# **Содержание**

Введение

1. Анализ технологического процесса и разработка технического задания

1.1 Анализ технологического процесса балансировки, выявление недостатков

1.2 Обзор оборудования применяемого для балансировки

1.3 Постановка задачи дипломного проекта

2. Разработка участка

2.1 Разработка технологического процесса

2.2 Разработка устройства набора грузиков

2.3 Выбор оборудования

2.4 Планировка участка

3. Разработка системы управления установкой

3.1 Построение структурной схемы системы управления

3.2 Разработка функциональной схемы системы управления

3.3 Разработка циклограммы работы установки

3.4 Выбор датчиков, исполнительных устройств

3.5 Определение требований и выбор контроллера

3.6 Проектирование электрической схемы подключений СУ

3.7 Проектирование электрической силовой схемы системы управления

4. Расчетная часть

4.1 Расчет исполнительных устройств

4.2 Расчет элементов схемы электрической принципиальной силовой

5. Математическое описание системы управления и разработка алгоритма управления

5.1 Определение входных и выходных переменных

5.2 Разработка математической модели

5.3 Разработка алгоритма управления

5.4 Разработка программы работы установки

6. Расчет экономической эффективности

6.1 Расчет себестоимости операции

6.2 Расчет инвестиций

6.3 Расчет показателей экономической эффективности

6.4 Вывод

7. Разработка мероприятий по БЖД

7.1 Микроклимат на рабочем месте

7.2 Расчет вентиляции

7.3 Организация техники безопасности на рабочем месте

7.4 Пожаро–электробезопасность

7.5 Правовые вопросы БЖД

7.6 Вывод

Заключение

Список использованных источников

**Введение**

балансировка оборудование технологический датчик

Одной из особенностей современного технического прогресса является систематический рост рабочих скоростей вращения роторов машин, приборов и механизмов. Например, частота вращения роторов центрифуг доходит до 500 тыс. об/мин, а некоторых деталей текстильных машин — до 1 млн. об/мин. Вполне естественно, что с увеличением скоростей вращения возникают и повышенные вибрации.

Вибрации, возникающие при работе машин и механизмов, создают дополнительные нагрузки на детали, увеличивают их износ, снижают срок службы изделий, оказывают неблагоприятное физиологическое воздействие на организм человека. Разрушение опор и фундаментов машин, повышенный износ автомобильных шин, некачественное воспроизведение магнитофонной записи — все это и многое другое в большинстве случаев связано с высоким уровнем вибрации. Поэтому борьба с вредными вибрациями — актуальная проблема современного машиностроения и приборостроения. В то же время, вибрации, используемые при работе формовочных и литейных машин, при погружении свай и труб в грунт, при уплотнении бетона и во многих других производственных процессах, являются полезными.

В процессе проектирования машин и механизмов стремятся уменьшить вредные вибрации, выбирая наиболее правильные решения в отношении конструкции и технологии изготовления, добиваются весовой симметрии всех движущихся частей путем уравновешивания. Однако, в процессе изготовления и эксплуатации деталей и узлов возникают условия, нарушающие симметрию и приводящие к неуравновешенности. Для уменьшения неуравновешенности при изготовлении, ремонте, эксплуатации производят балансировку тел вращения путем изменения их массы или геометрии.

Надлежащая балансировка деталей автомобиля удлиняет срок службы на 25 ... 100%, повышает полезную мощность двигателя на 10%. Балансировка увеличивает в 3 раза стойкость алмазных кругов, снижает в 4 раза волнистость обрабатываемой поверхности. Подобные примеры можно привести для изделий и других отраслей машиностроения. Первоначально уравновешивание вращающихся масс проводилось лишь расчетным путем при конструировании. Необходимость и динамической балансировке как операции технологического процесса изготовления возникла в связи с внедрением высокооборотных паровых турбин. Первые балансировочные станки появились в России, Швейцарии и Германии в конце XIX начале XX вв.

Бурное развитие машиностроения и приборостроения в середине нашего века потребовало решения многих вопросов балансировочной техники. Была начата разработка вопросов теории балансировки роторов, уравновешивания механизмов; созданы станки для балансировки деталей массой от нескольких граммов до сотен тонн, высокопроизводительные балансировочные автоматы и автоматические линии. Балансировка космических летательных аппаратов производится с минимальной скоростью вращения до 30 об/мин, а центрифуг — при скорости вращения 12 ООО об/мин. [1]

В развитии машиностроения за последние годы происходят принципиальные изменения. Современные условия производства требуют создания новой техники, машин и механизмов, не уступающих мировым образцам. Для достижения высокого уровня производства и высокой производительности труда необходимо непрерывно обеспечивать повышение темпов технологических процессов на основе применения прогрессивного режущего инструмента, расширение применения оборудования с ЧПУ, создание роботизированных станочных комплексов и гибких производственных систем, с управлением от ЭВМ.

Применение гибких производственных систем и роботизированных технологических комплексов обеспечивает:

-увеличение уровня технической вооруженности производства за счет автоматизации практически всех основных и вспомогательных и вспомогательных операций;

-повышение производительности труда;

-решение проблемы сокращения дефицита рабочих, выполняющих как основные, так и вспомогательные операции;

-изменение условий и характера труда за счет увеличения доли умственного и сведения к минимуму физического труда.

Проект представляет собой расчетно-графическую работу, в которой обобщаются все технологические познания и навыки, приобретенные за время обучения. Максимальное приближение проекта к реальным условиям производства повышает заинтересованность в более глубокой разработке проекта.

**1. Анализ технологического процесса и разработка технического задания**

## **Анализ технологического процесса балансировки, выявление недостатков**

Технологический процесс устранения дисбаланса приваркой дуговой сваркой балансировочных грузиков.

1. Передать балансируемый узел на рабочее место сварки. Узел поступает на сварку в автоматическом цикле.
2. Установить узел в удобное для сварки положение нажатием кнопки на пульте управления.
3. Установить на узел кожух защитный для защиты обработанной поверхности обода тормозных барабанов и ступиц от сварочных брызг.
4. Взять балансировочные грузики поз.2, 3,4 из отсеков бункера в различных сочетаниях по сигналам светового табло балансировочного станка. Допустимый дисбаланс 1 кг·см , дисбаланс устранить приваркой необходимого количества грузиков массой 60, 90, 180 грамм.
5. Уложить балансировочные грузики по диаметру барабана грузик на грузик.
6. Взять в руки горелку, опрыскать силиконовой смазкой сопло, наконечник сварочной горелки. (Опрыскивание производить периодически по мере необходимости).
7. Приварить грузики к ступице с тормозным барабаном механизированной электродуговой сваркой в среде СО2 электрозаклепочным швом по Ø 15 мм по ГОСТ14776-79-УП-Н5 (допускается вогнутость шва до 2мм - см. эскиз) и по необходимости другими типами швов по ГОСТ 14771-76 -УП в различных сочетаниях:
8. грузика по 180 грамм плюс 3 грузика по 90 грамм;
9. грузика по 180 грамм плюс 2 грузика по 90 грамм;
10. 1 грузик по 180 грамм плюс 2 грузика по 90 грамм;
11. 1 грузик по 180 грамм плюс 1 грузика по 90 грамм плюс 1 грузик по 60 грамм;
12. грузика по 90 грамм плюс 3 грузика по 60 грамм;
13. грузиков по 90 грамм ;
14. 4 грузика по 90 грамм;
15. грузика по 90 грамм плюс 2 грузика по 60 грамм плюс 2 грузика по 30 грамм и т.д. в различных сочетаниях.
16. Снять с тормозного барабана защитный кожух, отложить на стол приемный.
17. Зачистить от сварочных брызг поверхность балансировочных грузиков и поверхность на буртике барабана по мере необходимости.
18. Регулировать подачу сварочной проволоки в горелке перед сваркой и в процессе сварки, лишний вылет проволоки откусить плоскогубцами.

Выполнение данного техпроцесса производится рабочим-сварщиком. Рабочий смотрит на показания индикатора дисбаланса, набирает из тар с маленькими и большими грузиками необходимый для устранения дисбаланса набор грузиков. Затем раскладывает грузики по радиусу тормозного барабана и приваривает грузики дуговой сваркой с помощью сварочного полуавтомата в среде углекислого газа. В данном технологическом процессе есть несколько отрицательных сторон. Во-первых, процесс приварки балансировочных грузиков сопровождается выделением большого количества тепла, ультрафиолетового излучения и вредных для здоровья человека газов. Во-вторых большую роль в выполнении техпроцесса имеет человеческий фактор.

## **Обзор оборудования применяемого для балансировки**

Оборудование для для балансировки ступиц с тормозным барабаном в сборе входит в состав линии MORANDO и включает в себя:

Установка для балансировки ступиц с тормозным барабаном в сборе. Технические характеристики установки для балансировки тормозных барабанов в сборе со ступицей приведены в таблице 1.

Технические характеристики приведены в таблице 2.

Работу по приварке балансировочных грузиков выполняет сварщик.

Таблица 1 Технические характеристики установки

|  |
| --- |
| Технические данные изделий, подлежащих балансировке |
| Наибольший диаметр, мм  | 474 |
| Высота, мм  | 290 |
| Масса, кг  | 75  |
| Допустимый остаточный дисбаланс, гмм  | 104 |
| Параметры балансировки |
| Частота вращения изделия при балансировке (измерение параметров дисбаланса), об/мин  | 500 |
| Наименьший измеряемый дисбаланс, гмм  | 500 |
| Продолжительность цикла не более, с  | 30 |
| Габаритные размеры установки  |
| Длина , мм  | 3200 |
| Ширина, мм  | 2735 |
| Высота, мм  | 2610 |
| Масса установки |
| Масса, кг  | 3100  |

Таблица 2 Технические характеристики полуавтомата сварочного

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Значение |
| Номинальное напряжение питающей сети, В при частоте 50 Гц | 380 |
| Номинальное напряжение питающей сети, В при частоте 60 Гц | 380 |
| Род сварочного тока | Постоянный |
| Номинальный сварочный ток, А | 315 |
| Режим работы | Прерывистый |
| Продолжительность работы при номинальном токе, % | 60 |
| Длительность цикла, мин | 5 |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 50-315 |
| Диаметр электродной проволоки, мм | 0.8-1.4 |
| Скорость подачи электродной проволоки, м/мин | 2-20 |
| Масса электродной проволоки, кгв кассетных устройствах: К0-01УЗ | 5 |

## **Постановка задачи дипломного проекта**

Целью дипломного проекта является повышение качества и скорости процесса балансировки тормозного барабана в сборе со ступицей за счет разработки и внедрения автоматизированной установки для балансировки.

Для достижения цели в работе поставлены следующие задачи:

- Анализ техпроцесса балансировки,

- Выявление недостатков техпроцесса, постановка задачи.

- Обзор оборудования применяемого для балансировки

- Разработка технологического процесса

- Разработка устройства набора грузиков

- Планировка участка.

- Разработка структуры системы управления.

- Разработка функциональной схемы системы управления

- Разработка циклограммы работы установки

- Выбор аппаратной части Системы управления (контроллера, датчиков, исполнительных устройств).

- Разработка математической модели

- Разработка алгоритма управления

- Разработка программы работы установки

- Расчёт экономической эффективности.

- Разработка мероприятий по технике безопасности и пожарной безопасности.

**2. Разработка участка**

## **2.1 Разработка технологического процесса**

В новом техпроцессе работу, выполнявшуюся раннее сварщиком выполняет Устройство набора и установки грузиков, а так же сварочный робот.

1. Передать балансируемый узел на рабочее место сварки. Узел поступает на сварку в автоматическом цикле.
2. Установить узел в удобное для сварки положение. Узел становится в вертикальное положение в автоматическом цикле.
3. Отсчитать балансировочные грузики поз.2, 3,4 из отсеков бункера в различных сочетаниях по сигналам светового табло балансировочного станка. Допустимый дисбаланс 1 кг·см , дисбаланс устранить приваркой необходимого количества грузиков массой 60, 90, 180 грамм. Грузики отсчитываются в автоматическом цикле.
4. Уложить балансировочные грузики по диаметру барабана грузик на грузик. Грузики устанавливаются на барабан в автоматическом цикле.
5. Приварить грузики к ступице с тормозным барабаном электродуговой сваркой в среде СО2 электрозаклепочным швом по Ø 15 мм по ГОСТ14776-79-УП-Н5 (допускается вогнутость шва до 2мм) и по необходимости другими типами швов по ГОСТ 14771-76 -УП в различных сочетаниях:
6. 3 грузика по 180 грамм плюс 3 грузика по 90 грамм;
7. 2 грузика по 180 грамм плюс 2 грузика по 90 грамм;
8. 1 грузик по 180 грамм плюс 2 грузика по 90 грамм;
9. 1 грузик по 180 грамм плюс 1 грузика по 90 грамм плюс 1 грузик по 60 грамм;
10. 3 грузика по 90 грамм плюс 3 грузика по 60 грамм;
11. грузиков по 90 грамм и т.д. в различных сочетаниях.
12. Грузики привариваются промышленным роботом в автоматическом цикле.
13. Опустить узел для транспортировки. Опускание производится в автоматическом режиме.
14. Отправить узел на следующую операцию. Отправка узла происходит в автоматическом режиме.

## **2.2 Разработка устройства набора грузиков**

В кабине сварщика находятся тары с маленькими и большими грузиками. При устранении дисбаланса сварщик по показаниям табло набирает необходимый набор грузиков из тар с грузиками. Берет их в руки и раскладывает по ободу тормозного барабана. Затем берет в руки сварочную горелку и приваривает. Нам в дипломном проекте необходимо автоматизировать работу сварщика. Для автоматизации набора и установки грузиков необходимо разработать устройство для набора и установки грузиков. Общий вид механизма набора грузиков показан на чертеже ДП 1.22030165.17.11.29.01.00 ВО.

Маленькие и большие грузики находятся в таре с маленькими и большими грузиками соответственно. Внизу тары не имеется днища, а устанавливается толкатель грузиков. Толкатель грузиков выдвигается вперед на роликах, двигаясь по направляющим роликов, выталкивая грузик из тары. Доходя до конечной точки направляющих роликов грузик выходит за пределы тары и следующий по порядку грузик падает с тары на его место, тем самым не давая грузику вернуться в тару при движении толкателя в обратном направлении и грузик падает в каретку. Толкатели грузиков приводятся в действие пневмоцилиндрами.

Грузики на обод устанавливаются в трех местах, поэтому каретка имеет три секции, в которые поочередно накладываются грузики, каретка движется на роликах, которые двигаются по направляющим. Каретка приводится в движение двумя пневмоцилиндрами. Когда оба пневмоцилиндра втянуты каретка находится в крайнем левом положении и грузики падают в правую секцию. Когда первый пневмоцилиндр втянут, а второй вытянут каретка перемещается в среднее положение. Грузики падают в среднюю секцию каретки. Если оба пневмоцилиндры каретки вытянуты, каретка находится в крайнем правом положении и грузики падают в левую секцию каретки.

Когда необходимый набор грузиков помещен в каретку, контейнер, а вместе с ним и каретка с направляющими и пневмоцилиндры каретки, выдвигается вперед. Контейнер движется на роликах по направляющим. Контейнер приводится в действие пневмоцилиндром.

Когда контейнер с необходимым набором грузиков выдвинут вперед, грузики необходимо взять из контейнера, для этой цели используется манипулятор, состоящий из пневмоцилиндра с захватным устройством. Захватное устройство представляет электромагнит и переходную пластину. Манипулятор захватывает набор грузиков, контейнер задвигается в исходное положение. Затем манипулятор опускает грузики на обод тормозного барабана. Грузики на тормозном барабане должны быть зафиксированы, для этой цели применяем электромагнит, который при помощи пневмоцилиндра заводится во внутреннюю полость тормозного барабана и, включаясь, притягивает грузики к барабану до окончания процесса сварки во избежании перемещения грузиков. Когда грузики зафиксированы на барабане, электромагнит манипулятора отключается и манипулятор поднимается в исходное положение.

## **2.3 Выбор оборудования**

Обоснование выбора и описание технических средств автоматизации. При выборе производителя технических средств автоматизации необходимо руководствоваться следующими основными принципами, предъявляемые к средствам автоматизации:

- надёжность средств автоматизации;

- простота обслуживания;

- опыт работы на российском рынке фирмы - производителя;

- поддержка различных протоколов передачи данных;

Для выполнения приварки грузиков нам необходим промышленный робот. [2] Технические характеристики промышленного робота Irb 140 приведены в таблице 3. Промышленный робот при сварке перемещает при сварке горелку сварочного полуавтомата Super synergic 600 pulse R.A. [3] Технические характеристики сварочного полуавтомата Super synergic 600 pulse R.A приведены в таблице 4.

IRB 140 - компактный и эффективный промышленный робот с шестью степенями свободы, способный работать с загрузкой до 5 кг при большом рабочем пространстве (810 мм). Возможны разные способы установки: напольное, настенное, потолочное. Выпускается в разных исполнениях: стандартном, для литейных производств, «чистая комната» и с возможностью мойки. Весь манипулятор соответствует степени защиты IP67, что облегчает применение IRB 140 в самых различных областях. Робот имеет уникально расширенный радиус рабочей зоны благодаря загибающемуся назад механизму плеча и возможности поворотов по 1-ой оси на углы до 360° даже при потолочном креплении.

Компактный прочный дизайн со скрытой кабельной разводкой дополняет внешнюю гибкость. А опция защиты от столкновений с полным отведением делает робот надежным и безопасным.

Если в процессе преимущественно используются 1-я и 2-я оси, то использование IRB 140T существенно сокращает время цикла. Если применяются перемещения только по двум данным осям, до удается увеличивать производительность на 15-20%. Более скоростная версия хорошо подходит для процессов укладки при управлении системой PickMaster.

Версии IRB Foundry Plus и Wash применимы в экстремальной среде литьевых процессов и прочих приложениях с агрессивной окружающей средой, где требуется повышенная коррозийная стойкость и герметичность. Замечательный поверхностный доступ вместе со степенью защиты IP67 делает возможным мойку робота паром высокого давления. Роботы белого цвета в исполнении «чистая комната» принадлежат к классу 10 соответствующего регламентирующего соглашения, что делает их особенно применимыми в обстановке строжайших стандартов чистоты.

Основные преимущества:

-Надежный - Длительный период безотказной работы. С 1999 года, когда IRB 140 был успешно внедрен на рынок, и по сей день он известен как робот с длительным периодом безотказной работы.

-Быстрый - Короткое время цикла. Самый быстрый робот в своем классе, время цикла IRB 140 значительно уменьшено благодаря сочетанию высоких скоростей и ускорений с уникальной системой контроля движения компании АББ - QuickMove.

-Точный - Постоянное качество работы. Потрясающая характеристика позиционной повторяемости (± 0.03 мм) и отличная точность следования по заданному пути.

-Мощный - Максимальное использование. Комбинация грузоподъемности в 5 кг и радиусу действия 810 мм делает этот робот лучшим в своем классе.

-Выносливый - Работает в тяжелых условиях. Доступен в Страндартной, Foundry Plus, Clean Room (Класс 10) и Wash версиях, все механические части манипулятора имеют класс защиты IP 67.

Таблица 3 Технические характеристики промышленного робота

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение  |
| Спецификация |
| Версии робота | Грузоподъемность, кг | Вылет 5-ой оси, мм | Примечания |
| Irb 140/irb 140t  | 5  | 810 |  |
| Irb 140f/irb 140tf  | 5 | 810  | Для литейных производств |
| Irb 140cr/ irb 140tcr  | 5 | 810  | «Чистая комната» |
| Irb 140w/ irb 140tw | 5 | 810  | С защитой для мойки |
|  Продолжение таблицы 3 |
| Параметр | Значение |
| Дополнительная нагрузка плеча, кг | 1  |
| Дополнительная нагрузка запястья, кг | 0.5  |
| Число степеней подвижности |
| Манипулятор робота | 6 |
| Внешние устройства | 6 |
| Внешние сигналы | 12 сигналов на плече |
| Сжатый воздух, бар | Макс. 8 на плече |
| Производительность |
| Стабильность позиционирования, мм | 0.03 (средний результат в соответствии с тестом ISO) |
| Движение по осям |
| Ось | Рабочий диапазон |
| 1,C Вращение, градусы | 360 |
| 2,B Рука, градусы | 200 |
| 3,A Рука, градусы | 208 |
| 4,D Запястье, градусы | Неограниченно (400 по умолчанию) |
| 5,E Сгибание, градусы | 240 |
| 6,P Поворот, градусы | Неограниченно (800 по умолчанию) |
| Макс. Скорость инструмента, м/с | 2.5  |
| Макс. ускорение инструмента, м/с2 | 20  |
| Ном. Скорость инструмента, м/с | 2.3  |
| Время ускорения от 0 до 1 м/с, с | 0.15  |
| Скорость |
| Ось | Угловая скорость |
|  Продолжение таблицы 3 |  |
| Параметр | значение |
| 1, градусы/с | 200 |
| 2, градусы/с | 200 |
| 3, градусы/с | 260 |
| 4, градусы/с | 360 |
| 5, градусы/с | 360 |
| 6 , градусы/с | 450 |
| Время Цикла |
| Цикл перемещения 5 кг объекта25\*300\*25 мм, с | 0.85  |
| Электрические соединения |
| Напряжение питания, В при 50-60 Гц | 200-600  |
| Номинальная мощность |
| Номинал трансформатора, кВА | 4.5  |
| Типичная потребляемая мощность, кВт | 0.4  |
| Физические Параметры |
| Крепление робота | Любой угол |
| Габариты |
| Основание робота, мм | 400\*450  |
| Контроллер робота В\*Ш\*Г, мм | 950\*800\*620  |
| Масса |
| Манипулятор робота, кг | 98  |
| Окружающая Среда |
| Внешняя температура для манипулятора робота, °С | 5 - 45  |
|  Окончание таблицы 3 |  |
| Параметр | Значение |
| Степень защиты манипулятора | IP67 |
| Мойка | Паром высокого давления |
| « Чистая комната » | Класс 10(Федеральный стандарт)/Класс 4 (ISO) |
| Макс уровень шума, дБ | 70  |
| Излучение | ЭМС/ЭМП-экранирование |

Сварочный полуавтомат Super synergic 600 pulse R.A.

Трехфазные передвижные сварочные полуавтоматы с водяным охлаждением для непрерывной сварки самозащитной порошковой проволокой (без газа), непрерывной и импульсной сварки типа PULSED MIG-MAG, а также TIG и MMA сварки.

- комплектуются блоком подачи проволоки с 4-роликовым подающим механизмом

- рекомендованы к промышленному применению

- возможно использование с широким диапазоном материалов, таких как сталь, нержавеющая сталь и алюминий

- поставляется с принадлежностями для сварки типа MIG-MAG

- микропроцессорное управление

- 38 заданных программ сварки

- память на 27 индивидуальных программ сварки

- регулировка времени подачи газа после выключения тока, спада сварочного тока, начальной скорости подачи проволоки, продолжительности плавления проволоки.

Таблица 4 Технические характеристики полуавтомата сварочного

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение  |
| Напряжение питания, В | 1x220 |
| Напряжение питания 2, В | 3x380 |
| Мощность при нагрузке 60%, кВт | 18 |
| Максимальная мощность, кВт | 25 |
| Сварочный ток min, A | 5 |
| Сварочный ток max, A | 600 |
| Нагрузка в % от максимальной | 40 |
| Сварочный ток при нагрузке в % от максимального | 500 |
| Максимальный ток при нагрузке 60% | 410 |
| Диаметр проволоки, газ , min, Al | 0.8 |
| Диаметр проволоки, газ , max, Al | 1.6 |
| Диаметр проволоки, без газа , min | 0.6 |
| Диаметр проволоки, без газа , max | 1.6 |
| Длина, мм | 1000 |
| Ширина, мм | 590 |
| Высота, мм | 1580 |
| Масса, кг | 216 |

- выбор между 2-, 4-тактным режимами работы или режимом сварки точками в зависимости от свариваемого материала

- термозащита, защита от перегрузок тока, повышенного и пониженного напряжения, отсутствия фазы автоматический

- тест-контроль всех функций при запуске

##

## **2.4 Планировка участка**

Установка балансировки тормозных барабанов со ступицей в сборе входит в состав автоматической линии MORANDO. Сразу за установкой находится кабина сварщика, где происходит устранение дисбаланса. В данном дипломном проекте мы оставляем ту же кабину сварщика, заменяя сварщика на промышленного робота и устанавливаем туда же устройство набора грузиков. Общий вид установки показан на чертеже ДП 1.22030165.17.11.29.00.00 ВО.

**3. Разработка системы управления установкой**

## **3.1 Построение структурной схемы системы управления**

Взаимодействие сварочного робота, устройства набора грузиков, транспортов, балансировочной установки обеспечивает контроллер OMRON CJ1M [4]. Структурная схема системы управления показана на чертеже ДП 1.22030165.17.11.29.00.00 Э1.

Система управления состоит из контроллера, входного модуля и выходного модуля. Сигналы с датчиков поступают на входной модуль, обрабатываются в процессорном модули и в соответствии с программной через выходной модуль передаются сигналы исполнительные механизмы. Сигналы от датчиков поступают в модули дискретного ввода CJ1W-ID211. Сигналы от датчиков контролируемых параметров сначала проходят через MUB, где происходит преобразование сигнала тока 20 мА в сигнал напряжения 1-5 В. Затем он поступает на мультиплексорный модуль ввода ААМ 12T.

В модулях ввода сигналы масштабируются и по шине RIO передаются в процессоры станции управления участком. Процессоры обрабатывает сигналы по алгоритму, заданному в соответствии с технологической схемой управления. Для регулируемых параметров в процессоре рассчитывается величина управляющего воздействия, которая после проверки на пределы передается в модуль вывода CJ1W-OD211, затем на исполнительные механизмы.

## **3.2 Разработка функциональной схемы системы управления**

Функциональная схема является основным проектным документом, определяющим структуру и уровень автоматизации технологического процесса, проектируемого объекта и оснащение его приборами и средствами автоматизации.

Функциональная схема представляет собой чертеж, на котором при помощи условных изображений показывают технологическое оборудование, органы управления, приборы и средства автоматизации, и другие агрегатные комплексы с указанием связи между приборами и средствами автоматизации.

Функциональная схема автоматизации разрабатывается на основе действующих инструкций и технологического регламента, заказной спецификации на приборы и средства автоматизации, контроллера и сигналов ввода/вывода, соблюдая нормы и требования, предъявляемых к проектированию функциональных схем. Проанализировав технологический процесс, устанавливаются параметры контроля, регулирования, сигнализации и блокировки.

Функциональная схема объединяет одинаковые функции системы в модули. Глобально система состоит из трёх модулей: ввод, обработка, вывод.

Для реализации системы детализирую их.

 Перечень модулей:

- Входной модуль контроллера. На вход его поступают сигналы с датчиков с различными электрическими уровнями. Здесь они преобразуются в унифицированные значения тока и напряжения необходимые для подачи на вход следующего модуля. Этот модуль реализуется аппаратно;

- модуль гальванической развязки сигналов. Является аппаратным модулем. Применяются оптроны. Выполняет две функции: защищает от помех микропроцессорную систему и формирует на выходе сигнал ТТЛ уровня;

- модуль связи с контроллером робота. Реализован аппаратно. Предназначается для коммутации контроллера с контроллером робота;

- модуль ввода данных - программный модуль выполняет чтение данных из модулей, запись в память;

Функциональная схема системы управления показана на чертеже ДП 1.22030165.17.11.29.00.00 Д2. Модули разделяются на программные и аппаратные. Существуют функции, которые выполняются или только программно, или только аппаратно. Проблемы разделения не существует. Существуют функции, которые могут быть выполнены альтернативным путем. Они могут быть выполнены программно, аппаратно либо программно-аппаратно. При выборе реализации функций используют следующие критерии:

- качество исполнения данной функции (точность, надежность и т.д.);

- стоимость реализации функции.

Вопросы качества либо рассчитываются, либо определяются методом эксперимента. Наиболее дешевый способ реализации функции - это программный. Поэтому всё, что можно сделать программным путём, необходимо реализовать в программе.

## **3.3 Разработка циклограммы работы установки**

Для обеспечения синхронности работы системы управления необходимо разработать циклограмму её работы. Циклограмма позволяет детализировать работу агрегатов при срабатывании определённых датчиков в различные моменты времени.

Тормозной барабан поступает на секцию конвейера-загрузки - срабатывает датчик наличия (Х1), привод конвейера включается, конвейер перемещает тормозной барабан в зону подъема тормозного барабана – срабатывает датчик наличия (Х2), поступает сигнал на высший уровень – конвейер останавливается

Считываются сигналы S1-S7 с измерительного устройства балансировочной установки.

- Если имеется сигнал S7 «Тормозной барабан в допуске» подъемное устройство не срабатывает, срабатывает датчик наличия (Х22), привод конвейера включается, конвейер перемещает тормозной барабан в зону разгрузки – срабатывает датчик наличия (Х23), поступает сигнал на высший уровень – конвейер останавливается.

включается привод конвейера разгрузки, конвейер перемещает тормозной барабан в зону разгрузки.

- Если сигнал S7 отсутствует, в соответствии с сигналами S1-S6 выбирается нужное количество грузов:

Сигнал S1 – 1 маленький грузик

 S2 – 2 маленьких грузика

 S3 – 1 большой грузик

 S4 – 2 больших грузика

 S5 – 4 больших грузика

 S6 – 8 больших грузиков

Сигналы S1, S2 складываются и в соответствии с результатом отсчитываются маленькие грузики.

Сигналы S3- S6 складываются и в соответствии с результатом отсчитываются большие грузики.

Далее осуществляется подъем передней (Х19) затем задней Х(21) колонн механизма подъема барабана.

Контейнер занимает среднее (Х9, Х24), крайнее левое (Х10, Х24) или крайнее правое (Х9, Х23) положение в зависимости от расстановки грузиков в зависимости от величины дисбаланса.

Проверяется наличие грузов в таре «М» (Х3) и в таре «Б» (Х4)

Пневмоцилиндр толкателя маленьких грузов вытягивается (Х6), выталкивая маленький грузик из тары, и втягивается (Х5), захватывая следующий грузик. цикл повторяется 1 или 2 раза в соответствии с необходимым количеством грузиков.

Пневмоцилиндр толкателя больших грузов вытягивается (Х8), выталкивая грузик из тары, и втягивается (Х7), захватывая следующий грузик. цикл повторяется 1, 2, 4 или 8 раз в соответствии с необходимым количеством грузиков.

Контейнер занимает среднее (Х10) положение для захвата грузов захватным устройством манипулятора.

Пневмоцилиндр каретки выдвигается вперед (Х13) в позицию захвата грузиков манипулятором, включается электромагнит захватного устройства, Пневмоцилиндр каретки выдвигается назад в исходное положение (Х12) Манипулятор опускается вниз до тормозного барабана (Х15) Пневмоцилиндр фиксирующего устройства выдвигается вперед (Х17), включается электромагнит фиксирующего устройства, электромагнит захватного устройства отключается, манипулятор поднимается в исходное положение (Х14).

Сварочный робот подводит сварочную горелку в зону приварки и приваривает балансировочные грузы. По окончании процесса сварки робот выдает сигнал приварка грузов окончена (S8)

Выключается электромагнит фиксирующего устройства, Пневмоцилиндр фиксирующего устройства выдвигается назад (Х16)

Далее осуществляется опускание задней Х(20), а затем передней (Х18) колонн механизма подъема барабана.

Срабатывает датчик наличия (Х22), привод конвейера включается, конвейер перемещает тормозной барабан в зону разгрузки – срабатывает датчик наличия (Х23), поступает сигнал на высший уровень – конвейер останавливается.

## **3.4 Выбор датчиков, исполнительных устройств**

Для управления ходом технологического процесса необходимо на соответствующем оборудовании расставить датчики. Количество и тип датчиков определяется исходя из следующих условий:

- количество датчиков должно быть достаточным, но не избыточным. При увеличении количества датчиков увеличивается стоимость системы вследствие необходимости установки дополнительных средств сопряжения (стабилизаторы, ограничители, оптроны, мультиплексоры и т. д.);

- тип датчика зависит от того, на какие действия он должен срабатывать (перемещение, вращение, угол поворота, наличие объекта в рабочей зоне, изменение различных физических параметров окружающей среды, таких как температура, освещённость, давление и проч.).

На конвейер-загрузки устанавливается два датчика – на наличие заготовки в начале конвейера и в конце (в позиции подъема тормозного барабана), соответственно датчики Х1, Х2.

На конвейер-разгрузки устанавливаются такие же датчики Х22, Х23.

На устройстве набора грузов устанавливаются следующие датчики:

Х3 – датчик, сигнализирующий о наличии маленьких балансировочных грузов в таре.

Х4 – датчик, сигнализирующий о наличии больших балансировочных грузов в таре.

Х5 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра толкателя маленьких грузов в крайнем левом положении;

Х6 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра толкателя маленьких грузов в крайнем правом положении;

Х7 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра толкателя больших грузов в крайнем правом положении;

Х8 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра толкателя больших грузов в крайнем левом положении;

Х9 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра контейнера в крайнем левом положении;

Х10 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра контейнера в среднем положении;

Х11– датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра контейнера в крайнем правом положении;

Х12 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра каретки во втянутом положении;

Х13 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра каретки в вытянутом положении;

На манипулятор устанавливаются следующие датчики:

Х14 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра манипулятора во втянутом положении;

Х15 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра манипулятора в вытянутом положении;

На устройство, фиксирующее балансировочные грузы во время сварки устанавливаются следующие датчики:

Х16 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра с электромагнитом фиксирующим грузы на барабане во втянутом положении;

Х17 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня пневмоцилиндра с электромагнитом фиксирующим грузы на барабане в вытянутом положении;

На устройство, устанавливающее тормозной барабан в положение, удобное для сварки устанавливаются следующие датчики:

Х18 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня переднего пневмоцилиндра подъемника во втянутом положении;

Х19 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня переднего пневмоцилиндра подъемника в вытянутом положении;

Х20 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня заднего пневмоцилиндра подъемника во втянутом положении;

Х21 – датчик, сигнализирующий о нахождении поршня переднего пневмоцилиндра подъемника в вытянутом положении;

В данной установке используются два вида бесконтактных датчиков:

- индуктивные

- магнитные

Индуктивные сенсоры

Индуктивный датчик предоставляет необходимые сигналы о конечных положениях объектов, а так же может служить в качестве импульсного датчика для задания численных значений или регистрации частоты вращения. В настоящее время индуктивные датчики (индуктивные сенсоры) незаменимы в промышленности. Преимущества в сравнении с механическими концевыми выключателями очевидны: бесконтактное срабатывание, абсолютная износоустойчивость, высокая частота, точность переключений. Кроме того, индуктивные датчики положения нечувствительны к вибрации, пыли и влажности. Индуктивные датчики приближения используют физический эффект изменения добротности резонансного контура, вызванного потерями на вихревые токи в проводящих материалах. Индуктивно-емкостный колебательный контур генерирует высокочастотное электромагнитное поле. Это поле распространяется с активной поверхности датчика. Если в это поле попадает электропроводящий материал (металл), то в соответствии с законом электромагнитной индукции возникают вихревые токи, поглощающие энергию колебательного контура. Вследствие этого амплитуда колебаний уменьшается. Это изменение преобразуется в коммутационный сигнал. Данный принцип действия позволяет обнаруживать все металлы, независимо от того, находятся они в подвижном состоянии или нет.

Для устройства набора грузиков нам необходимы бесконтактные индуктивные сенсоры не больших габаритов [5]. Выбираем бесконтактный датчик balluff BES 516-325-SA45.

Таблица 5 Технические характеристики бесконтактного датчика

|  |  |
| --- | --- |
| Габариты корпуса | M12x1 |
| Встраиваемые | Заподлицо |
| Номинальное расстояние срабатывания, мм | 2 |
| Гарантируемое расстояние срабатывания, мм | 0…1,6 |
| Номинальное напряжение питания, В DC | 24  |
| Напряжение питания, В DC | 10…30  |
| Падение напряжения, В | 2,5 |
| Номинальное изоляционное напряжение, В DC | 75  |
| Номинальный рабочий ток, мА | 200 |
| Ток холостого хода, мА  | 20 |
| Ток состояния покоя, мкА | 80 |
| Стойкость к смене полярности | Есть |
| Стойкость к короткому замыканию | Есть |
| Входная емкость, мкФ | 1 |
| Точность повторения, % | 5 |
| Диапазон окружающей температуры, °С |  |
| Частота переключения, Гц | 1000 |
| Категории использования | DC13 |
| Индикация функционирования | Есть |
| Степень защиты по IEC 60529 | IP 67 |
| Материал корпуса | Никелированная латунь |
| Материал активной поверхности | PA12 |
| Способ подключения | Разъем |

Сенсоры магнитного поля.

Серия сенсоров магнитного поля BMF широко используется для определения положения поршня цилиндров. Эти сенсоры могут использоваться в гидравлических и пневматических цилиндрах, стенки которых выполнены из алюминия, пластика или композитных материалов. Сенсоры BMF работают бесконтактно, не изнашиваются, также они не имеют несколько точек переключения, что является основной проблемой при использовании герконовых выключателей. В зависимости от типа сенсора, корпуса сенсоров BMF выполнены из полиамида, РВТР укрепленного стекловолокном или алюминия. Анодируемый алюминий используется для исполнений, применяемых в условиях сварки. Исполнения стойкие к сварке работают в полях силой до 200 кА/м. При этом не возникают ошибки или какие-либо электрические повреждения. Большинство сенсоров может быть установлено на различные типы цилиндров. Желтый светодиод показывает состояние выхода. BMF оснащены пермаллойным сенсором для определения поля внешнего магнита. В случае с цилиндрами на поршень надевается магнитное кольцо. Магнитное поле вызывает срабатывание сенсора. Срабатывание происходит только от основного магнитного поля, что позволяет решить проблему нескольких точек срабатывания. В исполнениях стойких к сварке переменные магнитные поля сварочных электродов не влияют на состояние выходного сигнала сенсора. Постоянные магниты встроены в поршень. BMF срабатывает на магниты через неметаллическую стенку цилиндра. Когда поршень подходит к сенсору, выход последнего переключается. При силе магнитного поля от 2 кА/м до 30 кА/м сенсор BMF не будет иметь несколько точек переключения. Активная зона остается практически постоянной во всем диапазоне силы поля.

Для пневмоцилиндров с магнитными кольцами на поршнях устройства набора грузиков нам необходимы бесконтактные магнитные сенсоры. Выбираем магнитные датчики Balluff BMF 303 [6] для пневмоцилиндров

Таблица 6 Технические характеристики магнитного датчика Balluff

|  |  |
| --- | --- |
| Тип  | Бесконтактный датчик положения |
| Принцип действия | Магнитный  |
| Температура эксплуатации, °С |  |
| Функция на выходе | PNP(NPN) NO/NC |
| Частота переключений, Гц | До 10000 |
| Питание | AC/DC  |
| Материал корпуса | Полиамид/алюминий |
| Способ подключения | Кабель, разъем |

Описание Магнитные датчики Balluff BMF 303 и BMF 305 для пневмоцилиндров.

 Датчики для пневмоцилиндров Balluff серии bmf 303иbmf 305предназначены для определения положения поршней в пневматических цилиндрах. Большая часть автоматизации процессов в промышленности реализована с помощью пневмоцилиндров Festo, Bosch, Camozzi и других. Цилиндры изготавливаются из ненамагничивающихся металлов (алюминий, медь и ее сплавы и др.), а на поршень устанавливается кольцевой магнит. Именно на эту метку реагируют магнитные датчики Balluff, определяя положение поршня, при этом, датчики для пневмоцилиндров Balluffbmf 303иbmf 305обладают высокой скоростью срабатывания и чувствительностью.

Магнитные датчики Balluff монтируются непосредственно на пневматический цилиндр. Balluff производит датчики магнитного поля для различных типов пневмоцилиндров. Сенсоры BMF работают бесконтактно, не изнашиваются, также они не имеют несколько точек переключения, что является основной проблемой при использовании герконовых выключателей. В зависимости от типа сенсора, корпуса сенсоров BMF выполнены из полиамида, РВТР укрепленного стекловолокном или алюминия. Анодируемый алюминий используется для исполнений, применяемых в условиях сварки. Исполнения стойкие к сварке работают в полях силой до 200 кА/м. При этом не возникают ошибки или какие-либо электрические повреждения. Большинство сенсоров может быть установлено на различные типы цилиндров. Желтый светодиод показывает состояние выхода. BMF оснащены пермаллойным сенсором для определения поля внешнего магнита. В случае с цилиндрами на поршень надевается магнитное кольцо. Магнитное поле вызывает срабатывание сенсора. Срабатывание происходит только от основного магнитного поля, что позволяет решить проблему нескольких точек срабатывания. В исполнениях стойких к сварке переменные магнитные поля сварочных электродов не влияют на состояние выходного сигнала сенсора. Постоянные магниты встроены в поршень. BMF срабатывает на магниты через неметаллическую стенку цилиндра. Когда поршень подходит к сенсору, выход последнего переключается. При силе магнитного поля от 2 кА/м до 30 кА/м сенсор BMF не будет иметь несколько точек переключения. Активная зона остается практически постоянной во всем диапазоне силы поля.

### Расчет и выбор исполнительных устройств.

От выбора исполнительных устройств напрямую зависит качество работы и надежность оборудования. Для устройства набора грузиков необходимы пневмоцилиндры небольших габаритных размеров. Широкую линейку моделей пневмоцилиндров предлагает фирма Camozzi [7], зарекомендовавшая себя как изготовителя качественного гидро-пневмо оборудования. Технические характеристики пневмоцилиндров Camozzi приведены в таблице 7

Миницилиндры серии 24 соответствуют европейским стандартам CETOP RP52-P и DIN/ISO 6432.

Современные материалы и глубокая конструкторская проработка позволили создать широкую гамму универсальных и надёжных цилиндров.

Прецизионное закрепление трубы на крышках обеспечивает исключительно точное взаимное расположение подвижных деталей.

Поскольку в миницилиндрах достигаются высокие скорости перемещения, они оснащаются пластиковыми шайбами на поршне, обеспечивающими бесшумную и мягкую остановку.

Цилиндры серии 24 имеют магнит на поршне и могут работать с магнитными датчиками.

Они имеют высокое качество и большой выбор типоразмеров.

- Одностороннего действия

- двустороннего действия

- Стандарт CETOP RP52-P DIN/ISO 6432

- Гильза и шток из нержавеющей стали

- Анодированные алюминиевые

Таблица 7 Технические характеристики пневмоцилиндров Camozzi

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Ход, мм | Серия 16 ø 8 ÷ ø 10: 10 - 250 / ø 12: 10 - 300 Серия 24 и 25 ø 16: 10 - 600 / ø 20 ÷ ø 25: 10 - 1000  |
| Конструкция | Фланцевый |
| Действие | односторонний или двусторонний |
| Материалы | алюминиевые крышки, труба и шток из нержавеющей стали, уплотнения - полиуретан, другие детали  |
| Параметр | Значение |
| Крепление | гайки на крышках, фланец, лапы, кронштейны |
| Диаметр, мм | Серия 16: ø8-10-12, Серия 24 и 25: ø16-20-25 |
| Установка | в любом положении |
| Рабочая температура, °С | 0 ÷ 80 (при сухом воздухе -20) |
| Рабочее давление, бар | 1 ÷ 10 (двустороннего действия), 2 ÷ 10 (одностороннего действия) |
| Скорость (без нагрузки), мм/с | минимальная = 10, максимальная = 1000  |
| Рабочее тело | Чистый воздух с распылённым маслом и без |

## **3.5 Определение требований и выбор контроллера**

Для управления работой системы нам необходимо выбрать контроллер, отвечающий следующим требованиям:

- высокая производительность

- надежность

-компактность

-модульный принцип

Всем требованиям удовлетворяет контроллер OMRON CJ1M, находящийся в установке для балансировки, нам нужно добавить в конфигурацию контроллера один модуль дискретных входов и один выходной модуль. Загруженность процессора имеющегося контроллера во время балансировки очень низкая, поэтому мы можем использовать этот контроллер для одновременного управления устройством набора грузов. Технические характеристики контроллера omron CJ1M приведены в таблице 8.

Контроллеры этой серии обладают небольшими размерами и не имеют панели расширения, устанавливаются на обычную дин-рейку, но архитектура и производительность такая же, как и контроллеров серии CS1.Контроллеры CJ1M предназначены для высокоскоростных задач, требующих высокой точности, надежности и многофункциональности. Широкий набор стандартных модулей ввода/вывода (8,16,32,64 точки) и незаурядный набор специальных модулей (аналоговые, температурные, сетевые, модули позиционирования и многое др.) позволит наиболее оптимально решить задачи автоматизации, как локальных объектов, так и распределенных систем. Контроллер поддерживает наиболее распространенные сети и позволяет обрабатывать данные с панелей оператора, температурных котроллеров, частотных регуляторов и других устройств. При использовании Ethernet или Controller Link можно передавать большие потоки информации на верхний уровень и в другие сети. Использование протокола MACRO позволит обеспечить связь с 32 устройствами на каждый порт. Наличие флеш-карты обеспечивает хранение информации больших объёмов любого типа и возможность удобной обработки записанных данных.Поддержка FINS протокола обеспечит прозрачную связь с узлами разного уровня, находящимися в многоуровневой сети. Встроенный календарь. E-mail функция через Ethernet - интерфейс.

Таблица 8 Технические характеристики контроллера omron CJ1M

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Класс защиты | IP20 |
| Напряжение питания и токопотребление, VDC, VAC, mA | 24; 30,60; 100-240 ; 6,20  |
| Порт связи | 2хRS232, Ethernet (опционально) |
| Сети | Ethernet, Controller Link, послед. интерфейс, DeviceNet, PROFIBUS-DP, CAN, CompoBus/S |
| Объем памяти данных, kWords | 32 |
| Объем памяти программы, kSteps | 10-20  |
| Максимальное количество точек ввода-вывода | до 640 |
| Время выполнения инструкции, мкс | 0,1  |
| Рабочая температура, °С | -10 - + 55 |

##

**3.6 Проектирование электрической схемы подключений СУ**

Сигналы от датчиков поступают в модуль входа CJ1W-ID211. Сигналы из модуля выхода CJ1W-OD211 поступают на исполнительные механизмы. Схема подключений показана на чертеже ДП 1.22030165.17.11.29.00.00 Э5.

Микропроцессорная система состоит из входного, выходного блоков и блока вычисления.

Блок вычислений представляет собой модуль CPU-23 контроллера OMRON SJ1M.

Входной блок состоит из следующих элементов:

- входной цифровой модуль CJ1W-ID211 для приема сигнала от датчика реле о наличии потока углекислого газа в шланге.

Входные и выходные модули уже имеют в своем составе реализованные гальванические развязки, предназначенные для защиты внутренних элементов модулей от скачков напряжения.

Выходной блок состоит из следующих элементов:

- выходной модуль CJ1W-OD211 обеспечивает как гальваническую развязку, усиление и коммутацию.

Входной модуль CJ1W-ID211 имеет 16 каналов, 2 группы по 8 в каждом 24V. Технические характеристики входного модуля CJ1W-ID211 приведены в таблице 9.

Выходной модуль CJ1W-OD211 имеет 16 каналов с выходными сигналами 24V. Технические характеристики выходного модуля CJ1W-OD211приведены в таблице 10.

 Таблица 9 Технические характеристики входного модуля

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Количество входов | 16  |
| Нормальный входной сигнал, В | 24 |
| Максимальное напряжение на входе, В | 30 |
| Параметр | Значение |
| Логическая единица минимум, В  | 14,4 |
| Логический нуль минимум, В | 5,5 |
| Входной ток при 24V, mA | 7 |
| Время вкл./выкл., мс | 2 – 8,5 |
| Потребление, В | 5 |
| Все входы включены, mA | 80 |
| Все входы выключены, mA | 12 |
| Рабочая температура, °C | от -40 до +55  |

Таблица 10 Технические характеристики выходного модуля

|  |  |
| --- | --- |
| Количество выходов | 16  |
| Нормальное напряжение на выходе, В | 24 |
| Максимальный ток на выходе, A/канал | 0,5 |
| Гальваническая развязка между выходами и логической частью, кВ | 1,5 |
| Защита от короткого замыкания | электронная |
| Защита от обратного тока | электронная |
| Тепловая защита | электронная |
| Ток потребления (утечки) при “0”, μA | 200 |
| Падение напряжения при “1”, В | 0,28 |
| Время вкл/выкл., нс | 100/400 |
| Все выходы включены, mA | 120 |
| Все выходы выключены, mA | 40 |
| Нормальное напряжение, В | 24 |
| Допустимый диапазон, В | от 18 до 35 |

##

## **3.7 Проектирование электрической силовой схемы системы управления**

Электрооборудование установки предназначено для :

* управления загрузочным устройством детали;
* управления балансировочным устройством;
* управления сварочным роботом
* управления устройством набора грузиков
* управления устройством выгрузки детали.

Питание установки осуществляется от 3-х проводной сети переменного тока напряжением ~380 В и частотой 50 Гц. Ввод питания осуществляется на боковую стенку электрошкафа на вводной клеммник. Защита от токов короткого замыкания – предохранителями и расцепителями максимального тока автоматических выключателей

В цепях управления используется напряжение = 24В для питания плат контроллера, катушек реле, магнитов и пускателей.

Напряжение 24 В берется с выхода импульсного блока питания 24В 40А, 3-фазы QUINT-PS/ 3AC/24DC/40 Phoenix Contact

Всё электрооборудование размещено внутри одного электрошкафа.

Управление приводом шпинделя осуществляется электродвигателем, в качестве которого использован асинхронный двигатель фирмы Сервотехника. Для его управления используется преобразователь фирмы КЕВ 13.F5.M1D-39A Привод управляется аналоговым сигналом от измеритяля дисбаланса .

Электрические связи между электрошкафом и электрооборудованием станка осуществляются гибкими жгутами и кабелями. Подсоединение производится через клеммники.

**4. Расчетная часть**

## **4.1 Расчет исполнительных устройств**

Для приведения в действие команд контроллера необходимы исполнительные устройства. Исполнительные устройства должны выполнять функции системы, иметь малую инерционность, обладать устойчивостью и управляемостью, достаточным быстродействием.

Работа устройств набора грузиков, подъема барабана осуществляется при помощи пневмоцилиндров. Воздух в полость цилиндра попадает при помощи электромагнитного клапана, который в свою очередь управляется контроллером через реле.

Управление катушками электромагнитных клапанов осуществляется с помощью реле, включенных последовательно с катушкой. Питание катушек электромагнитных клапанов осуществляется напряжением 220В переменного тока. Ток в катушке 250 мА.

Захватное устройство манипулятора представляет собой электромагнит, управляемый контроллером через реле.

В устройстве набора грузиков всю работу выполняют пневмоцилиндры и два электромагнита.

Расчет пневматических цилиндров.

Пневматические цилиндры предназначены для преобразования энергии сжатого воздуха в механическое линейное перемещение [8]. Пневмоцилиндры бывают одностороннего и двухстороннего действия, с односторонним или двухсторонним (проходным) штоком. В пневмоцилиндрах одностороннего действия поршень может перемещаться под действием воздуха только в одну сторону (воздух подается только с одной стороны от поршня), а возврат осуществляется пружиной или внешними силами, при этом воздух, поданный в цилиндр, должен быть сброшен. Следует учитывать, что возвратная пружина снижает усилие, развиваемое цилиндром под действием сжатого воздуха, а усилие при возврате в исходное положение определяется жесткостью и степенью сжатия пружины. Односторонние пневмоцилиндры бывают двух модификаций: с пружиной в штоковой полости цилиндра (шток пневмоцилиндра нормально втянут, при подаче воздуха выдвигается); и с пружиной в бесштоковой полости (шток нормально выдвинут). В пневмоцилиндрах двухстороннего действия перемещение поршня под действием сжатого воздуха происходит в прямом и обратном направлениях.

В конструкции большинства пневматических цилиндров предусмотрены специальные устройства демпферы, предотвращающие удар в конце хода поршня по крышке. В самом простейшем случае демпферы представляют собой резиновые шайбы, закрепленные на поршне или на крышке внутри цилиндра. Такие демпферы используются в цилиндрах небольших диаметров, а также в короткоходовых цилиндрах, где сила удара невелика. В более крупных цилиндрах для торможения, а, следовательно, и для исключения удара, используется дросселирование (создание сопротивления) воздуха, сбрасываемого из полости цилиндра. Это дросселирование происходит только в конце хода штока, включается автоматически, а интенсивность торможения определяется степенью открытия дросселя и регулируется винтом.

 Также пневмоцилиндры можно разделить на магнитные и немагнитные. Магнитные цилиндры имеют закрепленный на штоке магнит, с помощью которого можно определять местоположение поршня цилиндра. Для этого на корпус пневмоцилиндра устанавливается чувствительный элемент, реагирующий на приближение магнита поршня, который при попадании в магнитное поле замыкает электрическую цепь. Также существуют датчики, непрерывно по всей длине хода поршня определяющие его координату. Такие датчики используются для пневмоприводов с обратной связью (следящие приводы) и имеют относительно высокую стоимость.

При выборе пневмоцилиндра помимо его типа необходимо определить его размер. Для этого можно воспользоваться расчетным методом, специализированными компьютерными программами, графическими методами и таблицами, изложенными в специальной литературе.

Воспользуемся для определения нужного размера пневмоцилиндра расчетным методом:

При расчетном методе, оценив необходимое усилие на штоке и зная давление в пневмосистеме, определяем площадь поршняS, которая равна отношению усилияF к давлению сжатого воздухаР:

 (1)

Зная площадь поршня, получаем диаметр поршня:

 (2)

Далее из ряда стандартных значений диаметров выбираем ближайший больший. Для обеспечения более равномерного хода штока, особенно при переменной нагрузке, усилие выбранного цилиндра должно превышать потребное на ~30%. Следует учитывать, что усилие на обратном ходе (втягивание штока) несколько ниже, чем на прямом ходе (шток выдвигается) из за разницы в эффективной площади поршня (при обратном ходе давление воздуха действует на площадь поршня за вычетом площади поперечного сечения поршня). В этом случае площадь поршня определяется как:

 (3)

где d - диаметр штока.

Расчет и выбор пневмоцилиндра фиксатора балансировочных грузов

Пневмоцилиндр фиксатора балансировочных грузов передвигает фиксирующий электромагнит с переходной пластиной внутрь тормозного барабана. Вес электромагнита и пластины в сумме составляет 800 грамм. Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 0.02 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 50 см. Выбираем пневмоцилиндр 24N2A16A500 фирмы CAMOZZI

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 24 (с магнитным кольцом на поршне) диаметра 16мм ход 500мм

Расчет и выбор пневмоцилиндра толкателя маленьких грузиков

Пневмоцилиндр толкателя маленьких грузиков передвигает толкателя маленьких грузиков вперед, по роликам, доходя до конечной точки грузик выходит за пределы тары и следующий по порядку грузик падает с тары на его место, тем самым не давая грузику вернуться в тару при движении толкателя в обратном направлении и грузик падает в каретку. Вес маленького грузика и толкателя в сумме составляет 360 грамм. При расчете усилия пневмопривода необходимо учесть силу трения при выдвижения грузика из тары, т.к. сверху на него давят находящиеся в таре грузики. Максимальный вес грузов в таре составляет 80шт\*60гр= 4800 грамм. Значит сила трения равна7.2Н= 0.15 (коэффициент трения сталь-сталь) \* 4.8\*9.8(число g).Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 1.74 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 40 мм. Выбираем пневмоцилиндр 16N2A8A40 фирмы CAMOZZI

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 16 диаметра 8мм ход 40мм.

Расчет и выбор пневмоцилиндра толкателя больших грузиков .

Пневмоцилиндр толкателя маленьких грузиков передвигает толкатель маленьких грузиков вперед, по роликам, доходя до конечной точки грузик выходит за пределы тары и следующий по порядку грузик падает с тары на его место, тем самым не давая грузику вернуться в тару при движении толкателя в обратном направлении и грузик падает в каретку. Вес маленького грузика и толкателя в сумме составляет 390 грамм. При расчете усилия пневмопривода необходимо учесть силу трения при выдвижения грузика из тары, т.к. сверху на него давят находящиеся в таре грузики. Максимальный вес грузов в таре составляет 80шт\*90гр= 7200 грамм. Значит сила трения равна 10.8Н= 0.15 (коэффициент трения сталь-сталь) \* 4.8\*9.8(число g).Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 2.12мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 40 мм. Выбираем пневмоцилиндр 16N2A8A40 фирмы CAMOZZI

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 16 диаметра 8мм ход 40мм.

Расчет и выбор пневмоцилиндра 2 контейнера.

Пневмоцилиндр 2 контейнера передвигает контейнер с крайне левого положение в среднее, либо со среднего положения в крайнее правое в зависимости от положения пневмоцилиндра 1 контейнера Вес контейнера и максимального набора грузиков в сумме составляет 1300 грамм. Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 0.72 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 40 мм. Выбираем пневмоцилиндр 16N2A8A40 фирмы CAMOZZI

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 16 диаметра 8мм ход 40мм.

Расчет и выбор пневмоцилиндра 1 контейнера.

Пневмоцилиндр 1 контейнера передвигает контейнер с крайне левого положение в среднее, либо со среднего положения в крайнее правое в зависимости от положения пневмоцилиндра 2 контейнера Вес контейнера, пневмоцилиндра 2 контейнера и максимального набора грузиков в сумме составляет 2000 грамм. Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 0.89 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 40 мм. Выбираем пневмоцилиндр 16N2A8A40 фирмы CAMOZZI

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 16 диаметра 8мм ход 40мм.

Расчет и выбор пневмоцилиндра каретки .

Пневмоцилиндр каретки передвигает каретку с положения закладки грузиков в контейнер в положение забора грузиков манипулятором. Вес каретки, контейнера, пневмоцилиндра 1 контейнера, пневмоцилиндра 2 контейнера и максимального набора грузиков в сумме составляет 4000 грамм. Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 1.26 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 40 мм. Выбираем пневмоцилиндр 16N2A8A40 фирмы CAMOZZI

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 16 диаметра 8мм ход 40мм.

Расчет и выбор пневмоцилиндра манипулятора.

Пневмоцилиндр манипулятора передвигает манипулятор с положения забора грузиков с каретки в положение установки грузиков на тормозной барабан. Вес захватного устройства манипулятора и максимального набора грузиков в сумме составляет 1410 грамм. Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 0.75 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 500 мм. Выбираем пневмоцилиндр 24N2A16A500 фирмы CAMOZZI

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 24 (с магнитным кольцом на поршне) диаметра 16мм ход 500мм.

Расчет и выбор пневмоцилиндра передней колонны подъемного устройства.

Пневмоцилиндр передней колонны подъемного устройства поднимает тормозной барабан над транспортом так, чтобы при подъеме и повороте тормозного барабана задней колонной транспорт не создавал помех. Вес тормозного барабана в сборе со ступицей составляет 82 килограмма. Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 5.73 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 120 мм. Выбираем пневмоцилиндр 24N2A16A125 фирмы CAMOZZI.

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 24 (с магнитным кольцом на поршне) диаметра 16мм ход 125мм.

Расчет и выбор пневмоцилиндра задней колонны подъемного устройства.

Пневмоцилиндр задней колонны подъемного устройства поднимает и поворачивает тормозной барабан в вертикальное положение. Вес тормозного барабана в сборе со ступицей составляет 82 килограмма. Давление воздуха в пневмосети Автомобильного завода составляет 10 атмосфер. Значит по формуле (1):



По формуле (2):



Диаметр поршня пневмоцилиндра по подсчетам получился 5.73 мм, это обусловлено тем, что требуемое усилие поршня пневмопривода очень низкое. Настолько малых пневмоцилиндров не существует, поэтому выбираем пневмоцилиндр с минимально возможным диаметром поршня, но при этом ход пневмоцилиндра должен соответствовать нашим нуждам. Т.е. ход пневмоцилиндра не менее 645 мм. Выбираем пневмоцилиндр 25N2A25A700 фирмы CAMOZZI.

Это пневмоцилиндр фирмы CAMOZZI серии 25 (с магнитным кольцом на поршне, с демпфированием) диаметра 25мм ход 700мм.

Расчет электромагнитов.

Захватное устройство манипулятора представляет собой электромагнит [9]. Для выбора электромагнита захватного устройства нужно узнать вес, который оно должно поднимать. Для устранения максимально возможного дисбаланса нужно 8 больших и один маленький грузик. Вес маленького грузика составляет 60 грамм. Вес большого грузика составляет 90 грамм. Вес переходной пластины составляет 400 грамм.



Исходя из веса груза, учитывая, что между переходной пластиной и грузиками будет некоторый зазор, выбираем электромагнит УМ 4027 с запасом по усилию.

Удерживающее механизм фиксирующего устройства представляет собой электромагнит. Выбираем электромагнит УМ 7040 с запасом по усилию.

Таблица 11 Технические характеристики электромагнитов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Модель | Размер и вес | Технические параметры |
|  | a | b | c | d | e | Вес | Мощность | Сила удержания |
|  | Мм | Г | Вт | Кг |
| УМ 4027 | 40 | 27 | 26 | 6 | M5 | 230 | 6 | 20 |
| УМ7040 | 70 | 40 | 56 | 8 | M4 | 800 | 19 | 150 |

## **4.2 Расчет элементов схемы электрической принципиальной силовой**

Выбор автоматических выключателей:

Автоматические выключатели применяют для защиты от короткого замыкания и выбирают по максимально допустимым токам, т.е. по пусковым токам. Автоматический выключатель выбирается по номинальному напряжению и номинальному току, с соблюдением следующих условий:

  (5)

где Uн.а.- номинальное напряжение автомата;

 Uн.c. - номинальное напряжение сети;

 Iн.а. - номинальный ток автомата;

 Iдлит.- длительный расчетный ток сети.

Выбор вводного автоматического выключателя.

Определение токов:

Определим номинальный ток, потребляемый установкой по формуле:

 (6)

где Р – мощность установки, Вт;

 U – напряжение питания, В.

Учитывая, что пусковой ток превышает номинальный в 3-4 раза, получим:

, (7)

Используя формулы (6) и (7), найдем токи:



Выбираем автоматический выключатель серии АЕ20.

АЕ2046М-20РУХЛ4, с ближайшим большим значением номинального тока расцепителя :

Iном.рас = 40А.

Ток отсечки:

Iотс.рас = 12 Iном=480.

 (8)

 где Iном.уст.- номинальный ток установки, А;

 Iмакс.уст.- максимальный ток установки, А.

По формуле (8):

40>38.9A,

180>155.6A.

Отсюда следует, что автоматический выключатель выбран верно.

Выбор автоматического выключателя сварочного полуавтомата.

Определение токов:

Определим номинальный ток, потребляемый сварочным полуавтоматом по формуле:

, (9)

где Р – мощность сварочного полуавтомата, Вт;

 U – напряжение питания, В.

Используя формулы (9) и (7) найдем токи:



Выбираем автоматический выключатель серии АЕ20.

АЕ2046М-20РУХЛ4, с ближайшим большим значением номинального тока расцепителя :

Iном.рас = 20А.

Ток отсечки:

Iотс.рас = 12 Iном=240.

  (10)

где Iном.уст.- номинальный ток полуавтомата, А;

 Iмакс.уст.- максимальный ток полуавтомата, А.

По формуле (10):

20>15.2A,

240>60.8A.

Отсюда следует, что автоматический выключатель выбран верно.

Выбор автоматического выключателя сварочного робота.

Определение токов:

Определим номинальный ток, потребляемый сварочным роботом по формуле:

 , (11)

где Р – мощность сварочного робота, Вт;

 U – напряжение питания, В.

Используя формулы (11) и (7) найдем токи:



Выбираем автоматический выключатель серии ВА47.

ВА47-293Р, с ближайшим большим значением номинального тока расцепителя :

Iном.рас = 3А.

Ток отсечки:

Iотс.рас = 12 Iном=36.

  (12)

где Iном.робота- номинальный ток робота, А;

 Iмакс.робота- максимальный ток робота, А.

По формуле (12):

3>0.6A,

36>6.8A.

Отсюда следует, что автоматический выключатель выбран верно.

Расчёт блока питания постоянного тока 24В

Так как блок питания питает модули ввода/ вывода контроллера(24 В), реле и датчики, то необходимо определить суммарную потребляемую мощность этих электромагнитов, реле, датчиков.

Потребляемая мощность электромагнита = 17 Bm.

Потребляемая мощность реле = 1.2 Bm.

Общая потребляемая мощность всех электромагнитов и реле (Вт):





К модулям ввода контроллера подключены контактные элементы и датчики (работающие на разрыв регенерации). Потребляемая мощность контактных элементов подключенных к модулю ввода контроллера (Вт):

 , (13)

где Iкэ – сила тока через контактный элемент, А;

 Uпит – напряжение питания блока ввода контроллера, В.

По формуле (13):



Общая потребляемая мощность всех контактных элементов (Вт):



Потребляемая мощность бесконтактных датчиков подключенных к модулю ввода контроллера (Вт):

, (14)

где Pд – потребляемая мощность датчика, Вт;

 Iвх – ток канала ввода контроллера, А.

По формуле (14):



Общая потребляемая мощность всех датчиков (Вт):



Определим суммарную мощность нагрузок блока питания :

 (15)

По формуле (15):





В связи с полученными данными выбираем блок питания ближайший по номиналу [10]. Импульсный блок питания 24В 40А, 3-фазы QUINT-PS/ 3AC/24DC/40 Phoenix Contact (Германия). Технические характеристики блока питания Phoenix Contact приведены в таблице 12.

Таблица 12 Технические характеристики блока питания Phoenix

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Входные данные |
| Номинальное напряжение на входе, В  | 3x 400... 500  |
|  Продолжение таблицы 12 |
| Параметр | Значение |
| Диапазон входных напряжений переменного тока, В AC | 3x 320... 575  |
| Диапазон входных напряжений постоянного тока, В DC | 450... 800  |
| Диапазон частот AC, Гц | 45 Гц ... 65  |
| Диапазон частот DC , Гц | 0  |
| Потребляемый ток, А | 3 x 2,1 (400 В AC); 3 x 1,7 (500 В перемен. тока) |
| Импульс пускового тока, мс | 25 (400 В AC); > 35 (500 В перемен. тока) |
| Выходные данные: |
| Номинальное напряжение на выходе, В DC | 24 ±1 % |
| Диапазон настройки выходного напряжения, В DC | 18... 29,5 (> 24 мощность постоянна) |
| Выходной ток, А | 40 (-25 °C ... 60 °C, UOUT = 24 В DC;45 (с резервом мощности POWER BOOST, -25 ... 40 °C, в непрерывном режиме, UOUT = 24 В DC; 215 (Технология SFB, 12 мс);  |
| Остаточная пульсация, % | 94 (при 400 В перемен. тока и номинальных значениях) |
| Напряжения изоляции на входе / выходе, кВ AC | 4 (Типовое исп.); 2 (Выборочное исп.) |
| Степень защиты | IP20 |
| Температура окружающей среды (при эксплуатации), °C | -25... 70 (> 60 - ухудшение характеристик) |
| Температура окружающей среды (хранение/транспорт), °C | -40 ... 85 |
| Макс. допустимая относительная влажность воздуха (при эксплуатации), % | ≤ 95 (При 25 °C, без выпадения конденсата) |

**5. Математическое описание системы управления и разработка алгоритма управления**

## **5.1 Определение входных и выходных переменных**

Входными переменными для системы управления являются сигналы с датчиков.

Для удобства все датчики свожу в таблицу 13.

Сигналы, информирующие о состоянии установки для балансировки и робота, сведены в таблице 14.

Выходными переменными для системы управления являются управляющие сигналы для исполнительных устройств. Назначения управляющих сигналов приведены в таблице 15.

Таблица 13 Описание назначения датчиков

|  |  |
| --- | --- |
| Датчик | Описание назначения |
| Х1 | Наличие барабана в зоне загрузки конвейера - загрузки |
| Х2 | Наличие барабана в зоне разгрузки конвейера - загрузки |
| Х3 | Наличие маленьких грузиков |
| Х4 | Наличие больших грузиков |
| Х5 | Толкатель маленьких грузов втянут |
| Х6 | Толкатель маленьких грузов выдвинут |
| Х7 | Толкатель больших грузов втянут |
| Х8 | Толкатель больших грузов выдвинут |
| Х9 | Пневмоцилиндр1 Контейнера втянут  |
| Х10 | Пневмоцилиндр1 Контейнера выдвинут |
| Х11 | Пневмоцилиндр2 Контейнера втянут |
| Х24 | Пневмоцилиндр2 Контейнера выдвинут |
| Х12 | Каретка втянута |
| Датчик | Описание назначения |
| Х13 | Каретка выдвинута |
| Х14 | Манипулятор вверху |
| Х15 | Манипулятор внизу |
| Х16 | Электромагнит в исходном положении |
| Х17 | Электромагнит в барабане |
| Х18 | Передняя колонна опущена |
| Х19 | Передняя колонна поднята |
| Х20 | Задняя колонна опущена |
| Х21 | Задняя колонна поднята |
| Х22 | Наличие барабана в зоне загрузки конвейера – разгрузки |
| Х23 | Наличие барабана в зоне разгрузки конвейера – разгрузки |

Таблица 15 Назначение управляющих сигналов

|  |  |
| --- | --- |
| Управляющий сигнал | Описание назначения |
| У1 | Фиксатор балансировочных грузов вперед |
| У2 | Фиксатор балансировочных грузов назад |
| У3 | Включение захватного устройства фиксатора |
| У5 | Толкатель маленьких грузиков вперед  |
| У6 | Толкатель маленьких грузиков назад |
| У7 | Толкатель больших грузиков вперед |
| У8 | Толкатель больших грузиков назад |
| У9 | Пневмоцилиндр 1 контейнера влево |
| У10 | Пневмоцилиндр 1 контейнера вправо |
| У11 | Пневмоцилиндр 2 контейнера влево |
| Управляющий сигнал | Описание назначения |
| У12 | Пневмоцилиндр 2 контейнера вправо |
| У13 | Каретка вперед |
| У14 | Каретка назад |
| У15 | Манипулятор вверх |
| У16 | Манипулятор вниз |
| У17 | Включение захватного устройства манипулятора |
| У19 | Включение конвейера загрузки |
| У21 | Включение конвейера разгрузки |
| У23 | Поднятие передней колонны подъемного устройства |
| У24 | Опускание передней колонны подъемного устройства |
| У25 | Поднятие задней колонны подъемного устройства |
| У26 | Опускание задней колонны подъемного устройства |

Таблица 14 Описание назначения сигналов системы

|  |  |
| --- | --- |
| Сигнал | Описание назначения |
| S1 | Индикатор 1 малый груз |
| S2 | Индикатор 2 малых груза |
| S3 | Индикатор 1 большой груз |
| S4 | Индикатор 2 больших грузов |
| S5 | Индикатор 4 больших груза |
| S6 | Индикатор 8 больших грузов |
| S7 | Индикатор допуск |
| S8 | Приварка грузов окончена |

**5.2 Разработка математической модели**

Математическая модель системы состоит из системы логических уравнений, описывающих поведение различных исполнительных устройств в зависимости от значений сигналов поступающих с датчиков.

Математическая модель составляется по циклограмме работы системы.

Здесь приняты следующие обозначения:

 - входные сигналы, поступающие с датчиков;

 - входные сигналы, поступающие от ЧПУ станков;

 - управляющие сигналы для исполнительных устройств;

 - управляющие сигналы для ЧПУ станков.

Управляющие сигналы для исполнительных устройств:

Фиксатор балансировочных грузов вперед:



Фиксатор балансировочных грузов назад:



Включение захватного устройства фиксатора:



Толкатель маленьких

 грузиков вперед:



Толкатель маленьких грузиков назад:



Толкатель больших грузиков вперед:



Толкатель больших грузиков назад:



Каретка вперед:



Каретка назад:



Вкл./Выкл. робота:



Манипулятор вверх:



Манипулятор вниз:



Включение захватного устройства манипулятора:



Включение конвейера загрузки:



Включение конвейера разгрузки:



Поднятие передней колонны подъемного устройства:



Опускание передней колонны подъемного устройства:



Поднятие задней колонны подъемного устройства:



Опускание задней колонны подъемного устройства:



## **5.3 Разработка алгоритма управления**

Перед разработкой самой программы необходима разработка алгоритмов, которые описывают последовательность действий для решения задач или достижения поставленных целей в создаваемой программе.

Алгоритм работы системы управления показан на чертеже ДП 1.22030165.17.11.29.00.00 Д3.

Алгоритм работы системы управления:

После того, как кнопка пуск нажата провяряется наличие тормозного барабана в зоне датчика х1, затем включается двигатель М1 и конвейер переносит барабан в зону датчика х2, происходит остановка двигателя М1. Затем проверяется нужно ли производить приварку грузов, нет ли сигнала S7 (допуск) если приварку грузиков производить не нужно, проверяется есть ли барабан в зоне х22 включается двигатель М2 и конвейер разгрузки переносит барабан в зону действия датчика х23 производится остановка двигателя М2 и цикл заканчивается.

Если же приварку грузиков нужно производить, то сигналы S1 и S2 складываются, тем самым высчитывается необходимое количество маленьких грузов. Затем сигналы S3-S6 складываются, тем самым высчитывается необходимое количество больших грузов.

После расчетов грузов поднимается передняя колонна подъемного устройства до срабатывания датчика х19, затем поднимается задняя колонна подъемного устройства до срабатывания датчика х21. После поднятия барабана в положение удобное для сварки проверяется есть ли сигнал Контейнер в среднем положении (Х9, Х24), есть ли в таре малые грузы, Пневмоцилиндр толкателя малых грузов выдвигается вперед до срабатывания датчика Х6. Пневмоцилиндр толкателя малых грузов задвигается назад до срабатывания датчика Х5, захватывая следующий грузик. Затем проверяется есть ли в таре большие грузы, пневмоцилиндр толкателя больших грузов выдвигается вперед до срабатывания датчика Х8. Пневмоцилиндр толкателя больших грузов задвигается назад, захватывая следующий грузик. Затем пневмоцилиндр каретки выдвигается вперед до срабатывания датчика Х13. Включается электромагнит манипулятора, затем пневмоцилиндр каретки задвигается назад до срабатывания датчика Х12. Пневмоцилиндр манипулятора опускается вниз, опуская грузики на тормозной барабан для приварки до срабатывания датчика Х15. Пневмоцилиндр фиксирующего устройства выдвигается вперед до срабатывания датчика Х17, затем включается электромагнит фиксирующего устройства после чего выключается электромагнит захватного устройства манипулятора затем Пневмоцилиндр манипулятора поднимается вверх до срабатывания датчика Х14. После установки грузиков на тормозной барабан и фиксации их в заданном положении робот производит приварку грузов. Затем выключается электромагнит фиксирующего устройства. Пневмоцилиндр фиксирующего устройства задвигается назад до срабатывания датчика Х16. Затем пневмоцилиндр задней колонны подъемного устройства опускается вниз до срабатывания датчика Х20. Пневмоцилиндр передней колонны подъемного устройства опускается вниз до срабатывания датчика Х18 Затем включается конвейер разгрузки посредством двигателя М2 тормозной барабан перемещается по конвейеру разгрузки до срабатывания датчика Х23, происходит выключение двигателя М2. Конец цикла.

## **5.4 Разработка программы работы установки**

Для программирования контроллера OMRON cj1m используется программа CX Programmer. Контроллер программируется на языках LD (Lead Diagramm) и FBD (Functional Block Diagramm).

**6. Расчет экономической эффективности**

Целью дипломного проектирования является повышение технико-экономических показателей балансировки тормозного барабана со ступицей в сборе за счет автоматизации процесса устранения дисбаланса.

Основная цель проекта – автоматизировать существующий технологический процесс путем внедрения автоматического оборудования (устройство набора грузов и сварочный робот). При этом основное оборудование не меняется. В результате происходит сокращение рабочего персонала, т. к. производство происходит без участия человека. Еще одной важной характеристикой такой автоматизации является увеличение производительности труда, а также снижение брака с 10 % до 8 %.

 Основное оборудование остается таким же:

Установка для балансировки ступиц с тормозным барабаном в сборе.

Установка предназначена для измерения параметров дисбаланса ступиц с тормозным барабаном в сборе колеса автомобиля «КАМАЗ».

Область применения – балансировка ступиц с тормозным барабаном 6520-3103010.

Одним из путей улучшения тех. процесса является автоматизация производственного участка: предлагается автоматизировать приварку грузиков, их набор и установку. Для целей сварки может послужить робот-манипулятор, для набора и установки грузиков использовать устройство для набора грузиков с манипулятором для установки.

Вспомогательное оборудование необходимо для выполнения работ не связанных с обработкой детали. К таким работам относятся перемещение заготовки от одного станка к другому, к конвейеру, межоперационного накопления заготовок, транспортировка заготовок и готовых деталей.

К вспомогательному оборудованию данного автоматизированного производственного комплекса относятся:

- Промышленный робот ABB IRB 140;

- Установка для набора грузиков УНБ

Экономическая эффективность определяется на основе создания и анализа бизнес плана за 5 лет. Сравнение ведется с вариантом, принятым в качестве базового. Базовым вариантом сравнения принимается исходная система. [14]

Годовой фонд рабочего времени составляет 3962 час. Годовой выпуск деталей составляет - 100000 шт./год. Режим работы – двусменный.

При базовом варианте бракованная продукция составляла 10%. Браковка деталей происходит из-за неточной приварки, человеческого фактора. В новом варианте производится точная приварка, сокращается брак до 8 %.

Таблица 16 Данные по участкам

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка | Кол-во | Цена единицы, руб. | Сумма, руб. | Потребляемая мощность кВт. |
| Установленное оборудование (базовый вариант) |  |
| Установка для измерения дисбаланса  | УБС | 1 | 1000000 | 1000000 | 60 |
| Полуавтомат сварочный | ПДГ-502 | 1 | 40000 | 40000 | 30 |
| Итого: | 1040000 | 90 |
| Проектируемый участок  |
| Установка для измерения дисбаланса  | УБС | 1 | 1000000 | 1000000 | 60 |
| Наименование | Марка | Кол-во | Цена единицы, руб. | Сумма, руб. | Потребляемая мощность кВт. |
| Промышленный робот  | ABB IRB-140 | 1 | 1400000 | 1400000 | 4,5 |
| Сварочный полуавтомат | Super synergic 600 pulse R.A. | 1 | 200000 | 150000 | 25 |
| Устройство набора грузиков | УНБ | 1 | 50 000 | 200 000 | 5 |
| Монтаж оборудования |  |  |  | 150 000 |  |
| Пусконаладочные работы |  |  |  | 50 000 |  |
| Итого | 3000000 | 94,5 |

Таблица 17 Исходные данные для расчета затрат

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование данных | Характеристика |
|  | Вариант 1 | Вариант 2 |
| Годовая программа производства деталей: ВГ, шт./год | 100000 | 100000 |
| Наименование данных | Характеристика |
| Штучное время выполнения операции: t, мин | 2,5 | 2 |
| Часовая тарифная ставка основных рабочих: СЗЧС, руб./час. | 45,70 | 45,70 |
| Коэффициент, учитывающий приработок рабочих: α | 1,4 | 1,4 |
| Коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату: КД.З | 1,1 | 1,1 |
| Коэффициент, учитывающий Страховые выплаты: КС | 1,35 | 1,35 |
| Коэффициент, учитывающий численность бригады: βо | 1 | 0 |
| Первоначальная (восстановительная) стоимость оборудования: КОТ, руб./ед. | 1040000 | 3000000 |
| Количество технологического оборудования: О | 1 | 1 |
| Коэффициент занятости технологического оборудования: μо | 1 | 1 |
| Норма годовых амортизационных отчислений по оборудованию: а, % | 10 | 10 |
| Затраты на ремонт оборудования: СР, % | 16 | 16 |
| Годовой расход силовой электроэнергии: ЭС, кВт⋅ч/год |  237 620 | 275 359 |
| Годовой расход технологической электроэнергии: ЭТ, кВт⋅ч/год | 118860 | 99050 |
| Стоимость 1 кВт⋅ч электроэнергии:ЦЭ, руб./кВт⋅ч | 2.05 | 2.05 |
| Наименование данных | Характеристика |
| Суммарная установленная мощность оборудования: Nуi, кВт | 90 | 94,5 |
| Коэффициент спроса электроэнергии: Кспр | 0,5 | 0,5 |
| Процент брака: КБ, % | 0,15 | 0,08 |
| Затраты на смазочно-обтирочные материалы: СВ, руб./год⋅шт. | 12000 | 12000 |
| Затраты на приспособление:СП, руб/год | 5000 | 5000 |
| Площадь, занимаемая оборудованием:SО, м2 | 140 | 140 |
| Коэффициент занятости площади: μS | 0,7 | 0,7 |
| Годовые расходы на содержание помещения: СКГ, руб./(м2⋅год) | 2000 | 2000 |
| Коэффициент, учитывающий прочие цеховые расходы: КПРЦ | 0,25 | 0,25 |

## **6.1** **Расчет себестоимости операции**

Технологическая себестоимость операции по изготовлению изделия определяется по формуле:

, (16)

где СОМi - затраты на основной материал приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции;

СЗПi- заработная плата основных и вспомогательных рабочих (с отчислениями), приходящаяся на изделие при выполнении i-й операции;

СОi, Cоснi - затраты по эксплуатации оборудования, оснастки, приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции;

CКi - затраты по использованию производственного здания, приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции;

С Пi - прочие цеховые расходы, приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции.

Заработная плата (с отчислениями), приходящаяся на изделие по операции определяется по формуле:

, (17)

где СЗОi, СЗ.Вi - заработная плата основных и вспомогательных рабочих (с отчислениями), приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции соответственно;

СЗИi – заработная плата инженерно-технических работников, связанных с выполнением i-й операции.

Данное оборудование обслуживает 1 наладчик. Он является основным рабочим. Поэтому необходимо рассчитать заработную плату только основных рабочих, т.е. по формуле (17):

СЗi = СЗОi

Заработная плата основных рабочих по операции определяется по формуле:

 (18)

По формуле (18):

 руб./шт.

 руб./шт.

Затраты на эксплуатацию оборудования определяются по формуле:

 , (19)

где САi - затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции;

СРi, СЭi, СВi - затраты на ремонт оборудования, энергию, смазочно-обтирочные (вспомогательные) материалы.

Затраты на ремонт оборудования охватывают затраты на все виды ремонтов, на осмотры и все виды межремонтного обслуживания. Данные затраты составляют 1,6 % от первоначальной стоимости оборудования и определяются по формуле:

 (20)

По формуле (20):

 руб./шт.;

 руб./шт.

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

  (21)

По формуле (21):

 руб/шт;

руб/шт.

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

, (22)

где СЭСi - затраты на силовую электроэнергию, приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции;

СЭТi - затраты на технологическую электроэнергию, приходящиеся на изделие при выполнении i-й операции;

Затраты на силовую электроэнергию определяются по формуле:

  (23)

 руб./шт.;

 руб./шт.

Затраты на технологическую электроэнергию определяются по формуле:

, (24)

 (руб./шт.)

 (руб./шт.)

Итого затраты на электроэнергию по формуле (22):





Затраты на смазочно–обтирочные материалы включают затраты на охлаждающие жидкости, производственную воду и другие вспомогательные материалы определяются по формуле:

, (25)

 руб./шт.;

 руб./шт.

В итоге рассчитаем затраты на эксплуатацию оборудования по формуле (19):

 руб./шт.;

 руб./шт.

Затраты по оснастке включают затраты на приспособления определяются по формуле:

 (26)

 руб./шт.;

 руб./шт.

Затраты на содержание помещения охватывают ее амортизацию, ремонт, отопление, освещение определяются по формуле:

 (27)

 руб./шт.;

 руб./шт.

Прочие цеховые затраты включают расходы по охране труда и технике безопасности, канцелярские расходы и др. Они устанавливаются пропорционально сумме затрат по зарплате и оборудованию определяются по формуле:

 (28)

 руб./шт.;

 руб./шт.

Затраты на основные материалы определяются по формуле:

 , (29)

где СОМ – затраты на основные материалы, руб./шт;

МЗ – масса заготовки, в кг. МЗ=75;

Мотх – масса отходов, в кг. Мотх=0;

СМ – стоимость 1 кг материалов, в руб. СМ=12;

СОТХ – стоимость 1 кг отходов, в руб. СМ=1,8;

КБ – коэффициент брака

По формуле (29):

 руб/шт

 руб/шт

Определим полную технологическую себестоимость операции по изготовлению изделия по базовому и проектируемому вариантам по формуле (16):

 руб./шт.;

 руб./шт.

Таблица 18 Величина текущих затрат на годовую программу

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование затрат | Сумма, руб./год  |
| По базовому варианту | По новому варианту | РезультатЭкономия (-)Перерасход (+) |
| Зарплата основных рабочих СЗП | 396 000 | 0 | - 396 000 |
| Затраты на ремонт оборудования СР | 166 400 | 480 000 | + 313 600 |
| Наименование затрат | Сумма, руб./год  |
| По базовому варианту | По новому варианту | РезультатЭкономия (-)Перерасход (+) |
| Затраты на электроэнергию СЭ | 730 000 | 767 000 | + 37 000 |
| Затраты на смазочно-обтирочные материалы СВ | 12 000 | 12 000 | 0 |
| Амортизационные отчисления СА | 104 000 | 300 000 | + 196 000 |
| Затраты по оснастке СОСН | 5 000 | 5 000 | 0 |
| Затраты за использование производственного здания СК | 196 000 | 196 000 | 0 |
| Прочие цеховые расходы СП | 263 000 | 281 700 | + 18 700 |
| Затраты на основные материалы СОМ | 99 000 000 | 97200 000 | - 1 800 000 |
| Итого | 100872 400 | 99241 700 | -1630 700 |

## **6.2 Расчет инвестиций**

Инвестиционные затраты связаны с приобретением необходимого для реализации проекта оборудования, осуществлением НИОКР, проектных работ, пусконаладочных работ и т.п. Состав инвестиционных затрат на реализацию проекта приведен в таблице 19.

Таблица 19 - Состав инвестиционных затрат на реализацию проекта

|  |  |
| --- | --- |
| Статьи затрат | Сумма, руб. |
| Промышленный робот модели ABB IRB-140 | 1 400 000 |
| Устройство набора грузиков УНБ | 200000 |
| Статьи затрат | Сумма, руб. |
| Полуавтомат сварочный Super synergic 600 pulse R.A. | 200000 |
| Монтаж оборудования  | 150000 |
| Пусконаладочные работы  | 50000 |
| ИТОГО инвестиционных затрат | 2000000 |

## **6.3 Расчет показателей экономической эффективности**

Чистый поток платежей (ЧПП) рассчитываем по формуле:

 ЧПП = (Зб – Зпр) - DН (30)

где Зб – затраты по базовому варианту, руб./год;

 Зпр – затраты по проектному варианту, руб./год;

 DН – размер налога на прибыль, руб/год.

DН = (Зб – Зпр) \* 0,20 руб./год

 Тогда формула (30) примет вид:

ЧПП = 0,8 \* (Зб – Зпр) (31)

Подставив значения в формулу (31), получим:

ЧПП = 0,80 \* (100 872400 - 99 241 700) = 1304 560 (руб./год)

Чистая текущая стоимость определяется как:

, (32)

где R – ставка сравнения;

 KV- первоначальные капиталовложения в проект;

 T – жизненный цикл проекта (T = 5 лет).

За численное значение ставки сравнения примем R = 15%. 15% - это норма прибыли от предыдущих проектов, реализованных на предприятии. Поэтому данное значение принимается в качестве ставки сравнения как нижний порог рентабельности.

. При данном значении ставки сравнения R=0,15 получаем положительную чистую текущую стоимость, т.е. проект выгоден. Найдем ЧТС при R=0,9 , т.е. увеличим норму дисконта для определения внутреннего коэффициента окупаемости (ВКО).

Примем ставку сравнения R– = 0,9.

.

Для обеспечения эффективности капиталовложений в проект достаточно, чтобы выполнялись условия:

ЧТС > 0;

ВКО > R.

Внутренний коэффициент окупаемости (ВКО) определяется:

 , (33)

где ЧТС+, ЧТС- - положительные и отрицательные чистые текущие стоимости проекта, полученные при определенных значениях ставки дисконтирования;

 R+, R- - ставки дисконтирования (сравнения), соответствующие положительным и отрицательным чистым потокам соответственно.

Тогда внутренний коэффициент окупаемости будет по формуле (33) равен:



Срок окупаемости (дисконтированный или простой) данной разработки рассчитывается по формуле:

, (34)

где m – текущий номер периода при котором Sm<KV<Sm+1;

KV – первоначальные капиталовложения в проект, (руб);

Sm, Sm+1 – сумма чистого потока платежей за m и за m+1 период соответственно, «очищенная» от величин капиталовложений за эти периоды, руб;

Пm+1 – величина чистого потока платежей за m+1 период («очищенная» от капиталовложений в этот период), руб.

Для данного проекта S1<KV<S2.

Дисконтированный срок окупаемости проекта по формуле (34):

 (года)

## **6.3** **Вывод**

Целью дипломного проектирования является повышение технико-экономических показателей производства детали кронштейна за счет совершенствования тех. процесса и разработки транспортной системы.

Применение разработанной системы позволило снизить процент брака с 10 до 8, сократить себестоимость выпуска продукции. Чистая текущая стоимость реализации данного проекта составила 

рублей. Внутренний коэффициент окупаемости –81 %. Дисконтированный срок окупаемости проекта – 1,61 года.

Таблица 20 Планирование денежных потоков

|  |  |
| --- | --- |
|  | Период планирования |
| Статьи поступлений и отчислений | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 |
| I.Инвестиция | -2 000 000 |  |  |  |  |  |
| II. Доходы и расходы |  |  |  |  |  |  |
| Экономия (+) | - | 1 630 700 | 1 630 700 | 1 630 700 | 1 630 700  | 1 630 700  |
| в том числе амортизация | - | 196 000 | 196 000 | 196 000 | 196 000  | 196 000  |
| налогооблагаемая прибыль | - | 1 630 700 | 1 630 700 | 1 630 700  | 1 630 700  | 1 630 700  |
| налог на прибыль 20% (-) | - | 326 140 | 326 140 | 326 140  | 326 140  | 326 140  |
| чистая прибыль (+) | - | 1 304 560 | 1 304 560 | 1 304 560  | 1 304 560  | 1 304 560  |
| III. Коррекция денежных потоков | - |  |  |  |  |  |
| амортизация (+) | - | 196 000 | 196 000  | 196 000  | 196 000  | 196 000  |
| ЧДП (чистая прибыль+амортизация) | -2 000 000  | 1 500 560 | 1 500 560 | 1 500 560  | 1 500 560  | 1 500 560  |
| коэффициент дисконтирования (r=0,15) | 1  | 0,8696 | 0,7561 | 0,6575 | 0,5718 | 0,4972 |
| ДДП (ЧДП\*К) | -2 000 000  | 1 304 834,78 | 1 134 638,94 | 986 642,56 | 857 950,05 | 746 043,52 |
| ДДП нарастающим итогом | -2 000 000  | -695 165,22 | 439 473,72 | 1 426 116,28 | 2 284 066,33 | 3 030 109,85 |
| ЧТС+ |  | 3 030 109,85 |
| коэффициент дисконтирования (r=0,90) | 1 | 0,5263 | 0,2770 | 0,1458 | 0,0767 | 0,0404 |
| ДДП нарастающим итогом | -2 000 000  | 789 768,42 | 415 667,59 | 218 772,42 | 115 143,38 | 60 601,78 |
| ДДП (ЧДП\*К) | -2 000 000  | -1 210 231,58 | -794 563,99 | -575 791,57 | -460 648,20 | -400 046,42 |
| ЧТС- |  | -400 046,42 |

**7. Разработка мероприятий по БЖД**

## **7.1 Микроклимат на рабочем месте**

Спроектированная автоматизированная установка балансировки ступиц с тормозным барабаном в сборе входит в состав автоматической линии по обработке передних осей автомобиля КамАЗ. Она будет располагаться в цехе передних осей 202 Автомобильного завода среди другого технологического оборудования, поэтому к ней должны применяться требования как к остальному промышленному оборудованию. В цеху производить запуск и работу могут только специально обученные и проинструктированные рабочие, за технику безопасности несет ответственность инженер по технике безопасности.

Помещение, в котором находиться оборудование представляет собой крытый корпус и имеет следующие характеристики:

-высота помещения 10м (максимум ограничивают защитные решётки навесного оборудования;

- искусственная вентиляция

-освещение: естественное (через окна) и общее искусственное.

В ГОСТ 12.0.003-74 "ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" приводится классификация элементов условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов. Они подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические, психофизиологические. [11]

Во время работы автоматической линии люди находящиеся в помещении сталкиваются, в основном, с физическими, психофизиологическими, опасными и вредными производственными факторами. Биологически опасные факторы при этой работе не встречаются.

При работе автоматической линии на людей могут воздействовать следующие вредные и опасные производственные факторы:

- шум;

- вибрации;

- недостаточное освещение;

- электромагнитное излучение;

- выделение избытков теплоты;

- вентиляция;

- запылённость.

Проектируемая в ходе дипломного проекта автоматизированная установка позволяет заменить в опасным виде деятельности человека. Что приведет к уменьшению заболеваний, связанных с данной работой. Это оборудование несет и опасность. Повышается опасность поражения электрическим током. Основными причинами травм могут явиться: ошибочные действия наладчика во время наладки, беспечность наладчика, регулировки и ремонта оборудования, попадание человека в рабочее пространство установки при его работе.

Для уменьшения опасности все установки окружены защитными ограждениями. Имеется наличие автоматических предохранительных устройств, которые выключают оборудование при попадании в зону его работы человека.

 Таблица 21 Оптимальные параметры микроклимата

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сезон | Температуравоздуха, t, ºС | Относительнаявлажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
| Холодный (средне суточная температура меньше 10 ºС) | 22-24 | 60-40 | 0.1 |
| Переходный | 21-23 | 60-40 | 0.1 |
| Теплый (среднесуточная температура воздуха 10 ºС и выше) | 23-24 | 60-40 | 0.2 |

Запылённость воздуха не должна превышать 0.75 мг/м3. На одного человека должен приходиться объём помещения 15м3 при площади 4.5 м2 (без учёта проходов и оборудования). В течение трудового дня необходимо обеспечить воздухообмен помещения объёмом 25-50 м3, отвод влаги 350-500 г и тепла 50 кДж на каждый килограмм массы тела работающего.

Зоной комфорта для человека принято считать температуру в летний период (при температуре наружного воздуха +10 °C и выше) в пределах от +18 °C до +25 °C, в зимний период (при температуре наружного воздуха ниже +10 С) в пределах +16 С - +22 С. Для человека, находящегося в состоянии покоя, желательной является температура в пределах от +21 °C до +26 °C при скорости движения воздуха от 0,1 до 0,9 м/с. [12]

Относительная влажность воздуха (отношение содержания водяных паров в 1 м3 воздуха к их максимально возможному содержанию) характеризует влажность воздуха при определенной температуре. Средний уровень относительной влажности от 40 до 60 % соответствует условиям метеорологического комфорта при покое или при очень легкой физической работе. Для создания в рабочем помещении нормального микроклимата, а также удаления из него вредных газов, паров и пыли необходимо применять вентиляцию.

Шумовое воздействие является фактором, отрицательно влияющим на производительность. Шум возникает во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы и др. Диапазон слышимых звуков укладывается в пределах от 0 до 140 дБ. Предельно допустимый уровень звукового давления составляет 55 дБ.

Источниками шума на участке являются:

 - шум различных узлов автоматической линии (станок, робот, конвейер - в основном кратковременные).

Борьба с источниками шума затруднена, так как источниками шума является узлы автоматической линии. Балансировка тормозных барабанов ведётся методом сварки, что не производит шума выходящего за пределы норм. В работе спроектированной установки отсутствуют резкие удары тормозным диском или об неё вспомогательного инструмента, поэтому вспомогательная система тоже не является источником сильного шума. Наиболее сильный источник шума – это гидросистема, обеспечивающая основное оборудование, но она находиться на расстоянии 15м от рабочего места оператора и имеет защиту в виде стенки из звукопоглощающего материала.

Требования к освещенности, согласно СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение” данный вид деятельности относится к работе со средней степенью точности. И к освещенности предъявляются следующие требования:

- уровень освещенности должен равняться 500лк, что соответствует характеру выполняемых работ, переносится без утомления и напряжения для глаз;

- достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях; отсутствие резких теней, прямой и отраженной блесткости;

- постоянство освещения во времени; оптимальная направленность излучаемого светового потока; долговечность, экономичность, электробезопасности, эстетичность, удобство и простота эксплуатации;

- естественное освещение при верхнем или комбинированном освещении КЕО еН = 4 %;

- совмещенное освещение КЕО еН = 2,4 %;

- искусственное освещение: показатель ослепленности Р = 40, коэффициент пульсации К = 20 %.

Нормы электромагнитного излучения регулируются следующими документами:

Электромагнитное поле, создаваемое видеотерминалом основного технологического оборудования, оказывает негативное влияние не здоровье наладчика. В целях ограничения влияния на здоровье электромагнитного поля и других неблагоприятных факторов, создаваемых видеодисплеями, в России введены в действие "Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ" СанПиН 2.2.2.542-96. Эти санитарные правила устанавливают предельно-допустимый уровень электромагнитного поля и ограничивают время непрерывной и общей работы с компьютером для разных категорий пользователей. [13]

Нормируемые параметры и предельно допустимые уровни:

Нормируемыми параметрами электромагнитного поля (ЭМП) является:

- в диапазоне частот 30 кГц <= f< 300 МГц -величина напряженности электрической составляющей ЭМП (Е) в В/м;

- в диапазоне частот 300 МГц <= f< 300 ГГц - величина плотности потока энергии (ППЭ) в мкВт/см 52 0;

В случае импульсно-модулированного излучения оценка производится по средней за период следования импульсов интенсивности ЭМП.

Таблица 22 Нормы ЭМП

|  |  |
| --- | --- |
| Вид помещения | Предельно-допустимые значения в диапазонах частот |
| Объект | 30кГц <= ЗМГц Е.В/м | ЗМГц <= f < 30 МГц Е,В/м | 30 МГц <= f< 300 МГц Е,В/м | 300 MГц <= f< 300 ГГц ппэ мкВт/см2 |
| Селитебная территория | 15,0 | 10,0 | 3,0 | 3,0 |
| Помещения общественных (кроме приведенных в п.З), административных, производственных зданий | 15,0 | 10,0 | 3,0 | 3,0 |
| Помещения жилых зданий, гостиниц, дошкольных и образовательных учреждений. | 10,0 | 7,0 | 2,0 | 2,0 |

**7.2 Расчет вентиляции**

Определение потребного воздухообмена.

Влага выделяется в результате испарения со свободной поверхности воды и влажных поверхностей материалов и кожи, в результате дыхания людей и т.д. Количество влаги, выделяемое людьми, г/ч, определяется по формуле:

W = n\*w, (35)

где n - число людей, равное 1(за работой автоматизированного комплекса следит 1 наладчик);

w – количество влаги, выделяемое одним человеком, г/ч, w = 84 г/ч при t = 22 °С /23/.

Подставляя значение в формулу (35) получим:

W=1\*84 = 84 г/ч.

Теперь можно определить потребный воздухообмен, который определяется по формуле:

 G=W/(p\*(D-d)), (36)

где W - количество водяного пара, выд-ся в помещении, г/ч, равное 84 г/ч;

D, d - влагосодержание вытяжного и приточного воздуха, г/кг, определяется по температуре и относительной влажности воздуха;

р - плотность приточного воздуха, р = 1,2 кг/м;

d =10 г/кг при температуре рабочей зоны 22°С ;

D = 16 г/кг- принимается равным предельно допустимому, т.е. при tp.3.= 26 °С = 75 %.

Таким образом, расход воздуха по формуле (36) равен:

G=W/(p\*(D-d))

G=84/(1.2\*(16-10))=11.6 л/ч

Теперь проведем расчет выделений тепла.

Тепловыделения от людей зависят от тяжести работы, температуры и скорости движения окружающего воздуха. В расчетах используется явное тепло, т. е. тепло, воздействующее на изменение температуры воздуха в помещении. Тепловыделения от людей:

Qл = n\*q, (37)

где n - количество людей в помещении, 1 человек;

q - удельная теплота, выделяемая человеком (явное тепло при t = 22 С), Вт; q = 68 Вт /23/; По формуле (37) получаем:

Qл = 1 \* 68 = 57,8 Вт.

Расчет тепла, поступающего в помещение от солнечной радиации Qoct производится по формуле:

QОCT = F0CT \* q0CT \*Аосг , (38)

где Foct - площадь поверхности остекления, м , Foct= 6,87 м;

q0CT - тепловыделения от солнечной радиации, Вт/м, через 1 м поверхности остекления (с учетом ориентации по сторонам света), qocr = 150 Вт/м, т.е. окна с двойным остеклением с металлическими переплетами;

Аост - коэффициент учета характера остекления, Аост=1,15 (двойное остекление в одной раме). Подставив все полученные значения в формулу (38), получим:

QОСТ = 6,87 \*150\*1,15 = 1185 Вт.

Расчет тепловыделений от источников искусственного освещения Q0CB, Вт, производится по формуле:

QОСВ = N\*KTCП\*1000, (39)

где N - суммарная мощность источников освещения, кВт,

N = 4 \* 0,1+0,05 = 0,45 кВт,

где 0,08 кВт - мощность одной лампы, а всего в помещении 3 лампы;

 0,05 кВт – мощность освещения основного технологического оборудования (по паспорту)

КТСН- коэффициент тепловых потерь, Ктсп = 0,55 для люминесцентных ламп. По формуле (39) имеем:

Q0CB = 0,4\*0,55\*1000= 220 Вт.

Для расчета тепловыделений от технологических устройств можно использовать паспортные данные основного технологического оборудования –балансировочной установки.

Тогда:

QТУ= 300 Вт.

Таким образом, в помещении выделяется всего избыточного тепла:

QИЗБ = QЛ+ QОСТ+ QОСВ+ QТУ =57,8 + 1185+220+300=1762,8 Вт.

При открытии дверей и окон естественный расход тепла:

Qрасх= 0.1\*QИЗБ= 176,28 (Вт). (40)

Посчитаем объем вентилируемого воздуха для теплого времени года:

GТ=3600\*Qизб/(Cр\*p\*(tуд-tпр)), (41)

где Qизб - теплоизбытки, Qизб= 1762,8 Вт;

Ср - массовая удельная теплоемкость воздуха,

Ср=1000 Дж/(кг°С);

р - плотность приточного воздуха, р = 1,2 кг/м ;

tуд, tnp - температуры удаляемого и приточного воздуха, °С ;

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле:

tуд=tрз+а\*(Н-2), (42)

где tpз = 22 С;

а - нарастание температуры воздуха на каждый 1 м высоты, °С /м, 0,5°С /м;

Н - высота помещения, Н = 10 м.

Следовательно по формуле (42):

tуд= 22 + 0,5\*(10 - 2) = 26 °С.

Температура приточного воздуха tnp при наличии избытков тепла должна быть на 5 °С ниже температуры воздуха в рабочей зоне, поэтому tПР = 17 °С. Подставляя значения в формулу (41), получим значение объема вентилируемого воздуха для теплого времени года:

GТ=3600\*1762,8/(1000\*1,2\*(26-17))= 587,6 м/ч

При одновременном выделении тепла и влаги сравниваются соответствующие воздухообмены, потребные для их удаления, и выбирается наибольший. Поскольку GT= 587,6 м /ч, a G = 11,6 л/ч или G = 70 м/ч, то систему вентиляции должна обеспечивать воздухообмен GBCHT = 600 м /ч.

##

## **7.3 Организация техники безопасности на рабочем месте**

На оператора воздействует ряд опасных и вредных производственных факторов, наиболее значимые из которых вибрация; шум; пониженный или повышенный уровень освещенности.

Производственное освещение.

Правильное устроенное освещение обеспечивает хорошую видимость и создает благоприятные условия труда. Недостаточное освещение вызывает преждевременное утомление, притупляет внимание работающего, снижает производительность труда, ухудшает качественные показатели и может оказаться причиной несчастного случая. Требования к освещенности на производстве изложены в ГОСТ 17677-88; ГОСТ 21910-91; СНиП 23-05-95.

В нашем конкретном случае на механическом участке применяем комбинированное освещение, которое состоит из общего и местного.

При проектировании освещения предусмотрены следующие требования:

- освещенность на рабочем месте должна соответствовать зрительным условиям труда согласно гигиеническим нормам;

- обеспечивать достаточное равномерное распределение яркости на рабочей поверхности;

- на рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, отраженная блескость;

-осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей, должна быть удобной, надежной и простой в эксплуатации.

Мероприятия по снижению вибрации.

Для современного машиностроения характерно увеличение скоростей рабочих органов и агрегатов различного рода оборудования, станков и ручных машин. Уравновесить при этом вращающиеся и поступательные массы становиться затруднительным. В результате возникают колебания, в ряде случаев им сопутствуют вредные производственные факторы, создающие неблагоприятные условия труда, на пример вибрация, сопровождающая работу технического оборудования, механизированного инструмента и транспорта.

Мероприятия по борьбе с производственными вибрациями изложены в ряде стандартов ГОСТ 12.1.012-90 , СН 2.2.4/2.8.556-96

Вибрационная безопасность труда обеспечивается:

- системой технических, технологических и организационных решений и мероприятий по созданию машин и оборудования с низкой вибрационной активностью;

- системой организации труда и профилактических мероприятий, ослабляющих неблагоприятное воздействие вибрации на человека.

Вибробезопасность на участке будет обеспечиваться:

- соблюдением правил и условий эксплуатации машин и ведения технологических процессов;

- поддержания технического состояния машин, параметров технологических процессов и элементов производственной среды, своевременным проведением планового и предупредительного ремонта;

- применением СИЗ от вибрации;

- введением и соблюдением режимов труда и отдыха, снижающих неблагоприятное воздействие вибрации на человека;

 Для защиты работающего от воздействия общей вибрации предусмотрена обувь с амортизирующими подошвами. Такую обувь изготовляют из кожи, искусственных, синтетических, текстильных материалов.

Основные ГОСТы; СанПиН; СН :

ГОСТ 26568-85. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация.

ГОСТ 12.4.024-76 ССБТ. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования.

СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

МУ 3911-85. Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценке производственных вибраций.

МР 2908-82. Методические рекомендации по дозовой оценке производственных шумов.

Мероприятия по снижению шума

Шум на производстве неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций.

В результате снижается производительность и ухудшается качество работы. Шум затрудняет также своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы, подаваемые персоналом, обслуживающим внутрицеховой транспорт (мостовые краны, автопогрузчики и т.п.), что может стать причиной несчастного случая.

Действующие в настоящее время нормы шума на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности», СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Общая классификация средств и методов защиты от шума приведена в ГОСТ 12.1.029-80 «ССБТ. Средства и методы борьбы с шумом».

Для снижения шума применены следующие методы:

- рациональная планировка предприятий и цехов, акустическая обработка помещений;

 - уменьшение шума на пути его распространения.

Для борьбы с шумом на пути его распространения устанавливают звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции, а также глушители аэродинамических шумов.

Основные ГОСТы:

ГОСТ 12.1.003-83 ССВТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р 12.4.208-99 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов слуха. Наушники. Общие технические требования. Методы испытаний.

Мероприятиями защиты атмосферного воздуха

Приварка балансировочных грузиков к тормозному барабану сопровождается выделением дыма и пыли.

Основными мероприятиями защиты атмосферного воздуха являются:

- Вывод токсичных веществ из помещений общеобменной вентиляцией;

- Локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией;

- Очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах (пылеуловители, туманоуловители, аппараты многоступенчатой очистки) и его возврат в производственное помещение;

- Очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его выброс и рассеивание в атмосфере.

Основными источниками загрязнения сточных вод в машиностроении являются производственные и бытовые стоки. Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в технологических процессах.

## **7.4 Пожаро–электробезопасность**

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной защиты. Понятие пожарной профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения пожара или уменьшение его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Здание, где располагается цех относится к категории Д по пожароопасности. В этом корпусе обращаются с негорючими веществами и материалами. Для предотвращения пожара на станках на рабочем месте должен находится порошковый огнетушитель, так как электропроводку нельзя тушить водой.

На каждом участке должен располагаться пожарный рукав и система оповещения. Это обеспечивается противопожарными службами завода.

Во время работы с терминалом управления основным технологическим оборудованием мы имеем дело с рабочим местом, оснащенным электрооборудованием, поэтому следует выполнять правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.

Перед началом работы согласно ГОСТ 12.1.009-78 нужно убедиться в подключении заземляющего проводника к общей шине заземления. Необходимо не реже одного раза в год производить измерение сопротивления изоляции проводки, так как неисправная изоляция может привести к утечке тока, что может явиться причиной возникновения пожара или же к поражению людей током. Изоляция кабеля сети питания 380 В должна выдерживать без пробоя действие испытательного напряжения 750 В в течение одной минуты, сопротивление изоляции кабеля должно быть не менее 500 кОм. В качестве дополнительных защитных средств оператором могут быть использованы резиновые коврики. При начале работы с электрооборудованием человек должен быть ознакомлен с инструкцией по технике безопасности.

Опасность поражения человека электрическим током определяется множеством факторов:

 - индивидуальные особенности людей;

 - продолжительность воздействия тока на организм человека;

 - путь тока в теле человека;

 - род и частота тока.

 Для данного случая определяющими факторами являются род тока в цепи и его величина. Для обеспечения электробезопасности используется защитное заземление.

Для быстрого отключения оборудования при коротком замыкании служат плавкие предохранители и автоматические выключатели. В компьютерах обеспечено зануление, представляющее собой преднамеренное электрическое соединение металлических не токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением из-за пробоя изоляции на корпус или по другим причинам, с глухо-заземленной нейтральной точкой обмотки источника тока.

Зануление необходимо для устранения опасности поражения электрическим током при прикосновении к металлическим поверхностям, оказавшимся под напряжением. В помещении заземляющее устройство выполнено по типу выносного.

Помещение оборудовано контуром-шиной защитного заземления, электрически соединенное с заземлителей. Терминал присоединен к контуру-шине отдельным заземляющими проводником.

Воздействие электрического тока на организм человека опасно для жизни. Особая опасность электрического тока заключается в том, что он визуально не воспринимается, не издает звука, не имеет запаха, но всегда действует неожиданно, резко, мгновенно и, как правило, поражающе.

Для осуществления личной электробезопасности каждый работник должен руководствоваться следующим:

- не подходить ближе 10 м к упавшим и лежащим на земле проводам;

- не открывать распределительные щиты, шкафы управления и т. п.;

- не ремонтировать бытовые приборы, выключатели, розетки, вилки, электрические провода и кабели, электроинструмент и переносные светильники, любую другую электроаппаратуру и электрические устройства;

- не прикасаться к свисающим, оголенным проводам и кабелям.

- не пользоваться самодельными электрическими приборами;

В случае поражения электрическим током необходимо немедленно освободить пострадавшего от действия тока (выключить рубильник, вывернуть электрические пробки и т.д.).

При невозможности быстрого отключения тока, пострадавшего нужно отделить от токоведущих частей при помощи предметов, не проводящих ток (сухая деревянная доска и т.п.).

После освобождения пострадавшего от действия электрического тока следует немедленно приступить к оказанию первой медицинской помощи.

При поражении электрическим током следует:

 - освободить пострадавшего от воздействия электрического тока;

 - оказать доврачебную помощь;

 - вызвать врача.

На территории цеха наиболее вероятной ЧС является пожар, причиной которого может быть повреждение электропроводки, короткое замыкание и др. Для своевременного оповещения возникшего пожара предусмотрена пожарная сигнализация с дымовыми датчиками. Для тушения пожара предусмотрены два порошковых огнетушителя, установленных в легко доступном месте. Для безопасной эвакуации персонала рядом с дверными проемами, выключателями, рубильниками размещены фотолюминесцентные эвакуационные знаки.

В случае пожара необходимо:

 - отключить щит электропитания; вызвать к месту пожара заведующего центра красоты, вызвать пожарную помощь;

 - по возможности вынести легковоспламеняющиеся, взрывоопасные материалы и наиболее ценные предметы;

 - эвакуировать людей из помещения;

 - приступить к тушению пожара имеющимися средствами. Для тушения пожара предусмотрен огнетушитель химический воздушно-пенный ОХВП-10, установленный в легко доступном месте.

## **7.5 Правовые вопросы БЖД**

Законодательство РФ об охране труда основывается на Конституции РФ, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ.

Право каждого на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, провозглашенное Конституцией РФ (ст. 37), является одним из основополагающих прав и свобод человека и гражданина.

Наиболее важным по юридической силе, вслед за Конституцией РФ, источником права об охране труда является Трудовой Кодекс РФ, которым урегулированы отношения в области охраны труда, трудовые отношения женщин, работников, имеющих несовершеннолетних детей или осуществляющих уход за больными членами их семей, труд молодежи и др. Вопросы условий и охраны труда регулируются и другими федеральными законами. В их числе федеральные законы «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О радиационной безопасности населения» «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «О Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений», «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности», «О порядке разрешения коллективных трудовых споров», Закон Российской Федерации «О коллективных договорах и соглашениях» и др.

К иным нормативным правовым актам Российской Федерации, регулирующим трудовые отношения, включая условия и охрану труда, относятся подзаконные акты. К ним относятся прежде всего указы и распоряжения Президента РФ.

Большую группу законодательных актов, регулирующих условия и охрану труда, составляют законы субъектов РФ.

На общероссийском, отраслевом и региональном уровнях вопросы условий и охраны труда регулируются соответствующими видами соглашений: генеральными, отраслевыми, региональными и т.д.

Вместе с тем особое место в регулировании условий и охраны труда занимают локальные правовые акты, к которым относятся в первую очередь коллективные договоры, правила внутреннего трудового распорядка, инструкции по охране труда и др.

Постановлением Правительства РФ от 23.05.00 № 399 установлено, что в Российской Федерации действует система нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, которая состоит из межотраслевых и отраслевых правил, типовых инструкций по охране труда, строительных и санитарных норм и правил, правил и инструкций по безопасности, правил устройства и безопасной эксплуатации, свода правил по проектированию и строительству, гигиенических нормативов и государственных стандартов безопасности труда. Перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда указан в таблице 23.

Решение о продлении срока действия или отмене нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, либо об их досрочной отмене может быть принято не позднее чем за 9 месяцев до окончания срока их действия. Законодательство РФ об охране труда основывается на Конституции РФ, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ.

Таблица 23 Перечень видов нормативных правовых актов

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Межотраслевые правила по охране труда (ПОТ РМ), межотраслевые типовые инструкций по охране труда (ТИ РМ) | Минздравсоцразвития России  |
| 2. Отраслевые правила по охране труда (ПОТ РО), типовые инструкции по охране труда (ТИ РО) | Федеральные органы исполнительной власти  |
| 3. Правила безопасности (ПБ), правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ), инструкции по безопасности (ИБ) | Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) |
| 4. Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда (ГОСТ Р ССБТ). | Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование) |
| 5. Строительные нормы и правила (СНиП), своды правил по проектированию и строительству (СП) | Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование)  |
| 6. Санитарные правила (СП), гигиенические нормативы (ГН), санитарные правила и нормы (СанПиН), санитарные нормы (СН) | Минздравсоцразвития России  |

## **7.6 Вывод**

Работа оператора автоматизированной установки относится к категории работ, опасными и вредными условиями труда. На оператора воздействует ряд опасных и вредных производственных факторов, наиболее значимые из которых электромагнитные излучения; несоответствие нормам параметры микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха); пониженный или повышенный уровень освещенности.

В целях предотвращения неблагоприятных последствий для здоровья работающих в помещении, где работают узлы производственного модуля, выделено специальное рабочее пространство в помещении для автоматизированной установки, рабочее место для работы оператора и комната инженера. Все три помещения организованы согласно требованиям СНиП таким образом, чтобы условия труда стали комфортными. В соответствии с этим разработаны мероприятия по улучшению и реорганизации рабочего места, а также разработан комплекс мер по охране труда и технике безопасности.

Руководствуясь предложенным комплексом мер:

-Установлены защитные ограждения;

-В системе управления автоматизированной установки учли возможность отключении питания узлов автоматизированной установки при проникновении в небезопасную зону работы автоматизированной установки.

-Внедрена система искусственной вентиляции помещения;

-Разработан комплекс мероприятий по повышению устойчивости функционирования объекта в условиях ЧС;

-Разработан комплекс мер по снижению пожарной опасности;

-Разработан комплекс мер по снижению опасности поражения электрическим током;

-Разработаны правила пожарной безопасности и электробезопасности;

-Созданы нормальные условия, позволяющие снизить уровень шума и вибрации;

-Обеспечен нормальный температурный режим;

-Помещение снабжено необходимой вентиляцией.

Для безопасной работы на участке, операторы и наладчики должны пройти инструктаж по охране труда и технике безопасность, а так же проверку знаний, в том числе по электробезопасности.

**Заключение**

В данном дипломном проекте была рассмотрена установка для балансировки тормозных барабанов в сборе со ступицей.

После анализа особенностей технологического процесса и условий его протекания , анализа существующего технологического процесса атизации с точки зрения ее совершенства и эффективности, была сформулирована задача на дипломное проектирование.

Были определены направления на автоматизацию, включающие в себя внедрение в состав установки робота промышленного, полуавтомата сварочного и устройство для набора и установки балансировочных грузиков на тормозной барабан.

Разработанная установка позволяет значительно повысить качество и скорость процесса балансировки тормозного барабана в сборе со ступицей за счет разработки и внедрения автоматизированной установки для балансировки.

В ходе работы были разработаны:

- Технологический процесс;

- Устройства набора грузиков, предназначенное для набора, необходимого для устранения дисбаланса комплекта балансировочных грузиков и установки набранного комплекта на тормозной барабан для приварки;

- Планировка участка, включающая в себя установку для измерения дисбаланса, робота промышленного, полуавтомата сварочного, устройства для набора грузиков;

- Структуры системы управления;

- Функциональной схемы системы управления

- Циклограммы работы установки

- Математической модели

- Алгоритма управления

- Программы работы установки

- Схема подключения

 электрическая, показывающая подключение датчиков и исполнительных устройств к контроллеру.

- Схема электрическая принципиальная, показывающая подключение исполнительных устройств к трехфазной электрической сети предприятия.

Также были рассмотрены разделы:

- по безопасности жизнедеятельности, включающие в себя микроклимат на рабочем месте, расчет вентиляции, организация техники безопасности, организация системы пожаро- и электробезопасности, правовые вопросы обеспечения БЖД;

- по технико-экономическому обоснованию проекта, где рассчитаны затраты на средства автоматизации, годовой экономический эффект и срок окупаемости, вложенных средств.

**Список использованных источников**

1. М.Е. Левит, В.М. Рыженков «Балансировка деталей и узлов», Москва «Машиностроение», 1986.
2. «Безопасность жизнедеятельности», Высшая школа, под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. С.В. Белова. Издание третье, исправленное и дополненное. Москва «Высшая школа» 2001.
3. М.К. Полтев «Охрана труда в машиностроении», Москва «Высшая школа», 1980.
4. «Инструкция по охране труда. Общие требования безопасности. ИОТ 37.104.58.0001-2002», Набережные Челны, 2003
5. Бизнес план инвестиционного проекта. Практическое пособие / Под ред. Иванниковой И.А. – М.: «Экспертное бюро - М», 1997.-112 с.