

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩИЙ РАЗДЕЛ	5
1.1 Краткие сведения о предприятии	5
1.2 Общая характеристика ремонтно-механического цеха и технологический процесс	8
1.3 Перечень и характеристика установленного оборудования цеха	15
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	19
2.1 Общая характеристика, расчет и выбор приводных электродвигателей для вертикально-фрезерного станка	19
2.1.1 Разработка электрической схемы управления для вертикально-фрезерного станка	21
2.1.3 Выбор электроаппаратов для силовой части схемы вертикально-фрезерного станка	24
2.1.4 Расчет электрического освещения, выбор источников света и светильников	25
2.1.5 Расчет вентиляционной установки вертикально-фрезерного станка	28
2.3 Выбор и проверка аппаратуры управления и защиты	30
2.4 Расчет и выбор электродвигателя для мостового крана	32
2.5 Сквозная таблица с характеристиками электрооборудования	33
2.6 Расчет электрической нагрузки	35
2.7 Расчет среднесменной мощности ($P_{см}$, $Q_{см}$).	33
2.8 Расчет и выбор компенсирующего устройства	34
2.9 Определение максимальной расчетной мощности	36
2.10 Выбор питающей подстанции	38
2.11 Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции	40
2.12 Выбор конструктивного исполнения подстанции	41
2.13 Выбор питающих кабелей	42
2.14 Выбор высоковольтного оборудования	44
2.15 Разработка схемы электроснабжения	49
2.16 Расчет распределительной сети 0,4кВ	52
2.17 Защитное заземление	54
2.18 Расчет заземления	55
3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	57
4 Охрана труда и техника безопасности	60
4.1 Техника безопасности	
4.2 Электробезопасность	
4.3 Пожаробезопасность	
4.4. Защита окружающей	

ВКР.13.02.11.00.00.01.ПЗ											
м	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Демидов Н.Г.			Техническая эксплуатация электрооборудования и сетей ремонтно-механического цеха в условиях ООО «Донэнерго» ЗМЭС Пояснительная записка						
Провер.		Задорожная О.Н.									
И.контр.		Швец Т.П									
Утв.		Задорожная О.Н.									
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">Лит</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Лист</td> <td style="width: 60%; text-align: center;">Листов</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </table>	Лит	Лист	Листов	3	3	3
Лит	Лист	Листов									
3	3	3									
					НФ ГБПОУ РО «ШРКТЭ» гр. Т-34						

- 12.1. Организация текущего и перспективного планирования работы производственного подразделения.
- 12.2 Организация работы производственного подразделения.
- 12.3. Мотивация труда персонала и расчет заработной платы работников.
- 13. Заключение.
- 14. Литература.

48

ВВЕДЕНИЕ

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Электроэнергия — равноправный компонент производственного процесса, а значит, правильно спроектированное электроснабжение промышленного предприятия способно существенным образом оптимизировать издержки и в результате сократить себестоимость продукции.

Простота и масштабируемость. Система электроснабжения промышленных предприятий не должна быть многоступенчатой, питающие сети не должны быть длинными, а способ прокладки сети должен быть максимально простым. Кроме того, система обязана обеспечивать возможность внедрения нового оборудования, то есть быть масштабируемой.

Отсутствие перегрузок. При проектировании цехов промышленных предприятий значение имеет как размещение оборудования в цехах, так и расположение трансформаторных подстанций. По возможности каждый участок должен быть снабжен отдельным распределительным устройством, которое устанавливается рядом с центром нагрузки. Другие потребители и участки не должны иметь возможности подключения к данному устройству во избежание перегрузки.

Обеспечение бесперебойного производственного процесса. На производствах с параллельными технологическими потоками сеть должна быть построена так, чтобы при необходимости отключения одного элемента сети (в случае аварии, с целью ремонта) отключались только те механизмы, которые относятся к данному потоку. Другие технологические потоки при этом должны оставаться в рабочем состоянии.

Безопасность. Все используемое электрооборудование должно обладать степенью защиты, соответствующей условиям работы конкретного цеха.

Если все эти факторы учтены на этапе проектирования системы, повышаются возможности расширения производства, внедрения новых технологий, применения инновационного оборудования.

Элементы системы электроснабжения предприятий

К основным элементам системы электроснабжения относятся:

- источник питания;
- линии электропередачи от источника питания к предприятию;
- пункт приема электрической энергии;
- распределительные сети;
- приемники (потребители электроэнергии).

Основными составными частями системы электроснабжения являются питающая и распределительная сети. Питающая сеть — это линии, отходящие от источника питания к пункту приема электрической энергии. Распределительные сети — это линии, подводящие электроэнергию от пунктов приема непосредственно к электрооборудованию. При этом схемы питания могут быть радиальными, магистральными или смешанными. Магистральная схема подразумевает питание узлов и мощных потребителей по отдельным линиям, присоединенным к магистрали в различных точках.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						5
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тема данной выпускной квалификационной работы – Техническая эксплуатация электрооборудования и сетей электромеханического участка у условиях ООО «ВагонДорМаш».

Цель выпускной квалификационной работы – разработка проекта системы электроснабжения потребителей электроэнергии с применением последних разработок науки и техники, с обеспечением всех требований, которые предъявляются к системам электроснабжения, а также особенностей протекающих на предприятии технологических процессов.

Исходя из поставленной цели работы, в процессе ее выполнения необходимо решить следующие задачи:

- исследовать общую характеристику группы электрооборудования;
- исследовать состав и характеристику потребителей электроэнергии;
- рассчитать электрические нагрузки системы электроснабжения объекта и произвести расчет и выбор электрооборудования и силовой схемы объекта электроснабжения;
- произвести выбор мощности компенсирующих устройств группы цехов;
- произвести выбор числа и мощности цеховых трансформаторов;
- произвести расчет токов короткого замыкания;
- разработать систему электромеханического участка;
- разработать рекомендации по организации защиты от перенапряжения.

Объект исследования – система электроснабжения электромеханического участка. Предмет исследования – поиск оптимальных подходов в процессе проектирования системы электроснабжения и электрообеспечения участка.

Результатом настоящей выпускной квалификационной работы будут являться технически-обоснованные предложения по разработке системы электроснабжения электромеханического участка, а так же комплекс практических рекомендаций по организации монтажа и ввода в эксплуатацию технического оборудования.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Краткие сведения о предприятии

Акционерное общество «Донэнерго» – один из крупнейших операторов услуг по передаче электрической энергии в Ростовской области, осуществляет свою деятельность практически на всей территории донского региона.

АО «Донэнерго» – это десять электросетевых филиалов, оснащённых современным оборудованием на основе передовых разработок мировых и отечественных производителей.

По данным на 1 июля 2022 года, услугами АО «Донэнерго» в Ростовской области пользуются свыше 508 тысяч физических и более 45 тысяч юридических лиц. Выполняя свою основную задачу – своевременное, надёжное и качественное обеспечение потребителей электроэнергией при минимальных технологических потерях, АО «Донэнерго» наращивает объём предоставляемых услуг. Объём полезного отпуска электроэнергии потребителям АО «Донэнерго» за первое полугодие 2022 года составил более 2,559 млрд кВт·ч.

Общая протяжённость электрических сетей АО «Донэнерго». В настоящее время она составляет 20,1 тысячи километров, в том числе 14,5 тысячи километров воздушных линий и 5,5 тысячи километров кабельных линий. Эксплуатируется также свыше 6,3 тысяч трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.

Одна из приоритетных задач АО «Донэнерго» – сделать процесс технологического присоединения к объектам электросетевого хозяйства максимально простым и доступным для заявителей. Так, с января по июнь 2022 года специалистами Общества был присоединен к электросетям 51 объект особой социальной значимости, в том числе медицинские учреждения, учебно-образовательные заведения, детские сады, парки и спортивные объекты по всей Ростовской области. За данный период АО «Донэнерго» всего было исполнено более 3468 договоров на технологическое присоединение к электрическим сетям с заявленной мощностью свыше 80,46 МВт.

Главный капитал Общества – это люди, работающие на предприятии, профессионалы, для которых энергетика стала главным жизненным приоритетом и настоящим призванием. Общая численность персонала АО «Донэнерго», включая все электросетевые филиалы, составляет порядка 4,3 тысячи человек.

Техническая политика АО «Донэнерго» определяется необходимостью достижения надёжности электроснабжения потребителей качественной электроэнергией, снижения издержек на эксплуатацию, удовлетворения спроса на услуги по передаче электрической энергии и присоединению потребителей. Техническая политика разработана на основе анализа состояния оборудования электрических сетей, изучения опыта работы аналогичных компаний России. Реализация технической политики предусматривает следующее:

создание сетевой и технологической инфраструктуры, способствующей эффективно функционированию конкурентного рынка электроэнергии;

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						7
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

преодоление старения основных фондов электрических сетей и электросетевого оборудования;

развитие централизованного технологического управления электрическими сетями;

обеспечение условий для присоединения к электрической сети субъектов энергетики на условиях не дискриминационного доступа, без снижения системной надежности;

доведение технического уровня энергообъектов АО «Донэнерго» до мировых стандартов, повышение их надежности и управляемости посредством использования новой высокоэффективной техники и технологий;

повышение эффективности функционирования за счет обоснованного упрощения главных схем, снижения издержек, оптимизации расходов на эксплуатацию и потерь электроэнергии в электрических сетях;

обеспечение нормируемых показателей качества электроэнергии;

применение новых видов оборудования (элегазовых и вакуумных выключателей, сухих и герметичных трансформаторов, проводов марки СИП и кабелей из «сшитого» полиэтилена.



Рисунок 1 – Предприятие НМЭС АО «Донэнерго»

Эксплуатация электрических сетей включает в себя техническое обслуживание и ремонт.

Техническое обслуживание состоит из комплекса работ и мероприятий по поддержанию работоспособности и исправности линий электропередачи и подстанций. Ремонт состоит из комплекса работ и мероприятий по восстановлению исправности и работоспособности, восстановлению ресурса объектов электрической сети и их элементов.

Комплексы работ, направленные на обеспечение надежности электрических сетей, надёжной их эксплуатации, проводятся с определённой периодичностью, при оптимальных трудовых и материальных затратах.

За техническое состояние оборудования, зданий и сооружений, выполнение объёмов ремонтных работ, обеспечивающих стабильность установленных показателей эксплуатации, полноту выполнения подготовительных работ, своевременное обеспечение запланированных объёмов ремонтных работ

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

запасными частями и материалами, а также за сроки и качество выполненных ремонтных работ отвечает собственник.

1.2 Общая характеристика ремонтно-механического цеха и технологический процесс.

Ремонтно-механический цех (РМЦ) предназначен для ремонта и настройки электромеханических приборов, выбывающих из строя.

РМЦ имеет два участка, в которых установлено необходимое для ремонта оборудование: токарные, строгальные, фрезерные, сверлильные станки и др. В цехе предусмотрены помещения для трансформаторной подстанции (ТП), вентиляционной, инструментальной, складов, сварочных постов, администрации и пр.

РМЦ получает ЭСН от главной понизительной подстанции (ГПП). Расстояние от ГПП до цеховой ТП – 0,9 км, а от энергосистемы (ЭСН) до ГПП – 14 км. Напряжение на ГПП – 10 кВ.

Количество рабочих смен – 2. Потребители цеха имеют 2 и 3 категорию надежности ЭСН. Грунт в районе РМЦ – чернозем с температурой +20°C.

Вспомогательные помещения высотой 4 м, каркас здания цеха смонтирован из блоков-секций длиной 6 м каждый.

Размеры цеха $A \times B \times H = 48 \times 28 \times 10$ м.п.

Дополнительная нагрузка цеха – $P_{\text{доп}} = 400$ кВт, $Q_{\text{доп}} = 500$ квар, $K_{\text{п}} = 0,5$.

Мощность электроосветительной электроустановки 24 кВт $\cos \varphi = 0,67$

1.3 Перечень и характеристика установленного оборудования цеха.

Таблица 2.1- Перечень и характеристика установленного электрооборудования.

№	Наименование ЭО	Мощность, кВт
1а...1в	Вентилятор вытяжной	5,5
2а...2в	Вентилятор приточный	5,5
3..5	Сварочный агрегат	12
6..8	Токарный автомат	6
9..10	Станок зубофрезерный	10
11	Станок вертикально-фрезерный	11
12..14	Станок круглошлифовальный	6
15..17	Станок заточный	2,5
18..19	Станок сверлильный	2,2
20..25	Станок токарный	6
26..27	Станок плоскошлифовальный	10,5
28..30	Станок строгальный	17,5

31..34	Станок фрезерный	8,5
35..37	Станок расточной	7,5
38	Кран мостовой	44
	Щит освещения	24
	Итого	178,7

Рассмотрим более подробно потребителей электроэнергии исследуемого объекта.

Вентилятор представляет собой устройство, с помощью которого осуществляется перемещение газа, степень сжатия которого не менее 1,15 (или разность давлений на входе и выходе не превышает 15 кПа).

Сварочный агрегат предназначен для осуществления сварочных работ различных металлоконструкций.

С помощью сварочного трансформатора осуществляется преобразование сетевого напряжения (220 В, 380 В) в пониженное напряжение и преобразования тока до величины в тысячи ампер.

Величина сварочного тока регулируется путем изменения индуктивного сопротивления или вторичного напряжения холостого хода трансформатора. Регулировка осуществляется за счет возможности секционирования количества витков, как в первичной, так и во вторичной обмотке. За счет этого обеспечивается возможность ступенчатого регулирования величины тока. Все сварочные трансформаторы имеют классификацию:

- в зависимости от числа обслуживаемых рабочих мест;
- в зависимости от количества фаз напряжения в сети (однофазные, трехфазные).
- в зависимости от конструкции (с возможностью регулировки величины вторичного напряжения с помощью магнитного рассеяния, с возможностью регулировки величины вторичного напряжения с помощью переключения числа витков, с возможностью регулировки величины вторичного напряжения с помощью дросселя насыщения).

Токарные станки предназначены для обработки разнообразных поверхностей тел вращения из штучных или прутковых заготовок.

Зубофрезерный станок предназначен для нарезания цилиндрических прямозубых, косозубых, а также червячных колес.

Круглошлифовальные станки предназначены для обдирочной и чистовой обработки деталей.

С помощью заточного станка осуществляются заточка и переточка металлорежущих инструментов. Наиболее широкое распространение получили заточные станки, оснащенные абразивными шлифовальными кругами.

Сверлильные станки — группа металлорежущих станков, которые предназначены для выполнения, как глухих, так и сквозных отверстий в сплошном материале.

Плоскошлифовальный станок – металлорежущий станок для обработки поверхностей металлических деталей абразивом (периферией или торцом шлифовального круга).

Кран мостового типа – это кран, оснащенный грузозахватными устройствами, которые подвешиваются грузовой тележке или тали, которые, в свою очередь, могут перемещаться вдоль стальной конструкции (мосту). Мостовые краны могут быть как общего назначения, так и специального (оснащенные грейферами, магнитами, захватами для контейнеров) и металлургические.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ (СПЕЦЗАДАНИЕ)

2.1 Общая характеристика, расчет и выбор приводных электродвигателей для вертикально-фрезерного станка

Рассчитываем мощность и выбираем приводной электродвигатель главного привода вертикально-фрезерного станка.

Мощность главного приводного электродвигателя

$$P_{\text{дв.п}} = \frac{P_z}{\eta_{\text{см}}}, \text{ кВт} \quad (1)$$

где $P_{\text{дв.п}}$ – расчетная мощность двигателя, кВт;

P_z – мощность резания, кВт;

$\eta_{\text{см}}$, – к.п.д. главного привода при полной нагрузке, принимаем $\eta_{\text{см}} = 0,8$

Мощность резания

$$P_z = \frac{F_z \cdot v_z}{60 \cdot 10^3}, \text{ кВт}$$

где F_z , Н – усилие резания;

v_z , м/мин – скорость резания.

Усилие резания

$$F_z = 9.81 \cdot C_F \cdot t^{X_F} \cdot S^{Y_F} \cdot z \cdot \frac{B^{U_F}}{D^{q_F}}, \text{ кВт} \quad (2)$$

где C_F – силовой коэффициент обработки материала;

t , мм – глубина фрезерования;

S , мм/зуб – подача на зуб фрезы;

z , шт – число зубьев фрезы;

X_F, Y_F, U_F, q_F , – силовые и скоростные показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала, резца, вида обработки.

Скорость резания:

$$v_z = \frac{D}{T^{m_v} \cdot S^{Y_v} \cdot t^{X_v} \cdot B^{U_v} \cdot z^{n_v}}, \text{ м/мин} \quad (3)$$

где D , мм – диаметр фрезы;

B , мм – ширина фрезы;

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						12
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

X_v, Y_v, U_v, m_v, n_v , о.е. – силовые и скоростные показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала, вида обработки, инструмента;

z , шт – число зубьев фрезы;

t , мм – глубина резания;

S , мм/об – подача на максимальной производительности;

T , мин – стойкость инструмента (фрезы); ($T = 180$ мин.)

Выбираем данные значения, задаваясь данными таблиц [4.4, с.168, с.169, с.170]

Принимаем следующие значения: $S=0.2$ мм/рез; $t=10$ мм; $C_f=88$ о.е.; $q_f=1,1$ о.е.; $X_f=1,1$ о.е.; $Y_f=0.8$ о.е.; $U_f=0,95$ о.е.; $X_v=0.1$ о.е.; $Y_v=0.4$ о.е.; $U_v=0,1$ о.е.; $n_v=0,1$ о.е.; $m_v=0.2$ о.е.; $D=100$ мм; $B=100$ мм; $z=18$ шт.

Определяем скорость резания

$$V_z = \frac{100}{180^{0,2} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 10^{0,1} \cdot 100^{0,1} \cdot 18^{0,1}} = 19,5 \frac{м}{мин}$$

Определяем усилие резания

$$F_z = 9,81 \cdot 88 \cdot 10^{1,1} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 18 \cdot \frac{100^{0,95}}{100^{1,1}} = 27055 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания

$$P_z = \frac{27055 \cdot 19,5}{60 \cdot 10^3} = 8,79 \text{ кВт}$$

Определяем расчетную мощность двигателя

$$P_{дв.р} = \frac{8,79}{0,8} = 10,98 \text{ кВт}$$

Выбираем по каталогу [13] двигатель ближайшей большей стандартной мощности типа АИР и его технические характеристики записываем в таблицу 7.1.

Таблица 2.2- Технические данные главного двигателя вертикально-фрезерного станка.

Тип	P_n , кВт	η_n %	$\cos\phi_n$	$S_{ном}$, %	$\frac{M_{max}}{M_n}$	$\frac{M_{пуск}}{M_n}$	$\frac{I_{пуск}}{I_n}$
АИР132М4	11	87,5	0,87	3,5	2,7	2,0	7,5

2.2. Разработка электрической схемы управления для вертикально-фрезерного станка

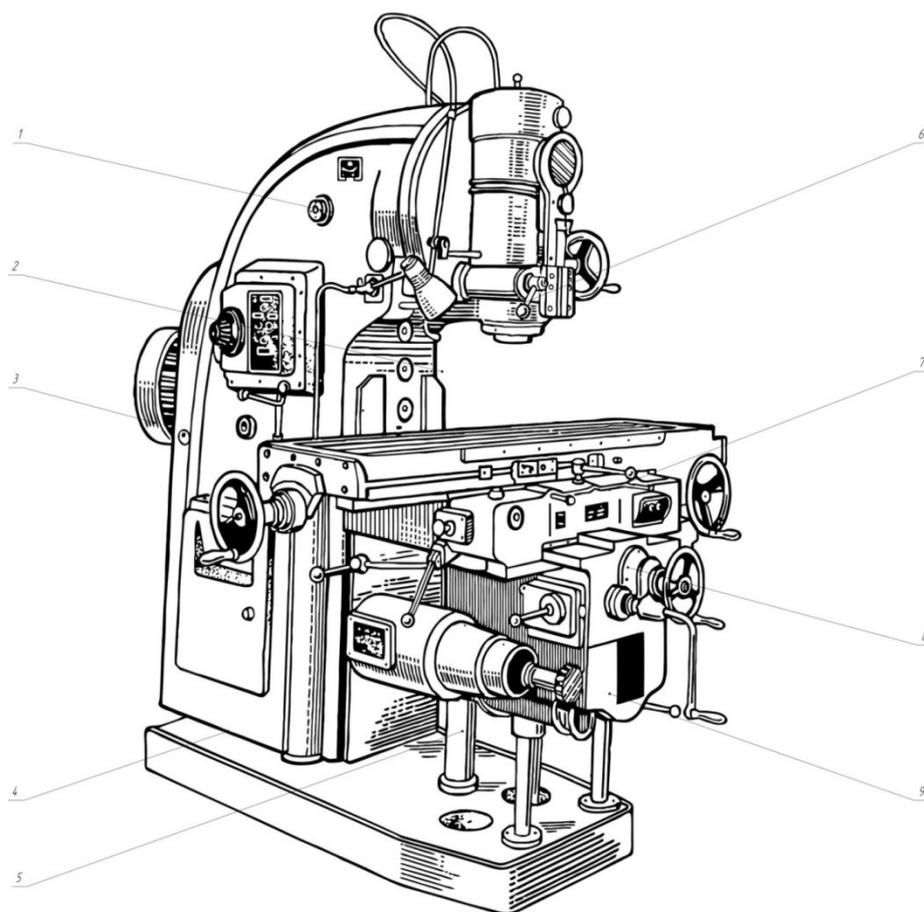


Рисунок - Вертикально-фрезерный станок.

1-указатель скорости; 2-лимб; 3-двигатель; 4-станина; 5- коробка подач;
6-поворотная фрезерная головка; 7- салазки; 8-маховик; 9-консоль

Состав схемы

QF1, QF2- выключатель автоматический

KM1- KM3- контакторы

UZ1-UZ3- преобразователи частоты

M1, M2- двигатели

VD1-VD6- диоды

QS1- пакетный выключатель

KK1-KK4- тепловое реле

TA1- трансформатор тока

KA1- реле токовое

KL1, KL2 - промежуточное реле

SB1, SB2 - кнопки управления

W1-W3- линия электропередачи

RP1- потенциометр

WD1-WD3- линия электропередач

SBC1, SBC2- кнопки

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ

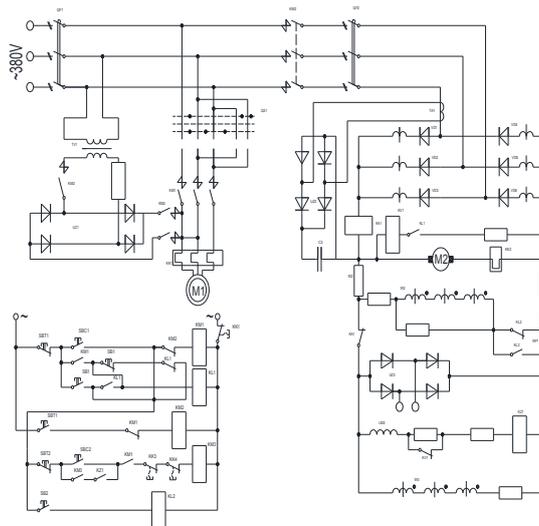


Рисунок 6 - Схема электрическая принципиальная вертикально-фрезерного станка.

Схема электрическая принципиальная вертикально-фрезерного станка представлена **на листе 3 графической части**

Работа схемы:

Электрическая схема управления электроприводами станка, обеспечивающая наладочный и рабочий режимы, приведена на **рисунке 6.2**. Направление вращения шпинделя задаётся переключателем *QS1*. Пуск двигателя шпинделя *M1* для продолжительной работы производится нажатием кнопки *SBC1*, при этом включается контактор *KM1* и реле *KL1*. Для быстрой остановки двигателя шпинделя следует нажать кнопку *SBT1* и удерживать её в течение 1,5-2 с. При этом отключается контактор *KM1* и включается контактор *KM2*, обмотка статора присоединяется к выпрямителю *UZ1* и происходит динамическое торможение двигателя. С отпуском кнопки *SBT1* контактора *KM2* отключается, и схема приходит в исходное состояние.

Наладочный режим, предназначенный для проверки правильности установки обрабатываемых изделий и инструмента, а также для опробования отдельных узлов станка, может быть осуществлён кратковременным нажатием кнопки *SB1*. Двигатель *M1* в этом случае будет работать в течении времени воздействия на кнопку.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист 15
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для движений подач применен комплектный привод типа ПМУ6М. Пуск двигателя подачи $M2$ производится нажатием кнопки $SBC2$ и возможен только после включения привода шпинделя и автоматического выключателя $QF1$. Якорь двигателя $M2$ питается от трёхфазного силового магнитного усилителя $W1$, рабочие обмотки ω_y которого включены через диоды $VD1-VD6$. Угловая скорость двигателя $M2$ регулируется от 15 до 150 рад/с изменением напряжения, подводимого к якорю, и от 150 до 300 рад/с – ослаблением магнитного потока. Напряжения управления U_y , поступающие на обмотки управления ω_y магнитного усилителя и определяющее угловую скорость двигателя в рабочем диапазоне, равно алгебраической сумме напряжений: задающего U_z , снимаемого с регулятора – потенциометра RPI ; сигнала отрицательной обратной связи по напряжению $U_{o.n.}$ на зажимах якоря и сигнала положительной обратной связи по току $U_{п.т.}$, получаемого с помощью трансформатора тока $TA1$ и выпрямителя $UZ2$.

Ограничение тока якорной цепи при пуске двигателя подачи выполняется с помощью реле KAI . При включении контактора $KM3$ по обмоткам управления ω_y проходит ток I_y , больший номинального тока управления $I_{y.ном}$, магнитный усилитель «открывается» и пусковой ток двигателя возрастает до $I_{я} \approx 2I_{ном}$; реле KAI срабатывает и размыкающим контактом отключится задающее напряжение с обмоток ω_y . При этом напряжение на выходе магнитного усилителя снижается, а ток якоря уменьшается до значения, при котором реле KAI отключается и замыкает свой контакт. Обмотка ω_y вновь подключается к напряжению U_z , ток якоря двигателя возрастает, KAI снова срабатывает и т.д. Таким образом, реле KAI будет работать в вибрационном режиме до окончания пуска двигателя $M2$, когда $I_{я} = I_c$.

Для выполнения быстрого установочного перемещения стола или шпиндельной бабки станка необходимо нажать кнопку $SB2$. При этом включится реле $KL2$, и на обмотку ω_y независимо от положения движка регулятора RPI подаётся максимальное напряжение $U_{z.max}$.

Двигатель разгоняется, при угловой скорости близкой к номинальной включается реле $KV1$, в цепь обмотки возбуждения вводится добавочное сопротивление, ток возбуждения уменьшается, и двигатель разгоняется до максимальной скорости (300 рад/с). Быстрое перемещение длится столько времени, сколько будет находиться в нажатом состоянии кнопка $SB2$.

Кроме главного двигателя $M1$ и двигателя подачи $M2$ станок имеет ещё два небольших короткозамкнутых двигателя (на схеме не показаны) для насосов смазки и охлаждения, а также узел схемы, посредством которого осуществляется переключение электромагнитных муфт механизмов подачи ствола и шпиндельной бабки. Защита двигателя шпинделя, насосов смазки и охлаждения от длительных перегрузок осуществляется тепловым реле – соответственно $KK1$, $KK3$, $KK4$.

2.3 Выбор электроаппаратов для силовой части схемы вертикально-фрезерного станка.

Таблица 2.2 - Технические характеристики главного двигателя станка

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Обоз.	Тип	P_H , кВт	η_H %	$\cos\varphi_H$	$S_{ном}$, %	$\frac{M_{max}}{M_H}$	$\frac{M_{пуск}}{M_H}$	$\frac{I_{пуск}}{I_H}$	$J_{рот}$ кг·м ²
M1	АИР132М4	11	87,5	0,87	3,5	2,7	2,0	7,5	0,04

Таблица 2.3- Технические характеристики двигателя подачи станка

Типоразмер	Мощность, кВт	Напряжение, В	Частота вращения, $\frac{об.}{мин.}$	КПД, %
ПБТС – 22МУХЛ4	1	220	3000	78,5

Рассчитываем номинальные токи двигателей вертикально - фрезерного станка.

$$I_{ном. M} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta_{ном} \cdot \cos\varphi_{ном}} \cdot 10^3 \quad (4)$$

$$I_{ном. M1} = \frac{11}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,875} \cdot 10^3 = 21,96 \text{ A}$$

$$I_{ном. M2} = \frac{P_{ном.}}{U_{ном.} \cdot \eta_{ном.}} \cdot 10^3 = \frac{1}{220 \cdot 0,785} \cdot 10^3 = 5,8 \text{ A}$$

$$I_{пер. M2} = 0,817 \cdot I_{ном. M2} = 0,817 \cdot 5,8 = 4,74 \text{ A}$$

Рассчитываем пусковые токи двигателей вертикально – фрезерного станка

$$I_{пуск. M1} = \frac{I_{пуск}}{I_{ном}} \cdot I_{ном. M1} = 7,5 \cdot 21,96 = 164,7 \text{ A} \quad (5)$$

$$I_{пуск. M2} = 2,5 \times I_{ном. M2} = 2,5 \times 5,8 = 14,5 \text{ A} \quad (6)$$

$$I_{пуск. пер. M2} = 2,5 \times I_{пер. M2} = 2,5 \times 4,74 = 11,85 \text{ A} \quad (7)$$

Рассчитываем суммарный ток вертикально - фрезерного станка

$$I_{сум. станка} = I_{ном. M1} + I_{пер. M2} = 21,96 + 4,74 = 26,7 \text{ A}$$

4) Выбор автоматических выключателей:

1. Номинальный ток теплового расцепителя.

Для выбора номинального тока теплового расцепителя автомата производится определение расчетного тока:

$$I_{расч. тепл. расц. авт. QF1} = 1,25 \times (I_{ном. двиг. M1} + I_{пер. M2}) \geq I_{ном. тепл. расц. авт. QF1}$$

$$I_{\text{расч. тепл. расц. авт. QF1}} = 1,25 \times (21,96 + 4,74) = 33,37 \text{ A}$$

Выбираем $I_{\text{ном. тепл. расц. авт. QF1}} = 40$

$$I_{\text{расч. тепл. расц. авт. QF2}} = 1,25 \times I_{\text{пер. двиг. M2}} \leq I_{\text{ном. тепл. расц. авт. QF2}}$$

$$I_{\text{расч. тепл. расц. авт. QF2}} = 1,25 \times 4,74 = 5,9 \text{ A}$$

Выбираем $I_{\text{ном. тепл. расц. авт. QF2}} = 6,3 \text{ A}$

2. Номинальный ток электромагнитного расцепителя.

Для определения данного тока производится определение расчетной величины кратности срабатывания электромагнитного расцепителя, называемой током отсечки.

Расчетный ток электромагнитного расцепителя автомата равен

$$I_{\text{расч. эл. магн. расц. авт. QF1}} = 1,25 \times (I_{\text{пуск. двиг. M1}} + I_{\text{пер. M2}}) i$$

$$I_{\text{расч. эл. магн. расц. авт. QF1}} = 1,25 \times (164,7 + 4,74) = 211,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{расч. эл. магн. расц. авт. QF2}} = 1,25 \times I_{\text{пуск. пер. двиг. M2}}$$

$$I_{\text{расч. эл. магн. расц. авт. QF2}} = 1,25 \times 11,85 = 14,81 \text{ A}$$

Расчетная величина отсечки определяется

$$i_{\text{расч. отсечк. QF1}} = \frac{I_{\text{расч. эл. магн. расц. авт. QF1}}}{I_{\text{ном. тепл. расц. авт. QF1}}} \leq i_{\text{ном. отсечк. QF1}} \quad (8)$$

$$i_{\text{расч. отсечк. QF1}} = \frac{211,8}{40} = 5,3 \text{ о. е.}$$

Выбираем $i_{\text{ном. отсечк. QF1}} = 7 \text{ о. е.}$

$$I_{\text{ном. эл. магн. расц. авт. QF1}} = i_{\text{ном. отсечк. QF1}} \times I_{\text{ном. тепл. расц. авт. QF1}} \quad (9)$$

$$I_{\text{ном. эл. магн. расц. авт. QF1}} = 7 \times 40 = 280 \text{ A.}$$

$$i_{\text{расч. отсечк. QF2}} = \frac{I_{\text{расч. эл. магн. расц. авт. QF2}}}{I_{\text{ном. тепл. расц. авт. QF2}}} \leq i_{\text{ном. отсечк. QF2}} \quad (10)$$

$$i_{\text{расч. отсечк. QF2}} = \frac{14,81}{6,3} = 2,3 \text{ о. е.}$$

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Выбираем $i_{\text{ном.отсечк.}QF2} = 3 \text{ о. е.}$

$$I_{\text{ном.эл.магн.расц.авт.}QF2} = i_{\text{ном.отсечк.}QF2} \times I_{\text{ном.тепл.расц.авт.}QF2} \quad (11)$$

$$I_{\text{ном.эл.магн.расц.авт.}QF2} = 3 \times 6,3 = 18,9 \text{ А}$$

Таблица 2.4. Технические параметры автоматических выключателей QF1, QF2.

Обозначение	Тип	Номинальный ток, А		Ток отсечки при токе
		Выключателя $I_{\text{ном.}}$	Расцепителя $I_{\text{ном.р.}}$	Перем.
QF1	BA51-31-1	100	40	7
		100	6,3	3

Выбор контакторов магнитных пускателей

Магнитные пускатели предназначены для дистанционного замыкания и размыкания силовой цепи, а также для защиты электрооборудования от перегрузки.

Производим выбор контакторов магнитных пускателей

$$I_{\text{ном.}M1} = 21,96 \text{ А}$$

$$I_{\text{ном.}M2} = 5,8 \text{ А}$$

По справочным данным [6, с.364] выбираем магнитный пускатель технические характеристики которого заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.5. Технические характеристики магнитных пускателей общей цепи питания двигателей вертикально-фрезерного станка:

Обозн.	Величина на пускателя	Ном. ток $I_{\text{ном}}$, А	Вспомогательный контакт	Степень защиты	Тип пускателя	Исполнение пускателя
KM1	2	25	1р	IP00	ПМЛ-210004	Нереверсивный
KM2	1	10	1з	IP00	ПМЛ-110004	Нереверсивный

б) Выбор тепловых реле:

Тепловые реле - это электрические аппараты, предназначенные для защиты электродвигателей от токовой перегрузки.

Тепловое реле выбирается по расчетному току величина которого должна попасть в пределы регулирования тока несрабатывания:

Рассчитываем ток теплового расцепителя для каждого двигателя

$$I_{расч.тепл.реле} = 1,1 \times I_{ном.М1} = 1,1 \times 21,96 = 24,156 \text{ А} \quad (12)$$

$$I_{расч.тепл.реле} = 1,1 \times I_{ном.М2} = 1,1 \times 5,8 = 6,38 \text{ А}$$

С помощью справочных таблиц [6, с.328] выбираются тепловые реле, параметры которого заносятся в таблицу 2.7.

Таблица 2.6. Технические параметры тепловых реле КК1, КК2

Обозн.	Ном. ток пускателя, А	Тип реле	Ном. ток реле, А	Сред. знач. тока тепл. элем., А	Пределы регул. тока несраб., А
КК1	25	РТЛ-102204	25	22	18-25
КК2	10	РТЛ-101204	25	6,75	5,5-8

2.4. Расчет электрического освещения, выбор источников света и светильников

Исходные данные:

Размеры цеха: А×В×Н= (48×28×10) м

Лампы: ДРЛ-400

Световой поток: $\Phi_{ном} = 19000$ лм

[2,с. 92. табл 4-4]

Нормированное освещение: $E_{ном} = 300$ лк

Коэффициент запаса: $K_{зан} = 1,5$ о.е.

Произвести расчет общего рабочего освещения.

В соответствии с видом помещения задаем коэффициент отражения:

от потолка: $\rho_n = 50\%$

от стен: $\rho_c = 30\%$

от рабочей поверхности: $\rho_p = 10\%$

Выбираем светильники открытого исполнения типа РСП-0.5;

диаметром $\Phi_{свет} = 0,395$ м

Производим расчет подвеса светильников под потолком $h_c = 1,5$ м

Высота рабочей поверхности над уровнем пола $h_p = 1,2$ м

Определяем расчетную высоту подвеса светильников под рабочей поверхностью

$$h = H - (h_p + h_c) = 10 - (1,2 + 1,5) = 7,3 \text{ м} \quad (13)$$

Производим расчет индекса помещения по формуле:

$$i_n = \frac{A \cdot B}{h(A+B)} = \frac{48 \cdot 28}{7,3(48+28)} = 2,4 \text{ о. е.}$$

Разрабатываем план поперечного разреза помещения ремонтно-механического цеха (рисунок 1).

Рисунок 2.1. План поперечного разреза помещения. М 1:250

Согласно выбранного типа светильников и рассчитанного индекса помещения из таблицы справочной книги [2] определяем коэффициент использования светового потока

$$\eta_u = 63,7\%$$

Рассчитываем коэффициент использования осветительной установки

$$\eta_u = \frac{\eta_u \%}{100} = \frac{63,7}{100} = 0,637 \text{ о. е.} \quad (13)$$

Общая площадь освещаемой поверхности

$$S = A \cdot B = 48 \cdot 28 = 1344 \text{ м}^2$$

Коэффициент неравномерности освещенности, применяемый для точечных источников света составляет величину

$$Z = 1,15 \text{ о. е.} \quad [2, \text{ с.}]$$

Производим определение расчетного числа светильников (ламп)

$$n_{\text{расч. св}} = \frac{E_{\text{ном}} \cdot K_{\text{зан}} \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot \eta_u}, \text{ шт.} \quad (14)$$
$$n_{\text{расч. св}} = \frac{1,5 \cdot 300 \cdot 1344 \cdot 1,15}{19000 \cdot 0,637} = 57,47 \text{ шт.}$$

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						21
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производим определение расчетного числа рядов светильников. При этом предварительно принимаем, что расстояние между рядами светильников определяется по расчетной формуле

$$\Delta l_{св} = h = 6,3 \text{ м} \quad (13)$$

Расчетное число рядов

$$n_{рас. ряд} = \frac{B}{\Delta l_{св.}} = \frac{28}{6,3} = 4,44 \text{ шт.}$$

Принимаем что число рядов светильников

$$n_{ряд} \geq n_{рас. ряд} = 5 \text{ шт.}$$

Рассчитываем число светильников в ряду

$$n_{рас. св. 1 ряд} = \frac{n_{расч. св}}{n_{ряд}} = \frac{57,47}{5} = 11,46 \text{ шт.}$$

Действительное число светильников одного ряда

$$n_{св. 1 ряд} \geq n_{расч. св. 1 ряд} = 12 \text{ шт}$$

Производим расчет общего количества светильников для помещения

$$N_{свет} = N_{св. 1 ряд} \cdot N_{ряд} = 12 \cdot 5 = 60 \text{ шт.}$$

Производим расчет суммарной электрической мощности осветительной установки

$$P_{ном. оу} = P_{ном. ламп.} \cdot N_{свет} = 400 \cdot 60 = 24000 \text{ Вт} = 24 \text{ кВт}$$

Производим расчет величины светового потока одной лампы при выбранном общем количестве светильников

$$\Phi_{л. расч.} = \frac{K_{зан.} \cdot E_{ном.} \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta_u} = \frac{1,5 \cdot 300 \cdot 1344 \cdot 1,15}{60 \cdot 0,637} = 18197,8 \text{ лм} \quad (14)$$

Рассчитываем среднюю величину светового потока лампы

$$\Phi_{л. ср} = \frac{\Phi_{л. ном} + \Phi_{л. расч.}}{2} = \frac{19000 + 18197,8}{2} = 18598,9 \text{ лм}$$

Расчетная величина отклонения светового потока

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист 22
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta \Phi \% = \frac{\Phi_{\text{ном.}} - \Phi_{\text{расч.}}}{\Phi_{\text{ср.}}} \cdot 100 \% = \frac{19000 - 18197,8}{18598,9} \cdot 100 \% = 4,31 \%$$

Погрешность в допустимых пределах, следовательно, расчет ОУ произведен верно

$$\Delta \Phi_{\text{доп}} \% = i (< 20\%; < -10\%)$$

Составляем план расположения **светильников (Рисунок)**

Расстояние между рядами светильников

$$\Delta l_{\text{ряд}} = \frac{B}{n_{\text{ряд}}} = \frac{28}{5} = 5,6 \text{ м}$$

Расстояние от крайних рядов светильников до продольных стен

$$0,5 \cdot \Delta l_{\text{ряд}} = 0,5 \cdot 5,6 = 2,8 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками в ряду

$$\Delta l_{\text{св.1 ряд}} = \frac{A}{n_{\text{св.1 ряд}}} = \frac{48}{11} = 4,36 \text{ м}$$

Расстояние от крайних светильников в каждом ряду до продольных стен

$$0,5 \cdot \Delta l_{\text{св.1 ряд}} = 0,5 \cdot 4,36 = 2,18 \text{ м}$$

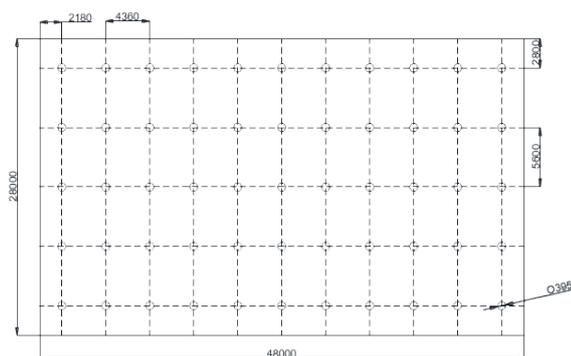


Рисунок 2.2. План расположения светильников. М 1:300

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2.5 Расчет вентиляционной установки вертикально-фрезерного станка.

Вентиляторы предназначены для вентиляции производственных помещений и являются частью вентиляционной установки, состоящей из нескольких вентиляторов. Вентиляционные установки являются частью вентиляционной системы, которая помимо вентиляторов включает в себя сеть каналов и воздухопроводов для обеспечения эффективного обмена.

Суммарная мощность нагрузки всей вентиляционной нагрузки определяется по формуле

$$P_{\text{вн. расч.}} = \frac{K_{\text{зап}} \cdot Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{\eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{п}}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (15)$$

Где $K_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса, принимаем (1,1 ÷ 1,5);

$H_{\text{в}}$ – напор, (давление) газа, принимаем (800 ÷ 1200), Па;

$Q_{\text{в}}$ – производительность вентиляционной установки, м³/с;

$\eta_{\text{в}}$ – КПД вентилятора, (0,4 ÷ 0,7);

$\eta_{\text{п}}$ – КПД механической передачи от двигателя вентилятора, (0,9 ÷ 0,95)

Производительность вентиляционной установки зависит от объема помещения V , м³ и кратности обмена воздуха в час $\lambda_{\text{в}} = (1 \div 3) 1/\text{ч}$:

Расчетная формула производительности вентиляционной установки имеет вид:

$$Q_{\text{в}} = \frac{V \cdot \lambda_{\text{в}}}{3600}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (15)$$

В соответствие с оборудованием, установленным в цехе (сварочные аппараты, токарные автоматы, круглошлифовальные станки, плоскошлифовальные станки, строгальные станки, расточные станки, заточные станки), принимаем, что кратность обмена воздуха в час $\lambda_{\text{в}} = 3 1/\text{ч}$

Объем помещения цеха:

$$V = A \cdot B \cdot H = 48 \cdot 28 \cdot 10 = 13440 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{в}} = \frac{13440 \cdot 3}{3600} = 11,2 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} [1, \text{ с.450}]$$

Для вентиляции производственных помещений рекомендуемые пределы перепадов давления от $H_{\text{в}} = (800 \div 1200)$, Па.

В соответствии с принимаемыми видами оборудования принимаем, что:

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						24
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$H_6 = 1200 \text{ Па}$$

Принимаем, что коэффициент запаса:

$$K_{зан} = 1,3 \text{ о.е.}$$

КПД вентилятора: $\eta_v = 0,65 \text{ о.е.}$

КПД механической передачи: $\eta_{п} = 0,92 \text{ о.е.}$

Производим определение расчетной мощности вентиляционной установки:

$$P_{\text{ву. расч.}} = \frac{1,3 \cdot 11,2 \cdot 1200}{0,65 \cdot 0,92} \cdot 10^{-3} = 29,2 \text{ кВт}$$

Для вентиляционной установки выбираем 6 вентилятора ($N_{\text{вент.}} = 6 \text{ шт.}$).

Расчетная мощность приводного двигателя одного вентилятора:

$$P_{\text{расч. 1 вент.}} = \frac{P_{\text{ву. расч.}}}{N_{\text{вент.}}} = \frac{29,2}{6} = 4,86 \text{ кВт} \quad (16)$$

В соответствии с расчетной мощностью двигателя одного вентилятора по справочнику [13, с.146 таблица 7.6.1] выбираем приводной асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором в соответствии со следующим соотношением:

$$P_{\text{ном. 1 дв.}} > P_{\text{расч. 1 дв.}}$$

Окончательно выбираем асинхронные двигатели серии АИР с синхронной частотой вращения $n_o = 1500 \text{ об/мин.}$

Справочные данные вентиляционного двигателя заносим в таблицу 3.1.

Таблица 2.7- Технические данные двигателей вентиляторов.

Типоразмер	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$\eta_{\text{ном}}, \%$	$\cos \varphi_{\text{ном}}, \text{о.е.}$	$S_{\text{ном}}, \%$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}, \text{о.е.}$	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}, \text{о.е.}$
АИР112М4	5,5	85,5	0,86	4,5	2,5	7

Суммарная электрическая мощность рассчитанной вентиляционной установки

$$P_{\text{ном. ву.}} = P_{\text{ном. 1 вент.}} \cdot N_{\text{вент.}} = 5,5 \cdot 6 = 33 \text{ кВт}$$

2.6 Расчет и выбор электродвигателя для мостового крана.

Для эффективной работы предприятий необходимо применение различного назначения и исполнения подъемного-транспортных устройств.

К ним относятся подвесные электротележки (тельферы и кран-балки), а также мостовые краны.

Подвесные электротележки применяются в производственных помещениях для подъема и опускания грузов массы до 5 тонн.

Мостовой кран - это грузоподъемное устройство предназначено для вертикального и горизонтального перемещения на небольшие расстояния грузов массы более 5 тонн.

Задан мостовой кран грузоподъемностью 15 тонн.

Расчетная статическая мощность на валу приводного двигателя подъемной лебедки рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{расч.счат.под.}} = \frac{(G+G_o) \cdot V_{\text{под}}}{\eta_{\text{под}}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (15)$$

где $G, Н$ – номинальная сила тяжести поднимаемого груза;

$G_o, Н$ – сила тяжести грузозахватывающего устройства.

В зависимости от номинальной грузоподъемности сила тяжести грузозахватывающего устройства определяется по следующему соотношениям:

$$G_o = (0,02 \div 0,05) \cdot G$$

$\eta_{\text{под}} = 0,8$ о.е – номинальный КПД механической части грузоподъемной лебедки при подъеме полного груза.

Для заданного грузоподъемного механизма при известной его грузоподъемности номинальная масса поднимаемого груза:

$$m_{\text{ном}} = 15000 \text{ кг}$$

Номинальная сила тяжести поднимаемого груза:

$$G = m \cdot g = 15000 \cdot 9,81 = 147150 \text{ Н}$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Расчетная масса грузозахватывающего устройства:

$$m_0 = 0,02 \cdot 15000 = 300 \text{ кг}$$

Сила тяжести грузозахватывающего устройства:

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						26
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_0 = m_0 \cdot g = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ Н}$$

Задаемся величиной номинальной скорости подъема груза:

$$V_{\text{под}} = (0,12 \div 0,2) \text{ м/с},$$

Принимаем, что в соответствии с типом грузоподъемного механизма, номинальная скорость подъема:

$$V_{\text{под}} = 0,12 \text{ м/с}$$

Производим расчет статической мощности нагрузки при подъеме груза:

$$P_{\text{ст}} = \frac{(147150 + 2943) \cdot 0,12}{0,8} \cdot 10^{-3} = 22,5 \text{ кВт}$$

По справочной таблице [13, с.57] в соответствии с расчетной мощностью нагрузки выбираем крановый асинхронный электродвигатель с фазным ротором следующей серии, технические характеристики заносим в таблицу 4.1.

МТФ.

М – машина;

Т – трехфазный;

Ф – класс нагревостойкости изоляции;

Машины с классом «Ф» - крановые; «Н» - краново-металлургические.

Для мостовых кранов, где производится регулировка скорости изменением сопротивления цепи ротора, применяются двигатели с фазным ротором.

Кроме этого двигатели выбираются по величине относительной продолжительности работы крана, а именно. Для мостового крана грузоподъемность до 15 тонн $PВ_{\text{ном}} = 40\%$

Таблица 2.8. Технические характеристики двигателя подъемного механического мостового крана.

Тип двигателя	$PВ_{\text{ном}}, \%$	$P_{\text{ном}}, \text{ кВт}$	$n_{\text{ном}}, \frac{\text{об}}{\text{мин}}$	$I_{1\text{ном}}, \text{ А}$	$\cos\varphi_{\text{ном}}, \text{ о.е.}$	$\eta_{\text{ном}}, \%$	$I_{2\text{ном}}, \text{ А}$	$E_{2\text{ном}}, \text{ В}$	$M_{\text{max}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}$
МТФ412-6	40	30	970	75	0,71	85,5	73	255	932

Сквозная таблица с характеристиками электрооборудования

Таблица 2.9. Сквозная таблица с характеристиками электрооборудования.

№	Наименование электрических приёмников	Кол-во двигателей, шт	Мощность каждого, кВт	Общая мощность, кВт	N, шт	$P_{\text{н}}, \text{ кВт}$

1а...1в	Вентилятор вытяжной	1	5,5	5,5	3	5,5
2а...2в	Вентилятор приточный	1	5,5	5,5	3	5,5
3..5	Сварочный агрегат	1	12	12	3	12
6..8	Токарный автомат	1	6	6	3	6
9..10	Станок зубофрезерный	1	10	10	2	10
11	Станок вертикально-фрезерный	1	11	11	1	11
12..14	Станок круглошлифовальный	1	6	6	3	6
15..17	Станок заточный	1	2,5	2,5	3	2,5
18..19	Станок сверлильный	1	2,2	2,2	2	2,2
20..25	Станок токарный	1	6	6	6	6
26..27	Станок плоскошлифовальный	1	10,5	10,5	2	10,5
28..30	Станок строгальный	1	17,5	17,5	3	17,5
31..34	Станок фрезерный	1	8,5	8,5	4	8,5
35..37	Станок расточной	1	7,5	7,5	3	7,5
38	Кран мостовой	1	44	44	1	44
	Щит освещения	1	24	24	1	24
	Итого		178,7	178,7	43	178,7

3 Расчет электрической нагрузки

При расчете силовых электрических нагрузок важное значение имеет правильное определение электрической нагрузки во всех элементах силовой сети. Завышение нагрузки может привести к перерасходу проводникового материала, удорожанию строительства; занижение нагрузки - к уменьшению пропускной способности электрической сети и невозможности обеспечения нормальной работы силовых электроприемников.

Расчет начинают с определения номинальной мощности каждого электроприемника, независимо от его технологического процесса, средней мощности: мощности, затраченной в течение наиболее загруженной смены, и максимальной расчетной мощности участка, цеха, завода или объекта.

3.1. Расчет среднесменной активной и реактивной мощности.

Сменная мощность учитывает количество мощности, израсходованной в период наиболее загруженной смены.

$$P_{см} = P_{ном} \cdot K_{и} \quad [1, \text{стр. 29}]$$

где $K_{и}$ – коэффициент использования электроприемника

$$Q_{см} = P_{см} \cdot \text{tg}\varphi \quad [1, \text{стр. 29}]$$

Величина $K_{и}$, $\cos\varphi$ и $\operatorname{tg}\varphi$ определяются из таблицы 1 приложения.

Для расчета приемники объединяют в группы с одинаковым режимом работы и, следовательно, с одинаковым $K_{и}$, $\cos\varphi$ и $\operatorname{tg}\varphi$. Таблица составляется на основании сводной таблицы нагрузки участка цеха. Расчет производим в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Расчет сменной мощности.

Наименование электроприемников	N шт	$P_{ном}$ кВт	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_{см}$ кВт	$Q_{см}$ кВт·ар
Вентилятор вытяжной, вентилятор приточный	6	33	0,6	0,8	0,75	19,8	14,8
Сварочный агрегат	3	36	0,25	0,35	2,67	9	24
Станок зубофрезерный Станок вертикально-фрезерный Станок сверлильный Станок токарный Станок плоскошлифовальный Станок строгальный Станок фрезерный Станок расточной	23	201,4	0,17	0,65	1,17	141	165
Токарный автомат Станок круглошлифовальный Станок заточный	9	43,5	0,16	0,6	1,33	7	9,31
Кран мостовой, кран мостовой	2	74	0,1	0,5	1,73	1,4	2,42
Освещение		22,8	1	0,67	1,11	22,8	25,3
Итого	43	410,7	0,49	0,64	-	201	240,83

Определяем среднее значение $\cos\varphi$ для данного участка цеха

$$\cos\varphi = \frac{P_{см\Sigma}}{\sqrt{P_{см\Sigma}^2 + Q_{см\Sigma}^2}} = \frac{201}{\sqrt{201^2 + 240,83^2}} = 0,64$$

где $P_{см\Sigma}$ – активная сменная суммарная мощность;
 $Q_{см\Sigma}$ – реактивная сменная суммарная мощность.

Определяем среднее значение $K_{и}$ для участка цеха:

$$K_{и.ср} = \frac{P_{см\Sigma}}{P_{ном\Sigma}} = \frac{201}{410,7} = 0,49$$

где $K_{и.ср}$ – коэффициент использования электроприемника среднее значение;
 $P_{ном\Sigma}$ – номинальная суммарная мощность.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Расчет электрической нагрузки производится для выбора питающей трансформаторной подстанции, которая выбирается общей для цеха, или нескольких цехов, расположенных в непосредственной близости друг от друга.

Таблица 3.2 Расчет дополнительной нагрузки участка.

$P_{ном}$, кВт	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВар.
400	0,5	0,67	1,1	200	220

Таблица 3.3 Расчет общей сменной мощности участков.

Наименование	$P_{ном}$, кВт	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВар.
Основная мощность	410	0,49	0,64	-	201	240,83
Дополнительная мощность	400	0,5	0,67	1,1	200	220
Итого	810	0,49	0,67	-	401	460,83

3.2 Расчет и выбор компенсирующего устройства.

Расчетная величина $\cos\varphi_{ср} = 0,67$. Согласно ПУЭ для действующих электроустановок требуется нормированное значение \cos .

$$\cos\varphi_{н} = 0,97 \div 0,99$$

Поэтому необходимо принять меры для повышения $\cos\varphi$ до принятого нормируемого значения. Для проектируемого цеха должен быть принят ряд мероприятий, которые обеспечивают повышение $\cos\varphi$ естественным путем, т.е. не требует дополнительных установок и затрат. Но естественных способов повышения $\cos\varphi$ недостаточно, поэтому необходимо выбрать компенсирующее устройство. Наиболее распространенным методом компенсации реактивной мощности является применение конденсаторных установок, которые устанавливаются на подстанции на шинах 0,4 кВ.

Определяем расчетную мощность конденсаторных установок:

$$Q_{ку} = P_{см} \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$$

При $\cos\varphi_{ср} = 0,67$, приняв $\cos\varphi_{н} = 0,96$, определяем $tg\varphi_1$ и $tg\varphi_2$ по справочной таблице.

$$Q_{ку} = 401 \cdot (0,67 - 0,14) = 212,53 \text{ кВар}$$

Предполагается, что на проектируемой подстанции цеха будет установлено два трансформатора (так как электрическая нагрузка представлена в основном потребителями второй категории), поэтому необходимо выбрать две конденсаторные установки.

Выбираем две комплектные конденсаторные установки типа УКМ 58-0,4-200-25 УЗ-У1, $Q_{ку}=200$ кВар.

3.3. Определение максимальной расчетной мощности.

Максимальная мощность – это наибольшая мощность, в течение смены на 30 минут.

$$P_{max} = K_{max} \cdot P_{см}$$

Значение K_{max} определяют из справочной таблицы в зависимости от эффективного числа электроприемников $n_э$ и среднего значения K_u .

Величина $n_э$ может быть определена по соотношению

$$n_э = \frac{2 \cdot P_{ном \Sigma}}{P_{1max}}$$

где P_{1max} – единичная мощность наибольшего электроприемника

$$n_э = \frac{2 \cdot 410,7}{44} = 19$$

Из справочной таблицы выбираем $K_{max} = 1,2$

$$P_{max} = 1,2 \cdot 401 = 481,2 \text{ кВт}$$

Так как $n_э > 10$, то $Q_{max} = Q_{см} = 240,83$ кВар

Теперь можно определить полную расчетную мощность с учетом выбранной КУ.

$$S_{max} = \sqrt{P_{max}^2 + Q_{max}^2}$$

4. Выбор питающей подстанции.

Питание цеховых ТП выполняется либо от главной понизительной подстанции ГПП завода, либо от центрального распределительного пункта ЦРП, или от шин генераторного напряжения ближайшей энергостанции. Напряжение в сети внешнего электроснабжения принимается 10 кВ. Наиболее вероятным вариантом выполнения сети внешнего электроснабжения является использование кабельных линий (КЛ). Воздушные линии (ВЛ) применяются только в случаях. Когда они проходят по незаселённой местности.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						31
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.1. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции.

На проектируемом участке цеха:

$$S_{p\max} = 482,92 \text{ кВА}$$

$U_1 = 10 \text{ кВ}$ – напряжение питающей сети.

$U_2 = 0,4 \text{ кВ}$ – напряжение распределительной сети цеха.

Нагрузка представлена потребителями 2 и 3 категории. Выбираем встроенную в цех комплектную двух трансформаторную подстанцию, с трансформаторами $S_{н.тр} = 630 \text{ кВА}$. При работе двух трансформаторов каждый имеет коэффициент загрузки:

$$K_з = \frac{S_p}{2S_{н.тр}} = \frac{482,92}{2 \cdot 630} = 0,38\%$$

[8, стр. 13]

$$K_{з.ав} = \frac{S_p}{S_{н.тр}} = \frac{482,92}{630} = 0,77\%$$

[8, стр. 13]

В аварийном режиме, при отключении одного из двух трансформаторов $K_{з.ав} = 0,77\%$, то есть загрузка меньше допустимой.

Трансформатор выбираем с завышенной мощностью, учитывая перспективные расширения объекта.

Выбираем трансформатор по каталогу и его технические данные заносим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 Технические параметры трансформатора:

Тип	$S_{ном}$ кВА.	$U_{1н}$ кВ.	$U_{2н}$ кВ.	P_{xx} кВт.	$P_{кз}$ кВт.	$U_{кз}$ %	I_{xx} %
ТМГ11-630/10-У1 (ХЛ1)	630	10	0,4	1,05	7,6	5,5	2

4.2 Выбор конструктивного исполнения подстанции.

Выбор типа, и мощности трансформатора на подстанции обусловлен величиной и характером нагрузок. ТП должны размещаться как можно ближе к центру размещения потребителей, поэтому рекомендуется применять ТП, встроенные в цех. Наибольшее распространение в последнее время получили КТП – комплектные трансформаторные подстанции.

При наличии потребителей 2 категории, а также при наличии неравномерного графика применяют двух трансформаторные подстанции. Число трансформаторов более двух применяется в исключительных случаях принадлежащим обоснованию. Каждый трансформатор должен быть рассчитан на покрытие всех нагрузок 1й и основных нагрузок 2й категории при аварийном режиме.

Для двух трансформаторной подстанции, при аварийном отключении одного из трансформаторов, второй на время ликвидации аварии, должен быть загружен не более чем на 140 % согласно ПУЭ.

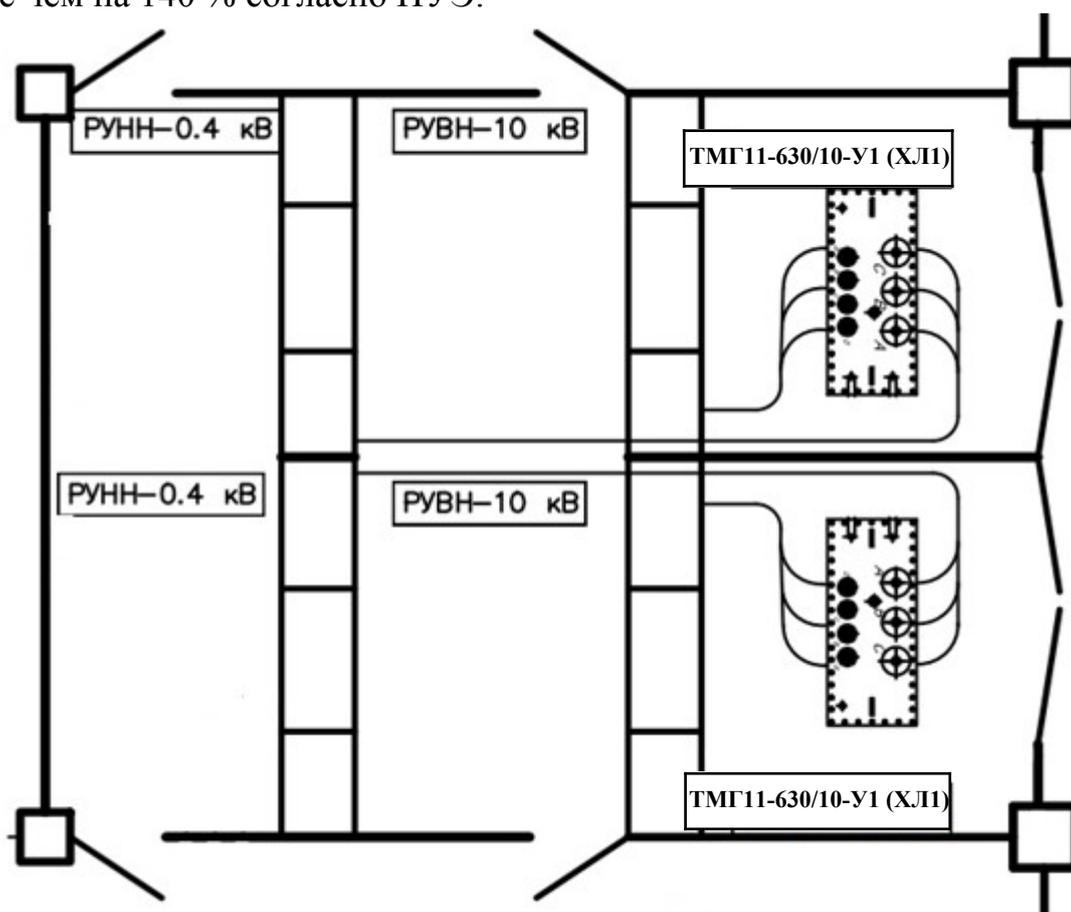


Рисунок Цеховая закрытая трансформаторная подстанция.

5. Выбор питающих кабелей.

Питание цеховой ТП выполняется либо от главной понизительной подстанции ГПП завода, либо от центрального распределительного пункта ЦРП, или от шин генераторного напряжения ближайшей электростанции. Напряжение в сети внешнего электроснабжения принимается 10 кВ. Наиболее вероятным вариантом выполнения сети внешнего электроснабжения является использование кабельных линий (КЛ). Воздушные линии (ВЛ) применяются только в случаях, когда они подходят по незаселенной местности.

Сечение кабелей напряжением выше 1 кВ, согласно ПУЭ, выбирается по экономической плотности тока $J_{эк}$, величина которой определяется из справочной

										Лист
										33
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ					

таблицы в зависимости от T_{\max} и типа изоляции, материала проводника. Питающий кабель будем выбирать с медными жилами и изоляцией из ПВХ пластиката.

При расчетном значении $T_{\max} = 4650,5$ часов из справочной таблицы [1, табл. 6] определяем экономическую плотность тока:

$$J_{\text{э}} = 1,6 \text{ А/мм}^2,$$

Экономическое целесообразное сечение определяется из соотношения:

$$S_{\text{э}} = \frac{I_{\text{расч}}}{J_{\text{э}}}, \text{ мм}^2; [1, \text{стр. 16}]$$

где $I_{\text{расч}}$ – расчетный ток в кабеле

Определяется по формуле:

$$I_{\text{расч}} = \frac{S_p}{U_{\text{ном}} \cdot 2 \cdot \sqrt{3}}, \text{ А}; [1, \text{стр. 16}]$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{482,92}{10 \cdot 2 \cdot \sqrt{3}} = 13,9 \text{ А}.$$

Экономическое сечение $S_{\text{э}}$:

$$S_{\text{э}} = \frac{13,9}{1,6} = 8,69 \text{ мм}^2$$

Выбираем трехжильный кабель типа ВВГнг 3×10 $I_{\text{доп}} = 79 \text{ А}$.

При аварийном режиме, в случае отключения одного из трансформаторов или кабелей, через оставшийся в работе будет протекать ток:

$$I_{\text{р.мах}} = I_{\text{р}} \cdot 2 = 13,9 \cdot 2 = 27,8 \text{ А}$$

Так как $I_{\text{доп.}} > I_{\text{р.мах}}$, следовательно выбранный кабель допускает передачу всей нагрузки в аварийном режиме.

6. Выбор высоковольтного оборудования.

Для питания ТП от сети $U > 1000 \text{ В}$, применим подключение трансформатора через разъединитель и предохранитель.

Питающий кабель $U > 1000 \text{ В}$ был выбран ранее. После выполнения расчёта токов короткого замыкания этот кабель необходимо проверить на термическую устойчивость.

При проверке рассчитывается минимальное допустимое сечение по нагреву токами короткого замыкания $S_{\text{мин}}$.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						34
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S_{min} = \frac{I_n \sqrt{t_{np}}}{c}, \text{ мм}^2 [1, \text{стр.25}]$$

где I_n – периодический ток короткого замыкания;

$C = A_k - A_n$ коэффициент, для кабелей $U = 6 - 10$ кВ с медными жилами $c = 50$.

$$S_{min} = \frac{7050 \cdot \sqrt{0,26}}{50} = 71,9 \text{ мм}^2$$

Проверяем выбранный кабель

Выбранный ранее кабель сечением 10 мм^2 не обеспечивает условия термической устойчивости, поэтому сечение кабеля необходимо увеличить.

Окончательно выбираем кабель: ВВГнг (3×90), $I_{доп} = 279 \text{ А}$.

Производим выбор и проверку разъединителя и предохранителя.

Расчётной точкой короткого замыкания для проверки этих аппаратов является точка К-2.

Для сравнения расчётных величин и допустимых параметров разъединителя и предохранителя составляется таблица 6.1.

Таблица 6.1 Технические данные аппаратов.

Расчётные данные	Данные разъединителя РВ-10/1000 УХЛ2	Данные предохранителя ПКТ-102-10-50-12,5УЗ
$U_k = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$
$I_{pmax} = 27,8 \text{ А}$	$I_{ном} = 1000 \text{ А}$	$I_{ном} = 50 \text{ А}$
$I_y = 18,56 \text{ кА}$	$I_{max} = 20 \text{ кА}$	—
$I_n^2 \cdot t_{np} = 2,99^2 \cdot 0,15 = 1,34$ кА ² ·с	—	—
$I_n = 2,99 \text{ кА}$	—	$I_{откл} = 12,5 \text{ кА}$

7 Разработка принципиальной схемы электроснабжения

Схемы внутреннего электроснабжения могут быть радиальными, магистральными или смешанными. В нашем примере выбираем радиальную схему, в которой все электроприёмники цеха присоединены к силовым распределительным пунктам ПР. Применяют в основном 2 вида ПР, у которых в качестве защитных аппаратов используют предохранители или автоматические выключатели. Наиболее распространенным типом ПР являются силовые пункты с

автоматическими выключателями серий ВА – 51, ВА – 52 типа ПР8501, которые рассчитаны на 6, 8, 10 или 12 присоединений.

При радиальной схеме электроснабжения распределительная сеть выполняется кабелями или проводами, для которых необходимо выбрать способ прокладки.

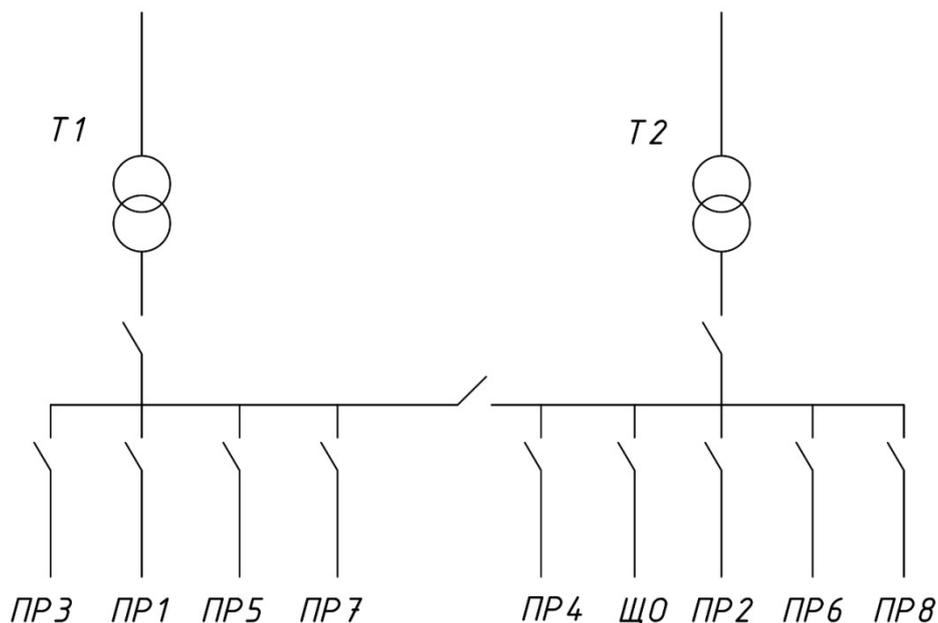
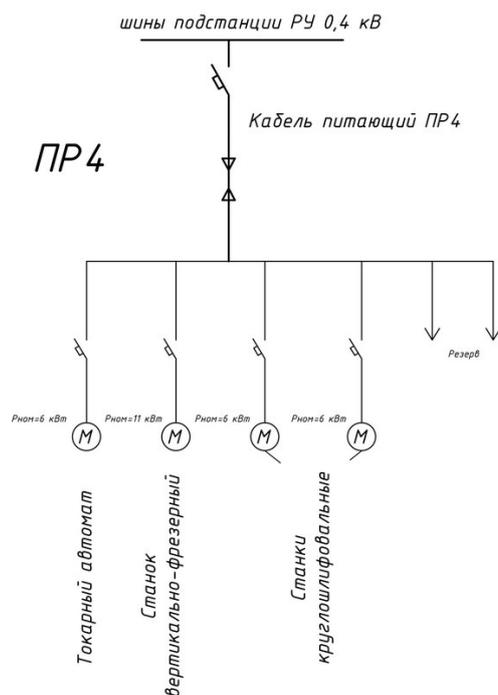


Рисунок Схема электроснабжения

8 Расчет распределительной сети 0,4кВ.

При расчёте распределительной сети необходимо выбрать аппараты защиты: предохранители или автоматы, сечение проводов или кабелей для всех электроприёмников и произвести проверку их на потерю напряжения. Для расчёта распределительной сети необходимо знать величину расчётных токов на всех её участках, поэтому, вначале определяем для всех работающих от этого ПР электродвигателей номинальные и пусковые токи. Порядок расчета выполняем на примере для одного из распределительных пунктов цеха ПР – 4.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						36



Для расчета распределительной сети необходимо знать величину расчетных токов на всех ее участках, поэтому определяем пусковые и номинальные токи для всех электродвигателей, работающих от этого ПР.

$$I_n = \frac{P_n \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, A$$

$$I_n = I_n \cdot 7 = 87,85 A$$

$$I_{\text{пуск}} = I_{\text{ном}} \cdot K_p ; A$$

Составляем таблицу с характеристиками электродвигателей, рассчитываем и заносим в эту же таблицу пусковые и номинальные токи.

Таблица 8.1 Характеристики двигателей ПР – 4.

Наименование станков и тип электродвигателей	P, кВт	I_p/I_n	η , %	$\cos \varphi$	$I_{\text{ном}}$, А	I_p , А
Токарный автомат АИР132S4	6	7	87,5	0,83	12,55	87,85
Станок вертикально-фрезерный АИР132М4	11	7,5	87,5	0,87	21,95	164,6
Станки круглошлифовальные (2шт) АИР132S4	6	7	87,5	0,83	12,55	87,85

Расчет номинального и пускового тока для электродвигателей токарного автомата и круглошлифовального станка:

$$I_n = \frac{6 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,83 \cdot 0,875} = 12,55 \text{ A}$$

$$I_n = 12,55 \cdot 7 = 87,85 \text{ A}$$

Расчет номинального и пускового тока для электродвигателя вертикально-фрезерного станка:

$$I_n = \frac{11 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,875} = 21,95 \text{ A}$$

$$I_n = 21,95 \cdot 7,5 = 164,6 \text{ A}$$

При выборе сечения провода необходимо обеспечить выполнение двух условий:

А) по условию нагрева длительным расчетным током $I_{доп.} > I_{дл.}$

Б) по условию соответствия выбранному аппарату защиты $I_{доп.} > I_{н. защ. п.}$

$I_{дл.}$ определяем как номинальный ток электродвигателя, одновременно работающих на станке, а $I_{кр. max}$ определяется при пуске наибольшего электродвигателя, при условии, что остальные работают в номинальном режиме.

Для вертикально-фрезерного станка $P_{ном} = 11 \text{ кВт}$.

Коэффициент запаса $K = 1,25$

$$I_{дл.} = 21,95 \text{ A}$$

$$I_{кр. max} = 1,25 \cdot 164,6 = 205,75 \text{ A}$$

Выбираем автомат ВА 51-35 $I_{н.а.} = 40 \text{ A}$, $I_{н.р.} = 25 \text{ A}$, $I_{ср.эл.} = 10 \times 25 = 250 \text{ A}$

$I_{ср.эл.}$ задается в каталогах кратностью по отношению к $I_{ном.расц.}$, которая может быть 3,7 или 10. Приняв для выбранного автомата кратность равную 10, $I_{ср.эл.} = 10 \times 25 = 250 \text{ A} \geq I_{кр. max} \times K = 164,6 \times 1,25 = 205,75 \text{ A}$.

Условие выполнено, следовательно, автомат не отключится при пуске электродвигателя.

Выбираем кабель АВВГ(5×2,5), $I_{доп.} = 26 \text{ A}$. [1, таб.8]

По условию механической прочности, согласно ПУЭ сечение проводов для питания силовой нагрузки должно быть не менее 2,5 мм².

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						38
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для токарного автомата и круглошлифовального станка:

$$I_{дл}=12,55А$$

$$I_{кр.мах}=1,25 \times 87,85=109,8 А$$

Выбираем автомат ВА 51-35 $I_{н.а.}=25 А$, $I_{н.р.}=16 А$, $I_{ср.эл}=10 \times 16=160 А$.

Приняв для выбранного автомата кратность равную 10,

$$I_{ср.эл}=10 \times 160=160 А \geq I_{кр.мах} \times K=1,25 \times 87,85=109,8 А.$$

Условие выполнено, следовательно, автомат не отключится при пуске электродвигателя.

Выбираем кабель АВВГ(5×2,5), $I_{доп.}=26 А$.

По результатам расчетов составляем сводную таблицу токоприемников силового пункта ПР – 4.

Таблица 8.2. Сводная таблица токоприемников силового пункта ПР – 4.

Наименование потребителя №	n, шт	P, кВт	$I_{дл}, А / 1,25 \cdot I_{дл}, А$	$I_{кр}, А$	Тип автомата	$I_{на}, А$	$I_{нр}, А$	$I_{срэл}, А$	Тип кабеля	S, мм ²	$I_{доп}, А$
Станок №8	1	6	12,55/15,68	87,85	ВА51-35	25	16	160	АВВГ	2,5	26
Станки №11	1	11	21,95/27,44	164,6		40	25	250		2,5	26
Станки №13,14	2	6	12,55/15,68	87,85		25	16	160		2,5	26

Аналогично рассчитываем ПР – 3:

Рис 9.2 Однолинейная схема ПР – 3.

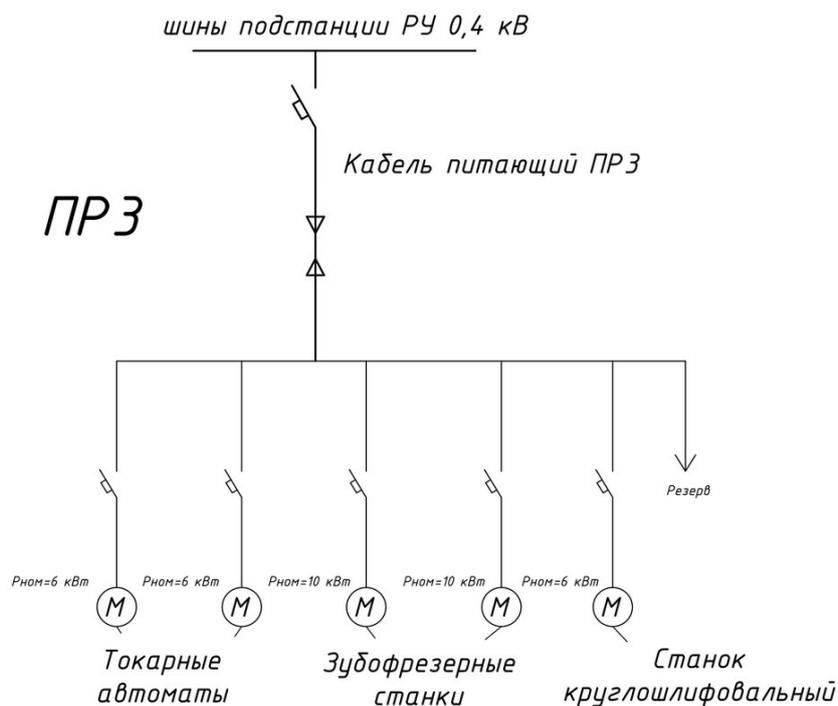


Таблица 8.3 Характеристики двигателей ПР – 3.

Наименование станков и тип электродвигателей	Р, кВт	I_n/I_n	$\eta, \%$	$\cos\varphi$	$I_{ном}, А$	$I_n, А$
Токарные автоматы (2шт) АИР132S4	6	7	87,5	0,83	12,55	87,85
Станки зубофрезерные (2шт) АИР132М4	10	7,5	87,5	0,87	19,96	149,7
Станок круглошлифовальный АИР132S4	6	7	87,5	0,83	12,55	87,85

Расчет номинального и пускового тока для электродвигателя вертикально-фрезерного станка:

$$I_n = \frac{10 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,875} = 19,96 \text{ А}$$

$$I_n = 19,96 \cdot 7,5 = 149,7 \text{ А}$$

Выбираем автоматические выключатели и сечение питающих проводов для всех присоединений ПР-3.

Для зубофрезерного станка $P_{ном} = 10 \text{ кВт}$.

Коэффициент запаса $K = 1,25$

$$I_{дл} = 19,96 \text{ А}$$

$$I_{кр.мах}=1,25 \cdot 149,7=187,12 \text{ А}$$

Выбираем автомат ВА 51-35 $I_{н.а.}=40 \text{ А}$, $I_{н.р.}=25 \text{ А}$, $I_{ср.эл}=10 \times 25=250 \text{ А}$

$I_{ср.эл}$ задается в каталогах кратностью по отношению к $I_{ном.расц.}$, которая может быть 3,7 или 10. Приняв для выбранного автомата кратность равную 10, $I_{ср.эл}=10 \times 25=250 \text{ А} \geq I_{кр.мах} \times K=149,7 \times 1,25=187,12 \text{ А}$.

Условие выполнено, следовательно, автомат не отключится при пуске электродвигателя.

Выбираем кабель АВВГ(5×2,5), $I_{доп.}=26 \text{ А}$.

Для токарного автомата и круглошлифовального станка:

$$I_{дл}=12,55 \text{ А}$$

$$I_{кр.мах}=1,25 \times 87,85=109,8 \text{ А}$$

Выбираем автомат ВА 51-35 $I_{н.а.}=25 \text{ А}$, $I_{н.р.}=16 \text{ А}$, $I_{ср.эл}=10 \times 16=160 \text{ А}$.

Приняв для выбранного автомата кратность равную 10,

$$I_{ср.эл}=10 \times 16=160 \text{ А} \geq I_{кр.мах} \times K=1,25 \times 87,85=109,8 \text{ А}$$

Условие выполнено, следовательно, автомат не отключится при пуске электродвигателя.

Выбираем кабель АВВГ(5×2,5), $I_{доп.}=26 \text{ А}$.

По результатам расчетов составляем сводную таблицу токоприемников силового пункта ПР-3.

Таблица 8.4 Сводная таблица токоприемников силового пункта ПР – 3

Наименование потребителя №	п, шт	Р, кВт	$I_{дл}, \text{ А} / 1,25 \cdot I_{дл}, \text{ А}$	$I_{кр}, \text{ А}$	Тип электродвигателя	$I_{на}, \text{ А}$	$I_{нр}, \text{ А}$	$I_{срэл}, \text{ А}$	Тип кабеля	S, м ²	$I_{доп}, \text{ А}$
Станок №6,7	2	6	12,55/15,68	87,85	ВА51-35	25	16	160	АВВГ	2,5	26
Станки №9,10	2	10	19,96/24,95	149,7		40	50	250		2,5	26
Станки №12	1	6	12,55/15,68	87,85		25	16	160		2,5	26

Для выбора кабеля, питающего ПР – 3 определяем суммарный длительный ток:

$$I_{\Sigma}=12,55 \cdot 2 + 19,96 \cdot 2 + 12,55 = 77,57 \text{ А}$$

Расчетный ток :

$$I_{\text{расч.}} = K_c \cdot I_{\Sigma} = 0,8 \cdot 77,57 = 62,056 \text{ А}$$

где $K_c=0,8$ коэффициент, который учитывает одновременность работы электроприемников и степень их загрузки.

$I_{\text{кр.}}$ определяем как максимальный кратковременный потребителя.

$$I_{\text{кр.}}=149,7+77,57=227,27 \text{ А}$$

Выбираем групповой аппарат ВА-51-31, $I_{\text{н.а.}}=400 \text{ А}$, $I_{\text{н.р.}}=80 \text{ А}$

$$I_{\text{ср.эл.}}=12 \cdot 80=960 \text{ А.} \quad [1, \text{ таб.11}]$$

Выбираем питающий кабель АВВГ- (5×25), $I_{\text{доп}}=94 \text{ А}$. [1, таб.8]

Автомат ВА-51-31 установлен в РУ-0,4 кВ ТП.

Аналогично для выбора кабеля, питающего ПР-4:

$$I_{\Sigma}=12,55 \cdot 2 + 21,95 + 12,55 = 59,6 \text{ А}$$

$$I_{\text{расч.}} = K_c \cdot I_{\Sigma} = 0,8 \cdot 59,6 = 47,68 \text{ А}$$

$$I_{\text{кр.}}=164,6+12,55 \cdot 2 + 21,95 + 12,55 = 224,2 \text{ А}$$

Выбираем групповой аппарат ВА-51-31, $I_{\text{н.а.}}=400 \text{ А}$, $I_{\text{н.р.}}=80 \text{ А}$

$$I_{\text{ср.эл.}}=12 \cdot 80=960 \text{ А.} \quad [1, \text{ таб.11}]$$

Выбираем питающий кабель АВВГ- (5×25), $I_{\text{доп}}=94 \text{ А}$. [1, таб.8]

После расчета и выбора аппаратов кабелей для силовых пунктов, необходимо выбрать защитные аппараты, установленные на ТП в цепи силового трансформатора, секционный автомат и питающий кабель для конденсаторной установки.

Для выбора в цепи силового трансформатора необходимо определить максимальный расчетный ток. Этот ток определяется в режиме аварийного

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						42
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отключения одного из двух работающих трансформаторов, считая, что оставшийся в работе трансформатор перегружен на 40%.

$$I_{\text{max расч}} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{номтр}}}{\sqrt{3} \cdot U}; [1, \text{стр. 33}]$$

$$I_{\text{max расч}} = \frac{1,4 \cdot 630}{1,73 \cdot 0,4} = 1274 \text{ A}$$

Выбираем автоматический выключатель типа ВА 55-43 $I_{\text{ном}}=1600 \text{ A}$. [1, таб.13]
Проверяем выбранный автомат по отключающей способности в режиме короткого замыкания. Расчетной точкой короткого замыкания является точка К-3, для которой в пункте 6 определена величина тока короткого замыкания $I_{\text{п}}=11,97 \text{ кА}$.

Для выбранного автомата действующее значение тока отключения $I_{\text{откл}}=31 \text{ кА}$, так как $I_{\text{откл}} > I_{\text{п}}$, выбранный автомат обеспечивает надежное отключение цепи в режиме короткого замыкания

Выбираем секционный автомат:

$$I_{\text{расч}} = 0,6 \times I_{\text{max. расч}} \quad [1, \text{стр. 33}]$$

$$I_{\text{расч}} = 0,6 \times 1274,4 = 764,64 \text{ A}$$

Выбираем автоматический выключатель ВА 55-41 $I_{\text{ном}} = 1000 \text{ A}$

$$I_{\text{откл}} > I_{\text{п}}, I_{\text{откл}} = 31 \text{ кА}$$

Выбираем автомат в цепи питания конденсаторной установки:

$$I_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{ку}}}{\sqrt{3} \cdot U}; \quad [1, \text{стр.34}]$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{212,53}{1,73 \cdot 0,4} = 307,12 \text{ A}$$

Выбираем автоматический выключатель типа ВА-52-39 $I_{\text{ном}}=630 \text{ A}$ $I_{\text{откл}} > I_{\text{п}}$, $I_{\text{откл}} = 31 \text{ кА}$

Питание конденсаторной установки выполнено по расчетному току и току защитного аппарата.

Выбираем медный кабель ВВГнг 5х150 $I_{\text{доп}}=332 \text{ A}$

В заключение расчета необходимо сделать проверку распределительной сети на потерю напряжения и убедиться, что величина этой потери не превышает 5%, допустимых согласно ПУЭ. Для выполнения этого расчета по плану цеха необходимо определить длину кабелей и проводов.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						43
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По выбранным сечениям кабеля и проводов определяем r_0 и x_0 для всех силовых пунктов

$S_{мм^2}$	r_0 Ом/км	x_0 Ом/км
2,5	7,55	0,116
25	0,743	0,09



Рисунок Длина кабеля и проводников для ПР-4

Определяем величину потери напряжения к индивидуальным потребителям для ПР3:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot L}{U} \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi) \cdot 100\% ; [1, \text{стр } 35]$$

где $\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$

Потеря напряжения в проводе, питающем токарный автомат, ΔU_1 :

$$\Delta U_1 = \frac{\sqrt{3} \cdot 12,55 \cdot 3,12}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,83 + 0,116 \cdot 0,56) \cdot 100\% = 0,001\%$$

Потеря напряжения в проводе, питающем вертикально-фрезерный станок, ΔU_2 :

$$\Delta U_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot 21,95 \cdot 7,6}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,87 + 0,116 \cdot 0,49) \cdot 100\% = 0,005\%$$

Потеря напряжения в проводе, питающем круглошлифовальный станок, ΔU_3 :

$$\Delta U_3 = \frac{\sqrt{3} \cdot 12,55 \cdot 11,03}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,83 + 0,116 \cdot 0,56) \cdot 100\% = 0,04\%$$

Потеря напряжения в проводе, питающем круглошлифовальный станок,
 ΔU_4 :

$$\Delta U_4 = \frac{\sqrt{3} \cdot 12,55 \cdot 11,9}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,83 + 0,116 \cdot 0,56) \cdot 100\% = 0,04\%$$

Для определения $\Delta U_{об}$ в кабеле, питающем ПР-3, определяем среднее значение $\cos \varphi_{cp}$:

$$\cos \varphi_{cp} = \frac{\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2 + \cos \varphi_3 + \cos \varphi_n}{n}; [1, стр 35]$$

$$\cos \varphi_{cp} = \frac{0,83 + 0,87 + 0,83 + 0,83}{4} = 0,84;$$

$$\sin \varphi_{cp} = 0,54;$$

$$\Delta U_{об} = \frac{\sqrt{3} \cdot 77,57 \cdot 13,5}{380 \cdot 1000} \cdot (0,743 \cdot 0,84 + 0,09 \cdot 0,54) \cdot 100 = 0,003\%$$

Таблица 8.5. Суммарная потеря напряжения для ПР – 3.

№ ПР	Потребители	$\ell_{АВВГ}, м$	$\ell_{АПВ}, м$	$\Delta U \%$	$\Delta U_{общ} \%$	$\Sigma \Delta U \%$
4	Токарный автомат	13,5	3,12	0,001	0,003	0,004
	Вертикально-фрезерный станок		7,6	0,005		0,008
	Круглошлифовальный станок		11,03	0,004		0,007
	Круглошлифовальный станок		11,9	0,004		0,007

Аналогично производим расчеты для ПР-3

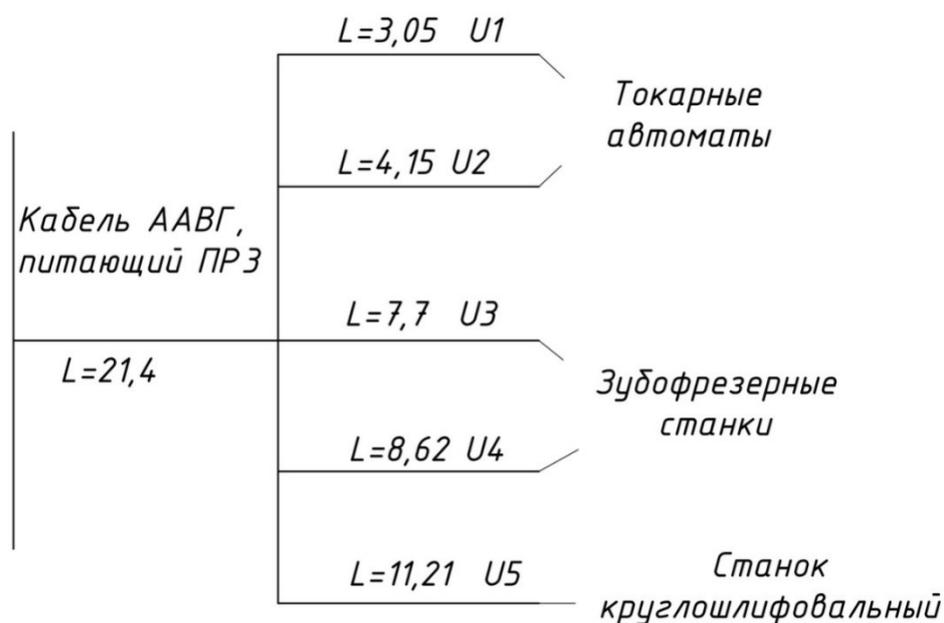


Рисунок - Длина кабеля и проводников для ПР-3

Потеря напряжения в проводе, питающем токарный автомат, ΔU_1 :

$$\Delta U_1 = \frac{\sqrt{3} \cdot 12,55 \cdot 3,05}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,83 + 0,116 \cdot 0,56) \cdot 100\% = 0,001\%$$

Потеря напряжения в проводе, питающем токарный автомат, ΔU_2 :

$$\Delta U_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot 12,55 \cdot 4,15}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,83 + 0,116 \cdot 0,56) \cdot 100\% = 0,001\%$$

Потеря напряжения в проводе, питающем станок зубофрезерный, ΔU_3 :

$$\Delta U_3 = \frac{\sqrt{3} \cdot 19,96 \cdot 7,7}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,87 + 0,116 \cdot 0,49) \cdot 100\% = 0,004\%$$

Потеря напряжения в проводе, питающем станок зубофрезерный, ΔU_4 :

$$\Delta U_4 = \frac{\sqrt{3} \cdot 19,96 \cdot 8,62}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,87 + 0,116 \cdot 0,49) \cdot 100\% = 0,005\%$$

Потеря напряжения в проводе, питающем круглошлифовальный станок, ΔU_5 :

$$\Delta U_5 = \frac{\sqrt{3} \cdot 12,55 \cdot 11,21}{380 \cdot 1000} \cdot (7,55 \cdot 0,83 + 0,116 \cdot 0,56) \cdot 100\% = 0,004\%$$

Для определения $\Delta U_{об}$ в кабеле, питающем ПР-3, определяем среднее значение $\cos\phi_{ср}$:

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$\cos \varphi_{cp}^{\square} = \frac{\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2 + \cos \varphi_3 + \cos \varphi_n}{n}; [1, \text{стр } 35]$$

$$\cos \varphi_{cp}^{\square} = \frac{0,83 + 0,87 + 0,87 + 0,83 + 0,83}{5} = 0,84;$$

$$\sin \varphi_{cp} = 0,54;$$

$$\Delta U_{об} = \frac{\sqrt{3} \cdot 59,6 \cdot 21,4}{380 \cdot 1000} \cdot (0,743 \cdot 0,84 + 0,09 \cdot 0,54) \cdot 100\% = 0,004\%$$

Таблица 8.6. Суммарная потеря напряжения для ПР – 3.

№ ПР	Потребители	$\ell_{АВВГ}$	$\ell_{АПВ}, \text{м}$	$\Delta U \%$	$\Delta U_{общ} \%$	$\Sigma \Delta U \%$
3	Токарный автомат	13,5	3,05	0,001	0,004	0,005
	Токарный автомат		4,15	0,001		0,005
	Станок зубофрезерный		7,7	0,004		0,008
	Станок зубофрезерный		8,62	0,005		0,009
	Круглошлифовальный станок		11,21	0,004		0,08

Поскольку во всех цепях $\sum \Delta U < 5\%$, следовательно, сечение проводов выбрано правильно.

9 Защитное заземление.

Защитным заземлением, выполняемым для обеспечения электробезопасности, выполняется металлическим соединением с защищаемым устройством элементов электроустановок, нормально не находящихся под напряжением.

Защитное заземление, или зануление, металлических нетоковедущих (конструктивных) частей электрооборудования является важной мерой, обеспечивающей электробезопасность обслуживающего персонала.

По мерам электробезопасности электроустановки различают:

Выше 1000В в сетях с эффективно заземленной нейтралью (с большими токами замыкания).

Выше 1000В в сетях с изолированной нейтралью (с малыми токами замыкания).

До 1000В с глухозаземленной нейтралью.

До 1000В с изолированной нейтралью.

Заземление не требуется при напряжении до 42В переменного тока и до 110В постоянного тока во всех случаях, кроме взрывоопасных помещений и совместной прокладки кабеля в металлических оболочках. Заземлять следует корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т.д., приводы

коммутационных электрических аппаратов и вторичные обмотки и сердечники измерительных трансформаторов, каркасы распределительных щитов, щитов управления, осветительных щитов и шкафов, металлические корпуса переносных электроприемников.

В качестве искусственных заземлений применяют вертикально забитые в землю отрезки угловой стали длиной 2,5 - 3 м и горизонтально проложенные круглые и прямоугольные стальные полосы, которые служат для связи вертикальных заземлений. Использование стальных труб не рекомендуется. В качестве естественных заземлителей используют: проложенные в земле стальные водопроводные трубы, соединенные стальными проводниками газо- или электросваркой.

В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников используют: нулевые рабочие проводники сети, металлические конструкции зданий, металлические конструкции производственного назначения, стальные трубы электропроводок, металлические коробки шинопроводов.

9.1 Расчет защитного заземления.

При расчете заземляющего устройства определяется тип заземлителей, их количество и место размещения, а также сечение заземляющих проводников. Этот расчет производится для получения ожидаемого сопротивления заземляющего устройства в соответствии с существующими требованиями ПУЭ.

В качестве искусственного заземлителя используем углубленный прутковый электрод диаметром 16 мм и длиной 5 м, сопротивление которого равно:

$$R_{o,пр} = 0,00227 \rho$$

Величина сопротивления на стороне 0,4 кВ с глухозаземленной нейтралью должна составлять не более 4 Ом, следовательно, при совместном выполнении защитных заземлений общее сопротивление защитного заземления подстанции должно быть не более 4 Ом.

Т.к. величина естественного заземления $R_{ze} = 7$ Ом, больше допустимой защитной по нормам $R_3 \leq 4$ Ом, $R_{ze} = 7$ Ом;

$$\rho_{изм} = 0,4 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см} - \text{удельное сопротивление грунта};$$

$$\Psi = 1,36 - \text{коэффициент повышения сопротивления};$$

$$R_H < 4 \text{ Ом}$$

$$R_u = \frac{R_{ze} \cdot R_3}{R_{ze} - R_3}, \text{ Ом}$$

$$R_u = \frac{7 \cdot 4}{7 - 4} = 9,3 \text{ Ом}$$

$$R_{np} = 0,00227 \cdot \rho_{изм} \cdot \Psi_2, \text{ Ом} (9.1) [13]$$

$$R_{np} = 0,00227 \cdot 0,4 \cdot 10^4 \cdot 1,36 = 12,35 \text{ Ом}$$

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист 48
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приняв длину протяженности заземлителя:

$$L=2(A+B), м (9.2)$$

$$L=2(48+28)=152 м$$

определяем предварительное количество вертикальных заземлителей:

$$n = \frac{L}{a}, шт. (9.3)$$

$$n = \frac{152}{20} = 7,6 шт.$$

При размещении по периметру контура участка цеха общее количество заземлителей принимаем $n = 8$ шт.

Тогда с учетом коэффициента экранирования $\eta=0,78$.

$$R'_u = \frac{R_{np}}{n \cdot \eta}, Ом (9.4)$$

$$R'_u = \frac{12,35}{8 \cdot 0,78} = 1,98 Ом$$

Т.к. $R'_u = 1,98 Ом$ меньше необходимой расчетной величины $R_n = 9,3 Ом$, то число заземлителей $n=8$ шт. выбрано правильно, и учитывать сопротивление протяжного заземления R_n не следует.

ЭО цеха заземлено по внутреннему контуру расположенного по периметру здания, который присоединен в двух местах сварным соединением к внешнему контуру заземления.

10. Технологический раздел.

10.1. Техническое обслуживание электродвигателей.

Техническое обслуживание это - мероприятия профилактического характера, которые поддерживают бесперебойную работу электродвигателя. Мероприятия по техническому обслуживанию проводятся регулярно, через установленные периоды времени, и включают в себя определённый комплекс работ, который описан в регламентах и системе Планово-Предупредительных работ (системы ППР). Все работы по поддержанию необходимого уровня технического состояния оборудования подразделяются на техническое обслуживание (ТО), ремонт электродвигателей, модернизацию и замену. ТО подразделяется на регламентированное и нерегламентированное. Техническое обслуживание и ремонт электродвигателя, так же как и любой машины, проводят на месте установки без демонтажа и разборки. В объем ТО и ремонта электродвигателя входят:

очистка электродвигателя от пыли и грязи;

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						49
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проверка исправности заземления,
проверка крепления электродвигателя и его элементов,
проверка степени нагрева электродвигателя
и уровня вибрации и шума,
надежности контактных соединений;
измерение сопротивления изоляции и устранение обнаруженных неисправностей.

у электродвигателей с фазным ротором проверяют состояние контактных колец и щеточного механизма.

Сроки ТО и ремонта электродвигателей зависят от характеристики помещений и рабочих машин, с которыми они работают. ТО и ремонт электродвигателей серий АИР, 5АИ, 2АИ, АД, АДМ, АДМП, АДММ, АИРМ, ДАТ, 5АМ, 4А общепромышленных, асинхронных, короткозамкнутых, изготовленных в соответствии с ГОСТ 51689-2000 и которые являются аналогами между собой, проводят 1 раз в три месяца, кроме электродвигателей, установленных на зернодробилках, молотилках, прессах, измельчителях кормов (пыльные влажные помещения), для которых ТО и ремонт осуществляют 1 раз в полтора месяца. Такую же периодичность обслуживания имеют электродвигатели, работающие на открытом воздухе или под навесом. Для ТО и ремонт электродвигателей для молочных вакуумных насосов и пастеризаторов (особо сырые помещения) выполняют 1 раз в два месяца. Периодичность ТО и ремонта для электродвигателей серии АО2, установленных в сухих и влажных, а также сырых помещениях, для электродвигателей, используемых в пыльных и особо сырых помещениях, определена в соответствии с ППРЭ – системе планово-предупредительных ремонтов электрооборудования.

10.2 Виды неисправностей и способы их определения

Чтобы определить объем ремонта электрической машины, необходимо выявить характер ее неисправностей. Неисправности электрической машины разделяют на внешние неисправности электродвигателя и внутренние неисправности электродвигателя. К внешним неисправностям относятся: обрыв одного или нескольких проводов, соединяющих машину с сетью, или неправильное соединение; перегорание плавкой вставки предохранителя; неисправности аппаратуры пуска или управления, пониженное или повышенное напряжение питающей сети; перегрузка машины; плохая вентиляция. Внутренние неисправности электрических машин могут быть механическими и электрическими. Механические повреждения: нарушение работы подшипников; деформация или поломка вала ротора (якоря); разбалтывание пальцев щеткодержателей; образование глубоких выработок («дорожек») на поверхности коллектора и контактных колец; ослабление крепления полюсов или сердечника статора к станине; обрыв или сползание проволочных бандажей роторов (якорей); трещины и подшипниковых щитах или в станине и др. Электрические повреждения: межвитковые замыкания; обрывы в обмотках; пробой изоляции на

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						50
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

корпус; старение изоляции; распайка соединений обмотки с коллектором; неправильная полярность полюсов; неправильные соединения в катушках и др.

Наиболее распространенные неисправности асинхронных электродвигателей:

1. Перегрузка или перегрев статора электродвигателя - 31%.
 2. Межвитковое замыкание - 15%.
 3. Повреждения подшипников - 12%.
 4. Повреждение обмоток статора или изоляции - 11%.
 5. Неравномерный воздушный зазор между статором и ротором - 9%.
 6. Работа электродвигателя на двух фазах - 8%.
 7. Обрыв или ослабление крепления стержней в беличьей клетке - 5%.
 8. Ослабление крепления обмоток статора - 4%.
 9. Дисбаланс ротора электродвигателя - 3%.
 10. Несоосность валов - 2%.
- 10.3. Ремонт механической части электродвигателей.

Механические неисправности электродвигателя:

Механические неисправности электродвигателя связаны с его конструкцией.

Износ и трение в подшипниках. Проявляется в повышении механической вибрации и шума при работе. В этом случае требуется замена подшипников, иначе неисправность приведет к перегреву и падению производительности двигателя.

Проворачивание ротора на валу. Ротор может вращаться в магнитном поле статора, а вал будет неподвижен. Требуется механическая фиксация ротора на валу.

Зацепление ротора за статор. Эта проблема связана с механической поломкой подшипников, их посадочных мест или корпуса двигателя. Кроме того, подобная неисправность приводит к повреждению обмотки статора. Практически не подлежит ремонту.

Повреждение корпуса двигателя. Может происходить из-за ударов, повышенных нагрузок, неправильного крепления или низкого качества двигателя. Ремонт является трудоемким из-за трудностей соосной установки переднего и заднего подшипников.

Проворачивание или повреждение крыльчатки обдува. Несмотря на то, что двигатель продолжит работать, он будет перегреваться, что существенно сократит срок его службы. Крыльчатку необходимо закрепить (для этого используется шпонка или стопорное кольцо) или заменить.

10.4 Испытание отремонтированных электродвигателей.

Отремонтированные электродвигатели в зависимости от мощности и назначения подвергаются приемосдаточным испытаниям согласно установленным нормам.

К числу основных испытаний, к которым подвергают электрические двигатели относят:

испытание на повышенную частоту вращения, контроль изоляции между витками,

проведение опыта короткого замыкания;
проверку сопротивления изоляции всех обмоток относительно корпуса и между ними;
правильность маркировки выводных концов;
измерение сопротивления обмоток;
проверку коэффициента трансформации асинхронных двигателей с фазным ротором и холостого хода;
испытание на нагревание под нагрузкой;
испытание электрической прочности изоляции
измерение сопротивления изоляции обмоток от корпуса и между обмотками;
измерение омического сопротивления обмоток постоянным током;
проведение опыта холостого хода.

Каждое электрооборудование после ремонта проходит эти виды испытаний.

При ремонтных работах большое внимание уделяют контролю и испытаниям электродвигателей при выпуске отремонтированной машины. Выводы о качественно проведенном ремонте делаются и на основании сравнения результатов испытания с установленными нормами, и по совокупности результатов всех проведенных испытаний и осмотров. Также в электродвигателях проверяют температуру нагрева подшипников и состояние короткозамыкающего механизма, измеряют воздушный зазор между статором и ротором.

11. Охрана труда.

11.1 Техника безопасности в ремонтно-механическом цехе.

К работе на мостовом кране допускаются лица старше 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда, обученные безопасным методам работы и прошедшие проверку знаний в аттестационной комиссии.

Работники обязаны ежеквартально проходить повторный инструктаж по охране труда по профессии и видам выполняемой работы, очередную проверку знаний – ежегодно.

Рабочие обеспечиваются спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты, в соответствии с действующими нормами (костюм хлопчатобумажный, очки защитные, ботинки кожаные с металлическим носком, рукавицы комбинированные).

Нельзя допускать подъем и перемещение груза над обслуживающим персоналом или иными лицами.

Механизмы оборудования, представляющие опасность для работников, должны быть ограждены съемными откидывающимися или раздвижными ограждениями (кожухами) с блокирующими устройствами, обеспечивающими остановку оборудования при съеме или открывании ограждения и невозможность пуска при открытом ограждении.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						52
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вращающиеся части оборудования, расположенные на высоте ниже 2,5 м от уровня пола или рабочих площадок, должны быть оборудованы сплошными или сетчатыми ограждениями.

Пусковые устройства должны иметь надписи, указывающие их назначение.

На маховиках должны быть стрелки — указатели направления вращения.

Механизмы двуручного управления должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность их случайного нажатия, рычаги управления должны иметь фиксаторы, а ножные педали управления — ограждены с трех сторон.

Электрооборудование, имеющее открытые токоведущие части, должно быть размещено внутри шкафов с запирающимися дверями или закрыто защитными заземленными кожухами при расположении в доступных для людей местах.

Двуручное управление оборудования должно обеспечивать включение хода только при одновременном нажатии механизмов управления (пусковые кнопки, рычаги и т.д.) с рассогласованием не более 0,5 с.

Прессы должны быть оборудованы запирающимися разъединительными устройствами для отключения электродвигателя во время простоя или перерыва в работе.

Инструмент должен находиться в специальных инструментальных шкафах, столиках, расположенных рядом с оборудованием или внутри его, если это представляется удобным, безопасным и предусматривается конструкцией.

При несчастном случае немедленно оказать первую помощь пострадавшему и при необходимости организовать доставку его в лечебное учреждение, сохранить обстановку какой она была на момент происшествия до начала расследования несчастного случая, если это не угрожает жизни и здоровью окружающих.

11.2 Электробезопасность в ремонтно-механическом цехе.

Прежде чем приступить к работе, электромонтер должен ознакомиться с записями в оперативном журнале, принять от электромонтера, сдавшего смену, утвержденную энергетиком техническую документацию, защитные средства по технике безопасности, сделать запись о принятии смены в оперативном журнале и расписаться. Привести в порядок рабочее место, убрать все предметы, которые могут помешать безопасной работе, убедиться в достаточном освещении рабочего места.

Для ремонта электромонтеру необходимо надеть полагающуюся спецодежду, подготовить исправные и испытанные индивидуальные средства защиты (диэлектрические перчатки, галоши).

Обо всех замеченных недостатках на рабочем месте поставить в известность мастера или руководителя работ и до их указаний к работе не приступать.

В порядке текущей эксплуатации дежурному электромонтеру по обслуживанию электрооборудования разрешается произвести следующие работы:

Осмотр электрооборудования;

Замену перегоревших ламп и плавких вставок;

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						53
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ремонт и замену электроаппаратов;
Проверку исправности работы приборов и устройств безопасности, освещения, сигнализации и блокировки, за исключением приборов сигнализации о наличии напряжения на главных троллеях.

Выполнение работ по распоряжению должно производиться двумя лицами, имеющими группу по электробезопасности не ниже III, с полным снятием напряжения, с выполнением необходимых организационных и технических мероприятий согласно требованиям "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" с записью в оперативном журнале.

Периодический осмотр электрооборудования станков имеет цель выявить и устранить возможные неисправности в электрооборудовании, приборах и устройствах безопасности, в силовых цепях, цепях управления, сигнализации, проверить исправность защитных средств по технике безопасности и средств пожаротушения, подтвердить в журнале периодических осмотров, что электрооборудование находится в исправном состоянии.

При передвижении моста крана, лица, производящие осмотр и устранение неисправностей электрооборудования крана, должны находиться в кабине или на настиле моста, при этом следует остерегаться задевания за выступающие части перекрытия, колонны, арматуру.

При выходе на настил галереи крана рубильник должен быть отключен и на его приводе вывешен плакат: "Не включать! Работают люди". Снимать плакат - только по распоряжению оперативного персонала. При проведении осмотра и устранении неисправностей электрооборудования крана необходимо соблюдать все меры предосторожности, применять необходимые исправные и испытанные защитные средства. По окончании ремонта и осмотра все снятые ограждения на электрооборудовании и на электроаппаратах должны быть поставлены на место и укреплены.

При работе с электроинструментами надо следить за тем, чтобы на их шнурах не была повреждена изоляционная оболочка; беречь их от перегибаний, перетираний и увлажнения. Если существует вероятность повреждения шнуров во время работы, их следует закрыть сухим дощатым настилом, поместить в полиэтиленовые трубы или проложить под крышкой электротехнических плинтусов или наличников.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При несчастном случае пострадавший или очевидец обязан немедленно известить мастера или начальника участка, которые должны организовать оказание первой (доврачебной) помощи пострадавшему и направить его в лечебное учреждение. При тяжелом несчастном случае немедленно вызвать "скорую помощь" и известить администрацию.

Требования безопасности по окончании работы.

По окончании смены или работы электромонтер должен:

1. Привести в порядок рабочее место.
2. Убрать детали, материалы, электроаппаратуру и инструмент.
3. Привести в порядок электросхемы и другую техническую документацию.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						54
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Сделать запись в оперативном журнале о техническом состоянии электрооборудования на закрепленном участке.

5. Сдать электромонтеру, принимающему смену, утвержденную энергетиком цеха (участка) техническую документацию, защитные средства по технике безопасности, сделать запись о сдаче смены.

11.3 Пожаробезопасность в ремонтно-механическом цехе.

Все работающие должны проходить специальную противопожарную подготовку:

- противопожарный инструктаж (первичный и вторичный);
- занятия по пожарно-техническому минимуму по специальной программе.

Причинами пожара в электроустановках являются:

- искрение в электрических машинах и аппаратах;
- токи короткого замыкания и перегрузки, приводящие к воспламенению изоляции;
- искрение от электростатических разрядов и ударов молнии;
- плохие контакты в соединениях проводов;
- электродуга между контактами коммутационных аппаратов;
- электродуга при сварочных работах;
- перегрузка или замыкания в обмотках трансформатора при неисправности релейной защиты;

Если горящая электроустановка не отключена и находится под напряжением, то тушение ее представляет опасность поражения электрическим током. Как правило, тушить ручными средствами пожар электрооборудования следует при снятом с него напряжении. Если почему-либо снять напряжение невозможно, то допускается тушение установки, находящейся под напряжением, но с соблюдением особых мер.

11.4. Защита окружающей среды в ремонтно-механическом цехе.

Основные принципы охраны окружающей среды допускают воздействие предприятий на природную среду, исходя из требований в области охраны окружающей среды. При этом снижение негативного воздействия на окружающую среду должно достигаться на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов.

Должностные обязанности инженера по охране окружающей среды квалификационным справочником определены как следующие:

Контроль за соблюдением в подразделениях предприятия экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды,

Разработка проектов перспективных и текущих планов по охране окружающей среды,

Контроль за выполнением планов по охране окружающей среды.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						55
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При проектировании механических цехов должны предусматриваться системы очистки удаляемого воздуха от пыли, паров, аэрозоля СОЖ и ТС согласно действующим санитарным нормам и правилам и НТД.

На действующих предприятиях системы местной вытяжной вентиляции от металлорежущих станков и моечных установок должны быть оборудованы очистные сооружения для очистки удаляемого воздуха от пыли, паров и аэрозоля СОЖ и ТС, а системы удаления сточных вод - от масел и химических соединений.

Подъездные пути к механическим цехам и участкам территории для сбора и переработки стружки от станков, работающих с применением СОЖ и ТС, должны быть покрыты твердыми маслостойкими материалами, оборудованы ливневыми стоками и маслоловушками, исключающими загрязнение водоемов и почвы нефтепродуктами.

12. Организационно-экономический раздел.

Деятельность участка кузнечно-прессового цеха регулируется следующей нормативно-правовой базой:

Совокупность норм и правил, установленных государством и разработанных организацией, регулирующих трудовые отношения между работником и работодателем, представляет собой правовое обеспечение системы управления персоналом.

Государственные нормы закрепляются в нормативных правовых актах, т.е. властных предписаниях государственных органов, устанавливающих, изменяющих или отменяющих нормы права. К нормативным правовым актам, содержащим нормы трудового права, в первую очередь относятся Конституция РФ, Гражданский кодекс РФ (ГК РФ) и Трудовой кодекс РФ (ТК РФ). Кроме того, к этой группе правовых актов следует отнести федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, законы субъектов Российской Федерации, нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, акты органов местного самоуправления, содержащие нормы трудового права, нормативные акты (приказы, инструкции и т.п.) министерств и ведомств.

Большое значение в регулировании трудовых отношений имеют локальные акты, т.е. официальные документы организации, имеющие юридическую силу, а также другие документы правового характера, устанавливающие нормы и определяющие порядок, приемы, формы, процедуры, необходимые в управлении работниками организации.

12.1 Организация текущего и перспективного планирования работы производственного подразделения

Основным документом, по которому организуется работа по осуществлению планово-предупредительного ремонта всего эксплуатируемого и резервного оборудования, является годовой план ППР энергетического хозяйства предприятия на основе которого определяется потребность в ремонтно-эксплуатационном персонале, в материале запасных частях в покупных комплектующих изделия. Так

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						56
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

же документами по которым организуется работа на предприятии являются: наряд-допуск, распоряжение, в порядке текущей эксплуатации.

12.2 Организация работы производственного подразделения

Организации работы подразделения регламентируются правилами внутреннего трудового распорядка, который регламентирует режим рабочего времени, права и обязанности сторон и многие другие аспекты касающиеся работы подразделения. Так же для стимулирования, премирования и справедливой оценки проделанной работы, ее оплаты, ведется табель учета рабочего времени в который заносятся количество отработанных работниками часов. Для обеспечения нормальных условий труда и отдыха введено внутреннеерасписание труда и отдыха. Применяется тарификация для организации оплаты работникам, в зависимости от сложности проделанной работы и разряда работника.

Также труд работников регламентируется КЗОТ (Кодекс законов отруде Российской федерации). На предприятии проводятся программы для стимулирования профессионального роста работников, повышение разряда, квалификации, переобучение за счет предприятия.

12.3 Мотивация труда персонала и расчет заработной платы работников.

Мотивация труда – одна из важнейших функций менеджмента, представляющая собой стимулирование работника или группы работников к деятельности по достижению целей предприятия через удовлетворение их собственных потребностей. Главные рычаги мотивации – стимулы и мотивы.

Стимул – материальная награда определенной формы, например, заработная плата. В отличие от стимула мотив является внутренней побудительной силой: желанием, влечением, ориентацией, внутренними целевыми установками.

Иерархия потребностей по А.Маслоу (от наиболее важных к наименее):

- 1) физиологические потребности (в пище, жилище, тепле и т. д.);
- 2) потребность в безопасности (в защите и порядке);
- 3) социальные потребности (потребности входить в какую-либо группу, поддерживать с членами этой группы дружеские отношения и др.);
- 4) потребность в уважении (потребность в самоуважении и уважении других людей, престиже, славе и др.);
- 5) потребность в самовыражении (потребность полностью развить свой творческий потенциал в работе, образовании и воспитании детей и т. п.).

Существуют и другие, достаточно распространенные классификации потребностей работников, например, разделение их на материальные, духовные, социальные. Наиболее эффективными стимулирующими факторами являются соответствие выполняемой работы потребностям человека в самоутверждении как личности и возможность самовыражения.

Основные формы мотивации работников предприятия:

- 1) заработная плата – оценка вклада работника в результаты деятельности предприятия. Она должна быть сопоставима и конкурентоспособна с оплатой

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						57
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

труда на аналогичных предприятиях отрасли и региона. Заработок работника определяется в зависимости от его квалификации, личных способностей и достижений в труде. Существуют различные премии и доплаты;

2) система внутрифирменных льгот работникам: субсидированное и льготное питание, продажа продукции предприятия своим работникам со скидкой, оплата расходов на проезд до места работы и обратно, предоставление своим работникам ссуд (беспроцентных или под низкий процент), предоставление права пользования транспортом фирмы, страхование здоровья работников за счет предприятия, эффективное премирование, доплаты за стаж;

3) нематериальные льготы: предоставление права на скользящий, гибкий график работы, предоставление отгулов, увеличение продолжительности оплачиваемого отпуска за достижения в работе, более ранний или поздний выход на пенсию;

4) повышение содержательности труда, самостоятельности, ответственности работника, привлечение его к управлению предприятием;

5) создание благоприятной социальной атмосферы, устранение статусных, административных, психологических барьеров между отдельными группами работников, развитие доверия и взаимопонимания внутри коллектива, моральное поощрение работников;

6) продвижение работников по службе, планирование их карьеры, оплата обучения и повышения квалификации.

Данные мероприятия по повышению мотивации труда позволяют более эффективно использовать трудовой потенциал предприятия и повышать его конкурентоспособность на рынке.

3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Расчет фонда заработной платы.

Тарифная ставка для электриков:

$Q_6=105$ руб

$Q_5=80$ руб

Расчет заработной платы для (дневного) электрика по ремонту электрооборудования.

Основной фонд заработной платы.

$$Z_{o.p.} = T_{общ} \cdot Q \text{ руб.} \quad [2, \text{стр.8}]$$

$$Z_{o.p.} = 1474,51 \cdot 105 = 154823,55 \text{ руб.}$$

Рассчитываем районный коэффициент для Томской области 30%

$$D_{p.k.} = \frac{Z_{o.p.} \cdot 30}{100} \text{ руб.}$$

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						58
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$D_{p.k} = \frac{154823,55 \cdot 30}{100} = 46447,06 \text{ руб.}$$

Доплаты составляют 60% от основного фонда заработной платы.

$$D_p = \frac{Z_{o.p.} \cdot 60}{100} \text{ руб.} \quad [2, \text{стр.8}]$$

$$D_p = \frac{154823,55 \cdot 60}{100} = 92894,13 \text{ руб.}$$

Общий фонд заработной платы.

$$Z_{\text{общ}} = Z_{op} + D_{p.k} + D_p \text{ руб.} \quad [2, \text{стр.9}]$$

$$Z_{\text{общ}} = 154823,55 + 46448,06 + 92894,13 = 294165,74 \text{ руб.}$$

Среднемесячная заработная плата

$$Z_{\text{ср.р.}} = \frac{Z_{\text{общ}}}{P_p \cdot 12} \quad [2, \text{стр.9}]$$

$$Z_{\text{ср.р.}} = \frac{294165,74}{8,8} = 33427,92 \text{ руб.}$$

где P_p – количество работников

Начисления в фонд социального страхования составляет 30,2% от общего фонда заработной платы

$$H_{c/cф} = Z_{\text{общ}} \cdot 0,302 \quad [2, \text{стр.9}]$$

$$H_{c/cф} = 294165,74 \cdot 0,302 = 88838,05 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы дежурных электриков.
Основной фонд заработной платы.

$$Z_{\text{од}} = \sum F_{\text{эф.р.}} \cdot R_d \cdot Q \text{ руб.} \quad [2, \text{стр.9}]$$

$$Z_{\text{од}} = 2 \cdot 1698,5 \cdot 80 = 271760 \text{ руб.}$$

где R_d – количество дежурных электриков данного разряда

Q – часовая тарифная ставка данного разряда

Рассчитываем районный коэффициент для Томской области 30%

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$D_{p.k} = \frac{Z_{o.d.} \cdot 30}{100} \text{ руб.}$$

$$D_{p.k} = \frac{271760 \cdot 30}{100} = 81528 \text{ руб.}$$

Доплаты составляют 60% от основного фонда заработной платы

$$D_d = \frac{271760 \cdot 60}{100} = 163056 \text{ руб.}$$

Общий фонд заработной платы.

$$Z_{\text{общ}} = 271760 + 163056 + 81528 = 516344 \text{ руб.}$$

Начисления в фонд социального страхования составляет 30% от общего фонда заработной платы.

$$H_{c/cф} = Z_{\text{общ}} \cdot 0,302 \quad [2, \text{стр.9}]$$

$$H_{c/cф} = 516344 \cdot 0,302 = 155935,89 \text{ руб.}$$

Среднемесячная заработная плата.

$$Z_{\text{ср.д.}} = \frac{516344}{2 \cdot 12} = 21514,33 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 Сводная ведомость заработной платы

№ п/п	Категории работников	Основной фонд з/п руб.	Доплаты руб.	Общий фонд з/п руб.	Начисление в фонд соц. страх. руб.
1	Ремонтный персонал	154823,55	92894,13	294165,74	88838,0
2	Дежурный персонал	271760	163056	516344	155935,89

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

В дипломной работе «Обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования ремонтно-механического цеха инструментального завода» приведена краткая характеристика, виды установленного оборудования – вентиляционной установки, станков, грузоподъемного механизма. Приводится характеристика, электрическая схема управления вертикально-фрезерного станка (ВФС). Произведен расчет мощности и выбор главного двигателя. Типа АИР132М4, мощностью $P = 11 \text{ кВт}$.

Произведен расчет осветительной установки – установлены светильники типа РСП-05 незащищенного исполнения с лампами ДРЛ-400 в количестве 60 шт. с суммарной мощностью $P_{\text{оу}} = 24 \text{ кВт}$.

Произведен расчет вентиляционной установки (для вентиляции выбрано 6 двигателей АИР112М4 $P_n = 5,5 \text{ кВт}$ каждый).

Для транспортировки тяжелых грузов, загрузки и разгрузки материалов используется мостовой кран грузоподъемностью 5 тонн. Выбран крановый электродвигатель типа МТФ412-6, мощностью $P = 30 \text{ кВт}$.

Был произведен расчет электрической нагрузки, по результатам которой была выбрана подстанция с 2 трансформаторами типа ТМГ11-630/10-У1 (ХЛ1), для питания этой подстанции выбран высоковольтный кабель ВВГнг 3×10 $I_{\text{доп}} = 79 \text{ А}$, который обеспечивает термическую устойчивость; разъединитель нагрузки РВ-10/1000 УХЛ2 предохранители типа ПКТ-102-10-50-12,5УЗ.

Разработана схема электроснабжения.

Произведен расчет и выбор аппаратуры управления и защиты, а также выбраны кабели для схемы электроснабжения участка кузнечно-прессового цеха: автоматические выключатели типов ВА 51-31; ВА 51-35; ВА-52-39 кабели марки АВВГ, ВВГнг. Рассмотрена технологическая часть, защитное заземление, рассчитано $R_{\text{и}} = 1,98 \text{ Ом}$ и выбрано конструктивное выполнение защитного заземления: стальной пруток $d = 16 \text{ мм}$ и $L = 5 \text{ м}$.

Рассмотрены техника безопасности, электробезопасность, пожаробезопасность и защита окружающей среды.

Расписан список литературы, по которому произведены все расчеты дипломного проекта.

ЛИТЕРАТУРА

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						61
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Айзенберг Б.Ю. «Справочная книга по светотехнике». М.: Энергоатмиздат. 2012г.
2. Алексеев Ю.В. и др. Крановое электрооборудование, «Энергия» 2010г.
3. Алиев И.И. Электротехнический справочник. – 2-е издание, доп. – М.: Высш.шк.,2010.
4. Барыбина Ю.Г. и др. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. Москва, Энергоатомиздат, 2014г.
5. Герасимов В.Г. Электротехнический справочник. том II, III под ред. Энергоатомиздат 2012г.
6. Дорофенюк А.С., А.П. Хечумян. “Справочник по наладке электроустановок”. 2015г.
7. Дьяков В.И. «Типовые расчеты по электрооборудованию». М.: Энергоиздат 2013г.
8. Зимин Е.К. и др. «Электрическое оборудование промышленных предприятий и установок». Энергоиздат 2012год.
9. Кнорринг Г.М. «Осветительные установки». М.: Энергоиздат 2012г.
10. Липкин Б.Ю. “Электроснабжение промышленных установок”, Москва, Высшая школа, 2015г.
11. Неклепаев Б.Н.Крючков И.П. Крючков «Электрическая часть электростанций и подстанций» справочный материал для дипломного проектирования. Москва, Энергоатомиздатель, 2015г.
12. ПУЭ, ПТЭ, ПТБ.
13. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий». М.: ПрофОбрИздат 2013 г.
14. Синягин Н.Н., Справочник «Система ППР оборудования и сетей промышленной энергетики», М. «Энергия», 2016г.
15. Соколова Е.М. «Электрическое и электромеханическое оборудование». М.: Мастерство 2016г.
16. Усатенко С.Г. «Выполнение электрических схем по ЕСКД». М.: Издательство стандартов. 1989г.
17. Шеховцов В.П. «Электрическое и электромеханическое оборудование». М.: Форум-Инфа-М. 2014г.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист 62
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В общем разделе ВКР представлены общие сведения о предприятии, дана характеристика применяемого оборудования, характеристика энергоснабжения предприятия, в соответствии с классификацией категорий по надежности потребителей. Дан подробный анализ видов работ и услуг, как один из факторов успешности предприятия.

В технологическом разделе дано обоснование выбора электрооборудования, исходя из условий работы предприятия, описание технологического процесса обработки изделий. Выполнен расчет нагрузок электроприемников, токов короткого замыкания, освещения. На основании расчетов выбран трансформатор для питания электроприемников и соответствующая аппаратура управления и защиты.

В экономическом разделе определены: основной фонд ЗП, стоимость материалов, выполнено планирование себестоимости по элементам затрат.

Большое внимание уделено охране труда и технике безопасности при работе со станочным оборудованием.

Цели и задачи выпускной квалификационной работы достигнуты.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						63
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. - М.: Транспорт, 2014 г.
2. Капагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. - М.: Мастерство. Высшая школа, 2015. - 496 с.
3. Колубаев Б.Д., Туревский И.С. Дипломное проектирование стандарт технического обслуживания автомобилей ИД «Форум» - 2014 г.
4. Туревский И.С. Дипломное проектирование автотранспортных предприятий ИД «Форум»- 2016г.
5. Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта И.Ц. Академия 2016 г.
6. Власов В.М. ТО и ремонт автомобилей. Учебник, Академия 2016г.
7. Тарасов В.В., Сарбаев В.И. Техническая эксплуатация автотранспортных средств./ Под ред. В.В. Тарасова - М.: Компания «Автополис-плюс», 2014.- 208 с.
8. Туревский И.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Часть 1-2. Организация, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта: Учебное пособие. - М.: ИНФРА - М.: 2015. - 256 е.: ил. - (Профессиональное образование).
- 11 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М, Круглов и др./ Под ред. В.М, Власова. - М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 480 с.
- 12.Сергеев А.И. Проектирование приспособлений./ Под. ред. В,П, Апсина - М./МАДИ, 2014. - 116 с.
13. Быков А.Н., Мещеряков В.О. и др. Менеджмент на автомобильном транспорте в условиях рынка. (Учебное пособие) /Под ред. Л.Б. Миротина - М.: АОЗТ «ЭКМИ», 2015.- 152 с.
14. Власов В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. –М.: Издательский центр «Академия», 2015-432 с
15. Виноградов В.М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей. – М.: Издательский центр «Академия» , 2014.-272 с.
16. Графкина М.В. Охрана труда. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. -176с.

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
						64
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					ВКР.13.02.11.00.04.45. ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65