	11,6	5,8	4,6	FU:ПР 2 15-6	АВВГ-1 (4x10)	45	13,6	17	0,80
Итого по ШРА 7		79,2		227,7					243,6	QF:A3726 250А	ШРА-73 250 (35x5)	250	6,5		
ШРА 8															
Алмазно-фрезерный станок	2	2,2	0,5	6,4	5	2	31,8	15,9	12,7	FU :НПН-2 60 20	АВВГ-1 (4x10)	45	22,2	23	0,97
Заточный станок	7	1,5	0,5	4,3	5	2	21,7	10,8	8,7	FU:ПП 21 25-16	АВВГ-1 (4x10)	45	20,7	23	0,90
Заточный станок	8	1,5	0,5	4,3	5	2	21,7	10,8	8,7	FU:ПП 21 25-16	АВВГ-1 (4x10)	45	19,2	23	0,83
Итого по ШРА 8		5,2		15,0					16,6	QF:A3716 16-63	ШРМ-75 100 (35x5)	45	6,5		
ШРА 9															
Кроглошлифовальный	20	6,5	0,5	18,8	5	2	93,9	47,0	37,6	FU :ППН-33 100-63	АВВГ-1 (4x25)	75	29,2	35	0,83
Токарный полуавтомат	21	22	0,5	63,6	5	2	317,9	159,0	127,2	FU :ПП 31 400-160	АВВГ-1 (4x95)	165	27,7	35	0,79
Агрегатный станок	31	12	0,5	34,7	5	2	173,4	86,7	69,4	FU :ПП 31 250-100	АВВГ-1 (4x50)	110	26,2	35	0,75
Закалочная печь	10	15	0,95	22,8	1	1	22,8	27,4	22,8	FU :ПР 2 25-40	АВВГ-1 (4x10)	45	24,7	35	0,71
Закалочная печь	11	15	0,95	22,8	1	1	22,8	27,4	22,8	FU :ПР 2 25-40	АВВГ-1 (4x10)	45	23,2	35	0,66
Закалочная печь	12	15	0,95	22,8	1	1	22,8	27,4	22,8	FU :ПР 2 25-40	АВВГ-1 (4x10)	45	21,7	23	0,94
Итого по ШРА 9		85,5		185,5					201,40	QF:A3726 250А	ШРА-73 250 (35x5)	250	15		
Итого по ШМА 2		201,9		519,6					535,50	QF: АВМ 10-750	ШРА-73 630 (80x5)		19		
Итого по цеху		405,7		1108,6					1130,30	QF:АВМ 15-1500	ШМА-73 1600 (90x8)	1600	103,8		

7 ВЫБОР СЕЧЕНИЯ ПРОВОДОВ, КАБЕЛЕЙ, ШИН

Выбор сечения кабеля

Кабель—устройство, состоящее из одной или нескольких взаимоиизолированных жил, заключенных в общую оболочку.

Кабели делятся на силовые и контрольные.

Силовые – для подключения электрических приемников.

Контрольные – для подключения пультов управления, сигнализаций защиты.

При выборе сечения кабелей учитываются условия окружающей среды.

В соответствии с ПУЭ нормальными условиями считаются:

1. t° земли, воды = + 15°C

2. t° воздуха = + 25°C

3. $n = 1$

Если условия окружающей среды не отличаются от нормальной, то сечение выбирается по формуле:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{к}}, \quad (33)$$

где $I_{\text{доп}}$ – ток дополнительного кабеля – А;

Если условия окружающей среды отличаются от нормальной

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р}}' / (K_1 \cdot K_2), \quad (34)$$

$$\text{где } I_{\text{р}}' = I_{\text{р}} / n \quad (35)$$

n – число установок

K_1 – коэффициент, учитывающий количество кабелей при $n > 1$;

K_2 – коэффициент, учитывающий отклонение температуры окружающей среды от нормальной

K_2 выбираем при допустимой температуре нагрева жил 80°C .

Маркировка

Каждый элемент конструкции кабеля имеет определенное буквенное обозначение:

Токоведущая жила (медь - не маркируется; алюминий – А).

Жильная изоляция (бумажная – не маркируется; резина – Р ; ПВХ – В; полиэтилен – П)

Поясная изоляция – придает кабелю круглую форму, не маркируется

Оболочка – служит для герметичности

Виды оболочек:

Алюминиевая – А

Свинцовая – С

ПВХ – В

Нейрит – Н

Подушка – служит для защиты брони от электрокоррозий. Не маркируется

Броня – служит для защиты от механических повреждений

Б – броня

БГ – бронированный без оплетки

Оплетка – служит для защиты брони от коррозий.

Оплетка всегда есть у кабелей, проложенных в земле.

Оплетка снимается у кабелей, проложенных в помещениях.

При маркировке кабеля материал жильной изоляции и оболочки меняются местами.

Если кабель силовой, то он не маркируется, а если контрольный, то после материала жил ставится буква.

Буква Г обозначает, что кабель гибкий.

Выбор сечения шин

Шины являются открытыми токоведущими частями, поэтому хорошо охлаждаются.

Выбор сечения шин производится без учета условий окружающей среды:

$$I_{\text{доп}} \geq I_p, \quad (36)$$

$$1600 \geq 258$$

где $I_{\text{доп}}$ – допустимый ток, А;

I_p – расчетный ток, А

$$I_p = \frac{P_p / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi)}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \quad (37)$$

где P_p – расчетная активная мощность, кВт

S_p – расчетная полная мощность, кВА

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение сети, кВ

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности

$$I_p = 86,73 / (\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,70) = 178,83 / (\sqrt{3} \cdot 0,4) = 258$$

Расчеты по формулам сведены в таблицу

8 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Короткое замыкание – соединение фаз друг с другом или фазы с землей в сети с глухо заземленной нейтралью.

При расчете $I_{кз}$ в сетях напряжением ниже 1000 В необходимо учитывать индуктивные и активные сопротивления короткого замыкания цепи.

На суммарное значение сопротивления короткого замыкания цепи значительно влияют:

сопротивления электрических аппаратов, катушек трансформаторов тока, токовых обмоток автоматов и реле, переходные сопротивления контактов.

Порядок расчета:

Составить расчетную схему для самого удаленного электроприемника (ЭП)

Определить сопротивление отдельных элементов

$$r_T; X_T; Z_T$$

$$r_T = 31,5 \text{ мОм}; X_T = 64,7 \text{ мОм}; Z_T = 72 \text{ мОм};$$

$$r_a = r_{обм} + r_k$$

(38)

$$X_a =$$

$$X_{обм}$$

(39)

$$r_a = 31,5 + 7,13 = 38,63 \text{ мОм};$$

$$X_a = 64,7 \text{ мОм};$$

$$r_{ш} = r_{ош} \cdot I_{X_{ш}} = X_{ош} \cdot I \quad (40)$$

$$r_k = r_{OK} \cdot l x_k = x_{OK} \cdot l \quad (41)$$

$$r_k = 0,95 \cdot 7,5 = 7,13 \text{ мОм};$$

$$x_k = 0,26 \cdot 7,5 \cdot 1,95 = \text{ мОм}$$

Определяем полное сопротивление

$$z = \sqrt{r_{\Sigma}^2 + x_{\Sigma}^2}, \quad (42)$$

$$z = \sqrt{122,19^2 + 275,8^2} = 301,65 \text{ мОм}$$

где r_{Σ} – суммарное активное сопротивление всех элементов, [3]

$$r_{\Sigma} = r + r_{a1} + r_{a2} + r_{a3} + r_k; \quad (43)$$

$$r_{\Sigma} = 31,5 + 38,63 + 38,63 + 7,13 + 3,16 + 3,14 = 122,19 \text{ мОм}$$

$$x_{\Sigma} = x + x_{a1} + x_{a2} + x_{a3} + x_k; \quad (44)$$

$$x_{\Sigma} = 64,7 + 102 + 102 + 1,95 + 2,79 + 2,36 = 275,8 \text{ мОм}$$

Определяем ток однофазного КЗ

$$I_{K3} = U_{\phi} / (Z_{\Sigma} + Z'_{T} / 3) \geq 3 I_{пл.вст}. \quad (45)$$

$$I_{K3} = 0,22 \cdot 1000 / (301,65 + 779 / 3) = 0,39 \text{ кА}$$

$$I'_{K3} / I_{пл.вст}. \geq 3 \quad (46)$$

$$I'_{K3} / I_{пл.вст}. = 0,39 \cdot 1000 / 63 = 6,22$$

$$6,22 \geq 3$$

Таблица 6-Расчёт токов короткого замыкания

	Транс-р	QF12	QF11	Кабель	ШМА-2	ШРА-9	Место КЗ
Сном;кВа	100						
Xo;мОм	65	1,3	0	0,26	0,075	0,1	
Ro;мОм	31,5	2,35	0	0,95	0,085	0,2	
R;мОм	31,5	38,63	38,63	7,13	3,16	3,14	
X;мОм	64,7	102	102	1,95	2,79	2,36	
Z;мОм	72			7,39	4,22	3,93	
Z ¹ ;мОм	779	-	-	-	-		
Iном		250	1500	75	520	185	
ЭДУ;к.А					70		
L м. факт				7,5	37,2	26,8	
Z _Σ ; мОм							301,65
I ¹ кз;кА							0,39

9 РАСЧЕТ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Защитное заземление – преднамеренное соединение с землей металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Конструкция защитного заземления.

Защитное заземление состоит из заземлителя и заземляющего проводника.

Заземлитель – электрод, погруженный в землю на 3 – 5 метров.

Заземляющий проводник – проводник, соединяющий заземлитель и заземляемое оборудование.

Заземлители и заземляющие проводники бывают естественные и искусственные.

Естественные – то, что проложено в земле (металлические трубы, арматура фундамента здания, металлическая оболочка кабелей.)

Искусственные – то, что нужно проложить (уголок, пруток, шина).

Порядок расчета защитного заземления.

Определяем расчетное сопротивление грунта

$$\rho_p = K \cdot \rho_{\text{изм}} \quad (47)$$

$$\rho_p = 2 \cdot 100 = 200 \text{ Ом}$$

где K – коэффициент климатической зоны (1,8.....2,0)

$\rho_{\text{изм}}$ – измеренное сопротивление грунта, Ом· м [1,с.257]

Определяем сопротивление одиночного заземлителя

$$50 \times 50 \times 5 \quad L = 2,5 \text{ м} R_o = 0,34 \cdot \rho_p \quad (48)$$

$$R_o = 0,34 \cdot 200 = 68 \text{ Ом}$$

Определяем количество заземлителей, когда нет естественных заземлителей

$$R_e = 0 \text{ Ом}; n = R_o / (\eta \cdot R_3) \quad (49)$$

$$n = 68 / (0,52 \cdot 4) = 33 \text{ шт}$$

где η – коэффициент экранирования

Полученное значение n округляется до ближайшего большего четного (n').

R_3 – допустимое заземление сопротивления.

$$R_3' = R_o / (\eta \cdot n') \leq R_3 \quad (50)$$

$$R_3' = 68 / (0,52 \cdot 34) = 3,85 \text{ Ом}$$

$$R_e \neq 0; R_e > R_3 \quad (51)$$

$$4 > 3,85$$

По количеству заземлителей определяется способ их размещения: контурное, выносное и сетчатое.

Естественных заземлителей нет, только искусственные.

10 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

Энергосбережение на предприятии: технологии и новые возможности.

Мероприятия по энергосбережению могут быть разными. Один из самых действенных способов увеличения эффективности использования энергии – применение современных технологий энергосбережения.

Доля затрат на электроэнергию в России составляет 30-40% себестоимости продукции, поэтому энергосбережение предприятий – одно из приоритетных направлений их политики.

Технологии энергосбережения не только дают значительное уменьшение расходов на энергетические затраты, но и имеют очевидные экологические плюсы.

К сожалению, энергосбережение на предприятии в России, как правило, оставляет желать лучшего.

На большинстве фабрик и заводов установлены высокомоощные электродвигатели, расходующие до 60% больше энергии, чем это необходимо.

Для оптимизации процесса применяются электроприводы со встроенными функциями снижения энергопотребления.

Благодаря гибкому изменению частоты их вращения в зависимости от нагрузки, при помощи частотных преобразователей, энергосбережение может составить 30-50%.

Энергосбережение особенно актуально для разного рода механизмов, часто работающих с пониженной нагрузкой: насосов, вентиляторов, конвейеров и т.д.

Такие технологии энергосбережения, как использование электроприводов и средств автоматизации, могут быть внедрены в сфере ЖКХ.

Энергосбережение предприятий также может быть обеспечено благодаря принятию этих мер.

Речь идет об их автоматизации и повышению эффективности работы устаревшего оборудования (лифтов, вентиляционных установок и т.д.).

Введение системы перспективных технических регламентов, национальных стандартов и норм, повышающих управляемость процесса развития энергетики и стимулирующих энергосбережение.

Задача состоит в том, чтобы за счёт целенаправленной государственной политики обеспечить заинтересованность потребителей энергоресурсов в инвестировании в энергосбережение, создать более привлекательные условия для вложения капитала в эту сферу деятельности, снизив возможные финансово-экономические риски.

Полное и надёжное обеспечение населения и экономики страны энергоресурсами по доступным и вместе с тем стимулирующим энергосбережение ценам, снижение рисков и недопущение развития кризисных ситуаций в энергообеспечении страны.

11 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Выбранное нами оборудование необходимо рассчитать затраты на его приобретение для этого находимо на электронных ресурсах производителей стоимость данных компонентов.

Стоимость одного компенсирующего устройства марки УКМ 58 0,4 50 4 12,5 УЗ IP20, равна 29900 рублей.

Стоимость одного трансформатора марки ТМ – 100 – 10/0,4, равна 89000 рублей.

Стоимости автоматов в зависимости от токов расцепителей приведены в таблицы

Таблица 7-Стоимость автоматов

Марка автомата	Количество	Цена, руб.	Всего
QF:A3726 250A	6	8500	51000
QF:A3716 160A	1	9811	9811
QF:A3716 80-125	1	845	845
QF:A3716 16-63	1	1411	1411
QF: АВМ 10-750	2	26000	52000
QF:АВМ 15-1500	1	40000	40000
	12		155067

Стоимости предохранителей приведены в таблицы

Таблица 8-Стоимость предохранителей

Марка предохранителя	Количество	Цена, руб.	Всего
FU:ППН 33-160-80	7	78,8	551,6
FU :ППН 33 160-63	11	164	1804
FU :ПН2-250-100А	2	254	508
FU :ПН2 250-160	2	57	114
FU :НПН-2 60 20	7	148	1036
FU :ППН-33 100-63	3	50	150
FU:ПР 2 15-6	2	71	142
FU :ПРС-63 40	3	375	1125
FU :ПП 21 400-160	4	3212	12848
FU:ПП 21 25-16	2	91	182
FU :ПР 2 25-40	3	500	1500
Итого	46		19960,6

Стоимости кабелей в зависимости от сечения приведены в таблицы

Таблица 9-Стоимость кабелей

Марка кабеля	Количество	Цена, руб. за метр	Всего
АВВГ-1 (4х35)	7	102	714
АВВГ-1 (4х25)	14	80	1120
АВВГ-1 (4х10)	17	44	748
АВВГ-1 (4х95)	5	359	1795
АВВГ-1 (4х50)	3	164	492
ШРА-73 250 (35х5)	5	5000	25000
			29869

Затраты на освещение

Таблица 10-Стоимость ламп и светильников

Тип лампы	Количество ламп	Цена за 1 штуку	Сумма	Количество светильников	Тип светильника	Цена за 1 штуку	Сумма	Итого по освещению по цеху
ЛБ	88	57	5016	44	ЛПО-4х20	1606	70664	387392
ДРИ	136	2061	280296	136	СППР-125М	231	31416	

Осталось для каждого элемента проектируемого электроснабжения умножить на соответствующую стоимость, тем самым мы определим затраты.

Затраты можно разделить на несколько групп: затраты на трансформаторы, затраты на устройства компенсации, затраты на шинопроводы, на кабели, затраты на автоматы, затраты на предохранители, затраты на освещение .

Данные операции мы сводим в таблицу

Таблица 11-Итоговая таблица

Затраты	Стоимость, руб.
Трансформатор	89000
На компенсацию	29000
Шинопроводы	727220
Кабели	153285,6
Автоматы	155067
Предохранители	19960
Освещение	387392
ВСЕГО	1560925

Определяем срок окупаемости проекта. Срок окупаемости инвестиционного проекта является наиболее популярным показателем оценки целесообразности инвестиций. Простота расчета и его наглядность способствует этой популярности.

Расчет срока окупаемости инвестиционного проекта проводят по формуле:

$$PP = I_0 / CF_{cr}$$

где PP – срок окупаемости в годах;

I_0 – начальные инвестиции в проект в рублях;

CF_{cr} – среднегодовой доход проекта в рублях.

$$PP = 1560925 / CF_{cr} = 3,039 \approx 3 \text{ года} \quad (52)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом моей выпускной квалификационной работы стало проектирование схемы электроснабжения цеха механической обработки деталей Машиностроительного завода.

В данной работе описывается анализ потребителей электроэнергии, выполняется компенсация реактивной мощности, а также расчет электрических нагрузок, необходимое количество трансформаторов, подходящие предохранители, кабели, автоматические выключатели.

При изучении достаточного количества литературы и знании основных правил расчета возможно выполнение электроснабжения любого цеха или даже предприятия, при котором затраты на трансформаторы, кабели и прочие необходимые комплектующие будут минимальны.

Правильный расчет даст предприятию дополнительные средства за счет сокращения расходов, что приведет к увеличению выпускаемой продукции, и, соответственно, увеличению прибыли.

Также при правильном расчете будет сокращено время простоя основного технологического оборудования при выводе из работы в ремонт или при аварийных ситуациях, и это также сможет помочь сэкономить значительное количество средств.

Поставленные задачи выполнены, а именно:

- выполнен расчет нагрузок;
- выполнен расчет и выбор питающей линии;
- выполнен расчет токов короткого замыкания;
- выбрано и проверено электрооборудование подстанции.

Рассмотрены вопросы экономики, а именно, выполнен расчет капитальных затрат, амортизационных отчислений и приведенных затрат.

На основе рассчитанных результатов возможно выполнить электроснабжение данного цеха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

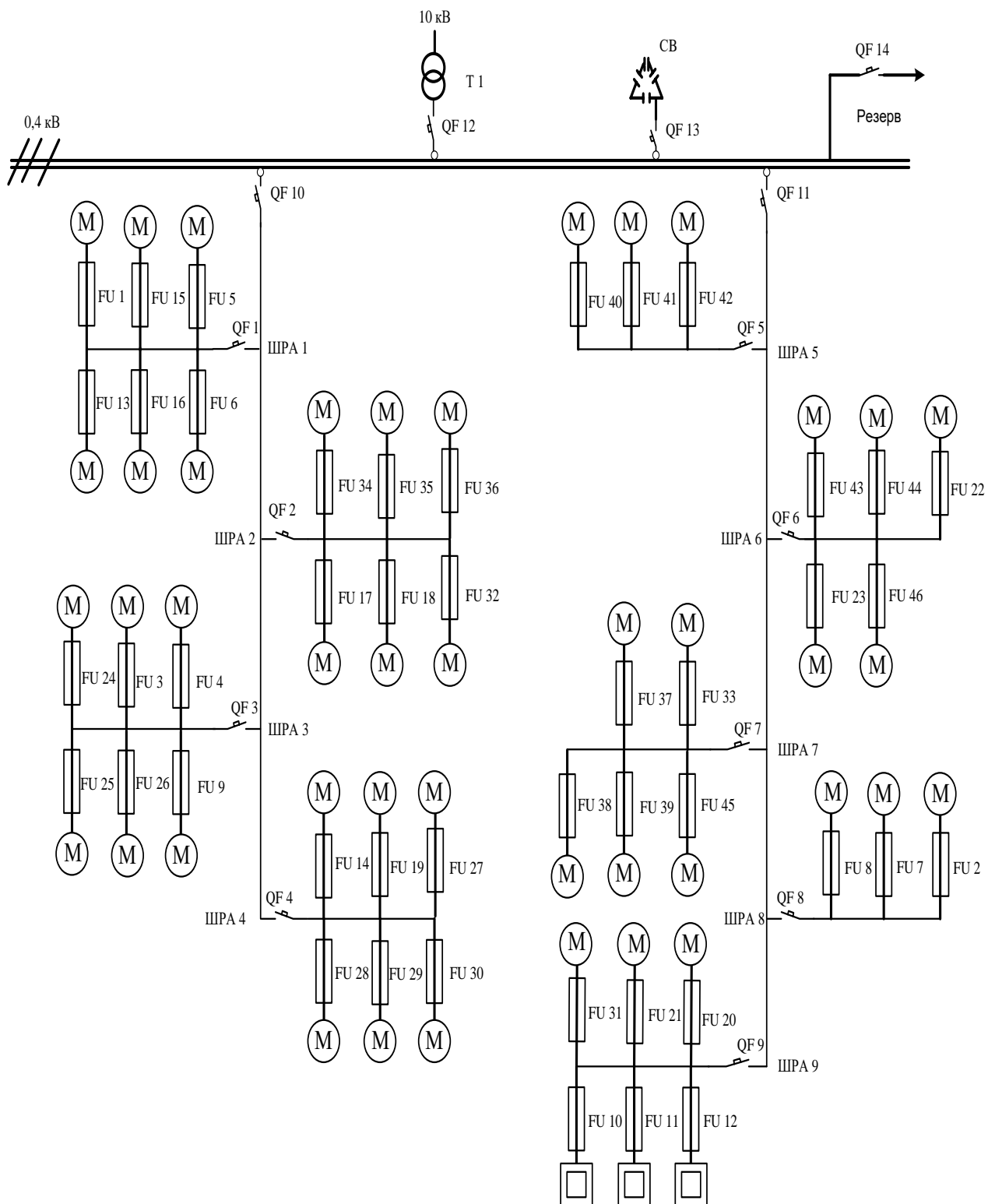
1. Кудрин Б.И. Электроснабжение : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Б.И.Кудрин. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 2-е изд., перераб. и доп. — 352 с. — (Сер. Бакалавриат).
2. Кудрин Б.И. , Жилин Б. В. , Титова Г. Р. Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий: учебник для студ. Учреждений высш. образования-М.: Издательский центр «Академия», 2015.-384с.- (Сер.Бакалавриат).
3. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: Учеб. пособие для сред. проф. образования / Елена Александровна Конюхова. – 11-е изд., стер. – М.:Издательский центр «Академия», 2014.- 320с.
4. Ю.Д.Сибикин Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: учебник для студ. Учреждений высш. проф. Образования-М.: Издательский центр «Академия», 2012.- 256с.
5. Э.А. Киреева Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий : учебник для студ. Учреждений высш. образования-М.: Издательский центр «КноРус», 2013.-368с.
6. Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Учеб. для учащихся электротехн. специальностей средних спец.учебн.заведений. Издательство: Инфра-М, Форум, 2012.- 416с
7. Э. А. Киреева, С. А. Цырук Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебник для студ. Учреждений высш. образования-М.: Издательский центр «Академия», 2013.-288с

8. А. В. Булычев Релейная защита в распределительных электрических сетях. Пособие для практических расчетов. Издательство: НЦ ЭНАС, 2011.
9. В. Шлейников Электроснабжение промышленных предприятий. Часть 1 Учеб. для учащихся электротехн. специальностей средних спец.учебн.заведений. Издательство: «Бибком», 2012.
- 10.Ю.Д. Сибикин, М.Ю.Сибикин, В.Я Яшков Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебное пособие. Издательский центр «Академия», 2015.- 368с.
- 11.Ю.Д. Сибикин Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов. Учебное пособие. Издательский центр «Академия», 2015.- 384с.
- 12.Г. Быстрицкий Общая энергетика Учеб. пособие для сред. проф. образования, 2016.- 296с
- 13.Шведов Г.В., Учебное пособие для вузов. Электроснабжение городов электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети. Гриф УМО вузов России., Издательство: Московский энергетический институт (МЭИ)., 2012.- 268 с.
- 14.В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Д. Петров Технико-экономические расчеты распределительных электрических цепей. Учебное пособие. 2015.- 96 с
- 15.В.Шеховцов Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. Издательство: Форум, Инфра-М. 2014.-136с
- 16.Г.Коробов, В.Картавцев, Н.ЧеремисиноваЭлектроснабжение. Курсовое проектирование. Издательство: «Лань». 2011.-192с
- 17.Ю.Фролов, В.Шелякин Основы электроснабжения. Издательство: «Лань». 2012.-480с

- 18.С.Иванов, А.Васильев Пошаговая инструкция по разработке проекта
внутреннего электроснабжения.
Издательство: «Заневская площадь». 2015.-78с
- 19.М. Балдин, И. Карапетян Основное оборудование электрических
сетей. Справочник. Издательство: «Энас». 2014.-206с
- 20.А.Куско, М.ТомпсонСети электроснабжения. Методы и средства
обеспечения качества энергии.
Издательство: «Додэка XXI». 2011.-334с

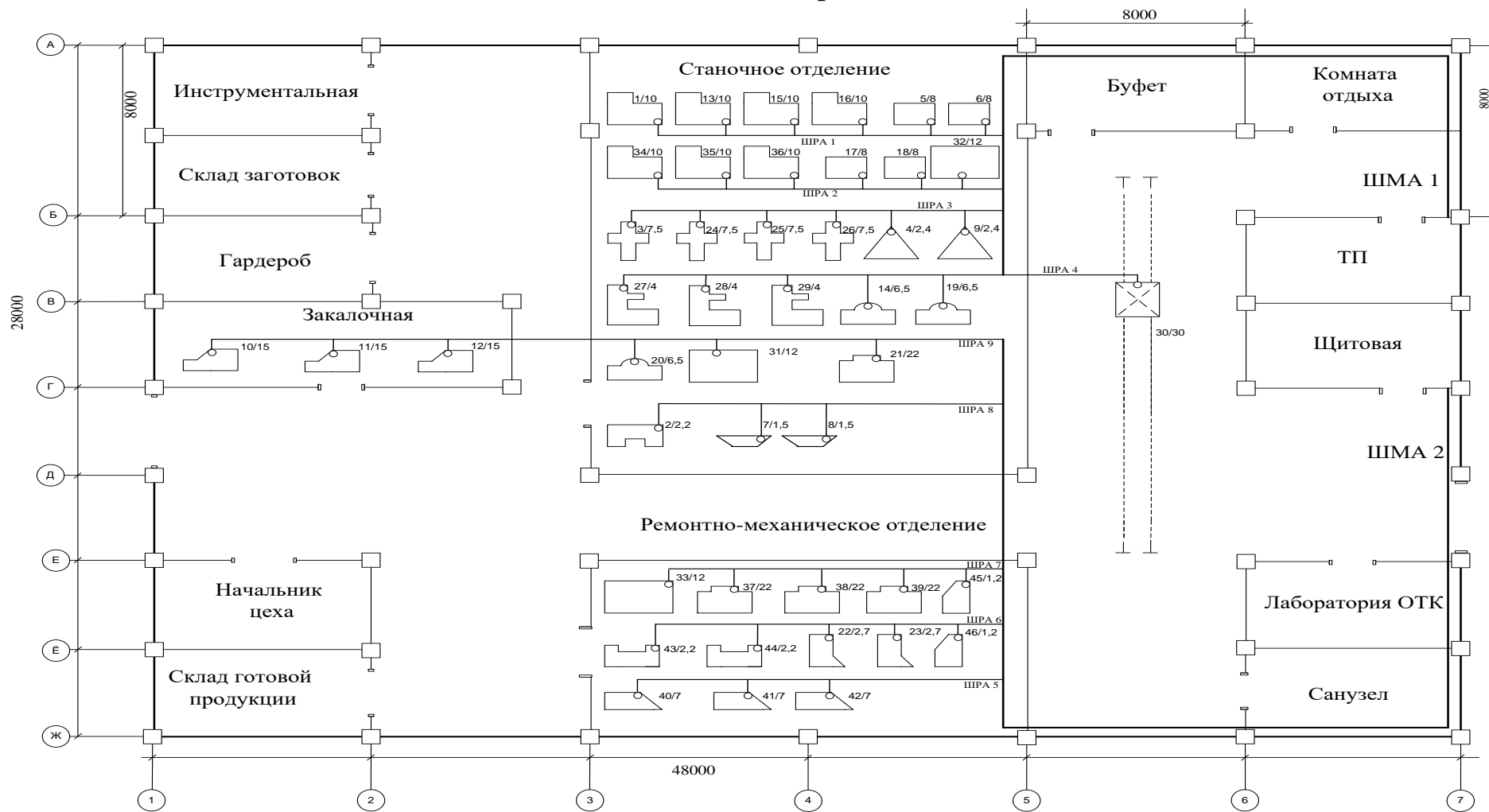
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема электрическая принципиальная



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

План цеха механической обработки деталей



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Принципиальная электрическая схема

