

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт Механико-технологический факультет
Кафедра «Мехатроника и автоматизация»
Направление «Автоматизация технологических процессов и производств»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
В.Р. Гасияров

2017 г.

Автоматизация обработки торцов труб

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА
ЮУрГУ – 15.03.04.2017.13-130-1413.10 ПЗ (ВКР)

Консультант
к.т.н., доцент
Е.Ж. Васильев

2017 г.

Руководитель работы
Ст.преподаватель
Лина Николаевна Петрова

2017 г.

Нормоконтролер
Преподаватель
Е.А. Маклакова

2017 г.

Автор работы
студент группы П-455
Ксения Сергеевна Лукина

2017 г.

Ст. преподаватель
С.С. Воронин

2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Институт Политехнический институт
Факультет Механико-технологический
Кафедра Мехатроники и автоматизации
Направление 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Профиль Без профиля

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ В.Р. Гасияров
подпись

«___» _____ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА**

Студенту группы П-455

Лукиной Ксении Сергеевны
(Ф.И.О. полностью)

1 Тема работы

Автоматизация обработки торцов труб

утверждена приказом по университету от 28.04.2017г. № 835 (приложение № 76)
(утверждена распоряжением по факультету от _____ 201_ г. № _____)

2 Срок сдачи студентом законченной работы _____

3 Исходные данные к работе материалы производственной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ БЛОК

2.1 Разработка схемы автоматизации

2.2 Разработка структурно-функциональной схемы

2.3 Разработка электрической схемы соединений

2.4 Разработка схемы монтажной шкафа управления

3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

3.1 Разработка алгоритма работы системы

3.2 Разработка SCADA-системы

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет затрат на проектирование

4.2 Расчет сметной стоимости материалов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

5 Перечень графического и иллюстративного материала

- Объект автоматизации (А1)
- Схема автоматизации (А1)
- Структурно-функциональная схема (2 листа А1)
- Электрическая схема соединений (2листа А1)
- Блок-схема алгоритма САУ обработки торцов труб (3 листа А1)
- Схема обработки торцов труб (А1)
- Схема монтажная (А1)
- Схема обрезки концов труб плазмотроном (А1)
- Техничко-экономические показатели (А1)

Всего 13 листов

Согласовано:

Консультант по экономике и
управлению производством:

подпись

Фамилия И.О.

Руководитель

подпись

Должность, звание

Фамилия И.О.

Дата выдачи задания «___» _____ 201_г.

Задание принял к исполнению студент

подпись

Фамилия И.О.

АННОТАЦИЯ

Лукина К.С. Автоматизация обработки торцов труб. Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе. – Челябинск: ЮУрГУ, П-455, 2017г., 67 с., 31 ил., 19 табл., прил. 2, 17 наим. библи.

Цель выпускной квалификационной работы – создание автоматизированной системы для обработки торцов горячекатаных труб с последующей транспортировкой труб по рольгангу.

Задача выпускной квалификационной работы – разработка технического задания, выполнение этапов проектирования системы, создание системы управления на базе программируемого логического контроллера SIMATIC S7-1500 и создание человеко-машинного интерфейса для оператора.

В пояснительной записке разработан алгоритм работы системы управления. Разработана структурно-функциональная схема и схема автоматизации системы. Разработана схема электрическая принципиальная, необходимая для управления системой. Представлено программное обеспечение автоматизированной системы управления для обработки торцов труб в виде SCADA–системы для контроля оператором за технологическим процессом плазменной резки горячекатаных труб, а также контроля технологических параметров.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Лукина К.С.			Автоматизация обработки торцов труб		
Провер.		Петрова Л.Н.					
Реценз							
Н. Контр.		Маклакова Е.А.					
Утверд.		Гасияров В.Р.					
					Лит.	Лист	Листов
						3	67
					ФГАОУ ВО «ЮУрГУ»(НИУ)		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	6
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ БЛОК	9
2.1 Разработка схемы автоматизации	9
2.2 Разработка структурно-функциональной схемы.....	11
2.3 Разработка схемы электрической соединения.....	35
2.4 Разработка схемы монтажной шкафа	38
3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	41
3.1 Разработка алгоритма работы системы	41
3.2 Разработка SCADA–системы.....	41
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	49
4.1 Расчет затрат на проектирование.....	49
4.2 Расчёт сметной стоимости материалов	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	64
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Спецификация на монтажную схему шкафа управления	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Алгоритм работы системы обработки торцов труб	67

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация является одним из ключевых звеньев в общей системе функционирования и развития любого современного машиностроительного предприятия. Замена в этой сфере труда человека машинами приводит к повышению эффективности труда, качеству продукции, снижению затрат и гибкости производства.

В настоящее время существует много автоматизированных предприятий. Челябинский трубопрокатный завод – промышленная группа металлургического комплекса России, является одной из крупнейших отечественных компаний-производителей трубной продукции. Входит в группу ЧТПЗ.

На сегодняшний день предприятие производит бесшовные горячекатаные трубы различного диаметра из углеродистых, низколегированных, нержавеющей стали и титановых сплавов. Перед тем как стать готовой продукцией, трубы проходят набор технологических операций. Одна из которых – обработка торцов горячекатаных труб. Но данная система нуждается в модернизации подачи и транспортировки труб, что улучшит производительность всей системы. Это обуславливает актуальность данной работы. В выпускной квалификационной работе будет решаться задача наладки работы транспортировки труб, а также переход системы на новую линейку контроллеров от компании SIEMENS.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации является установка пары станков для обрезки концов горячекатаных труб с помощью плазмы, с последующей обработкой торцов труб, нанесения на них фасок и транспортировкой готовой продукции. Объект автоматизации представлен на плакате 15.03.04.2017.130.10.01 ТЧ графического материала.

АС обработки торцов труб создается с целью:

- уменьшения влияния человеческого фактора при обрезки концов горячекатаных труб с нанесением на них фасок;
- обеспечения модернизации технологического процесса обрезки концов горячекатаных труб с помощью установки плазменной резки, с последующей обработкой торцов труб и нанесения на них фасок;
- автоматизации процесса транспортировки обработанных горячекатаных труб с помощью установки плазменной резки для пары станков по отводящему и подводящему рольгангов.

Установка обработки торцов труб имеет контролируемые и регулируемые параметры:

- в процессе реза – ток дуги, напряжение, скорость вращающихся роликов
- в процессе торцовки - скорость вращения шпинделя, ток шпинделя, скорость подачи торцовочной головки

Технические характеристики установки обработки торцов труб представлены в таблице 1.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 1– Технические характеристики установки

Наименование	Характеристика
Диаметр обрабатываемых труб, мм	108–159
Длина обрабатываемых труб, м	6–12
Производительность, труб/час	250
Шаг реечных транспортеров, мм	350
Приводы реечных транспортеров: Электродвигатели МТКФ 411-8, 15кВт, 695 об/мин Редукторы специальные – $i=73,5$	
Время передачи трубы с одной позиции на другую, сек	3,5
Толщина стенки труб, мм	5–16

Данный объект можно разбить на отдельные блоки: блок подводящего рольганга, блок мотылькового сбрасывателя, блок реечного транспортера, блок плазмы, блок торцовки, блок выравнивающего рольганга и блок отводящего рольганга.

Технологический процесс работы системы.

Исходное состояние установки: трубы находятся на накопительной решетке, реечные транспортеры находятся в неподвижном состоянии и горят датчики исходного положения реечного транспортера, прижимные ролики подняты, зажимы находятся в разжатом положении, шпиндель на торцовке во включенном состоянии.

После включения установки на подводящий рольганг подается труба, срабатывает датчик наличия трубы в линии подводящего рольганга (ДТР).

После чего начинает работу мотыльковый сбрасыватель, который сбрасывает трубу на накопительную решетку, совершая возвратно-поступательное движение. После попадания трубы на накопительную решетку, срабатывают датчики наличия трубы на рейках входной накопительной решетке (ДТРВхР).

Реечный транспортер перекладывает трубу на выравнивающий рольганг, срабатывает датчик наличия трубы на выравнивающем рольганге (ДТВР).

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Выравнивающий рольганг гонит трубу до срабатывания датчика наличия трубы на выравнивающем упоре (ДТВУ).

Реечный транспортер перекладывает трубу к плазматрону. Загорается датчик наличия необрезанного конца трубы (ДНК).

Опускается прижимной ролик. Труба находится в неподвижном состоянии. После срабатывания датчика нижнего положения прижимного ролика (ДНПР), начинается вращение трубы вокруг своей оси в течении одного оборота плазмой отрезается неровный конец трубы и падает в резервный контейнер. После чего отключается датчик наличия необрезанного конца трубы (ДНК), пропадает сигнал и плазматрон отключается. Прижимной ролик поступательным движением поднимается в исходное положение.

Реечный транспортер перекладывает трубу к торцовочной головке. Происходит зажатие трубы в зажимах. Включается датчик зажатого положения зажима (ДЗПЗ) и датчик наличия трубы у торцовочной головки (ДТТС). Светится индикатор датчика исходного положения торцовочной головки (ДИПТГ). На повышенной скорости начинает движение торцовочная головка, до включения датчика включения рабочей подачи торцовочной головки (ДВРП). Включен датчик наличия трубы у упора мерного реза (ДТУМР). Происходит торцевание конца трубы. По завершению отключается датчик наличия трубы у упора мерного реза. Торцовочная головка возвращается в исходное положение, отключается рабочая подача. Зажим приходит в разжатое положение. Срабатывает датчик отжатого положения зажима. Реечный транспортер перекладывает на выходную накопительную решетку первого станка являющуюся входной накопительной решеткой второго станка готовую трубу. Процесс повторяется в том же порядке в симметричном положении.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ БЛОК

2.1 Разработка схемы автоматизации

В выпускной квалификационной работе для объекта автоматизации была разработана схема автоматизации. Схема автоматизации установки обработки торцов труб представлена на плакате 15.03.04.2017.130.10.02 Э0 графического материала.

Схема автоматизации является основанием для выполнения остальных чертежей проекта. На схеме автоматизации указывается упрощенное изображение объекта автоматизации и его частей, исполнительные устройства и средства автоматизации, также показывают линии связи.

Установка обработки торцов труб включает в себя следующие устройства, входящие в систему управления технологическим процессом:

- a) мотыльковый сбрасыватель;
- b) подводный и отводящий рольганги;
- c) речный транспортер;
- d) выравнивающий рольганг;
- e) зажимы;
- f) прижимные ролики;
- g) плазматрон;
- h) торцовочный станок;
- i) датчики.

Рассмотрим обозначения данных компонентов на схеме автоматизации.

Все компоненты можно разбить на 2 группы:

- 1. Исполнительные элементы.
- 2. Датчики.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

К исполнительным элементам данной системы относятся:

1. Электродвигатели

Обозначение на схеме автоматизации показано на рисунке 1. Указывается условное обозначение элемента, линия связи в шкафу автоматике и наименование по месту расположения.

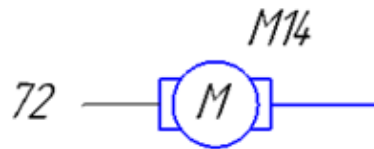


Рисунок 1– Обозначение электродвигателя на схеме автоматизации

В данной установке установлено 18 электродвигателей.

2. Пневматический привод

Обозначение на схеме автоматизации показано на рисунке 2. Указывается условное обозначение элемента, линия связи в шкафу автоматике и наименование по месту расположения.

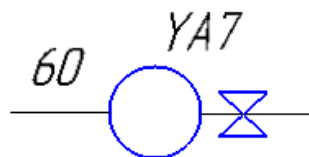


Рисунок 2– Обозначение пневмодвигателя на схеме автоматизации

В данной установке установлено 10 пневмодвигателей.

К датчикам относятся все измерительные преобразователи. В системе имеются щеточные, индуктивные, оптические датчики. Обозначение на схеме автоматизации показано на рисунке 3. Указывается условное обозначение элемента, линия связи в шкафу автоматике и наименование по месту расположения.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

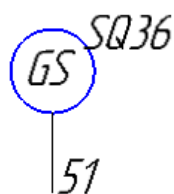


Рисунок 3– Обозначение датчика на схеме автоматизации

На схеме автоматизации так же указывается расположение ПЛК с линиями связей (см. рисунок 4).

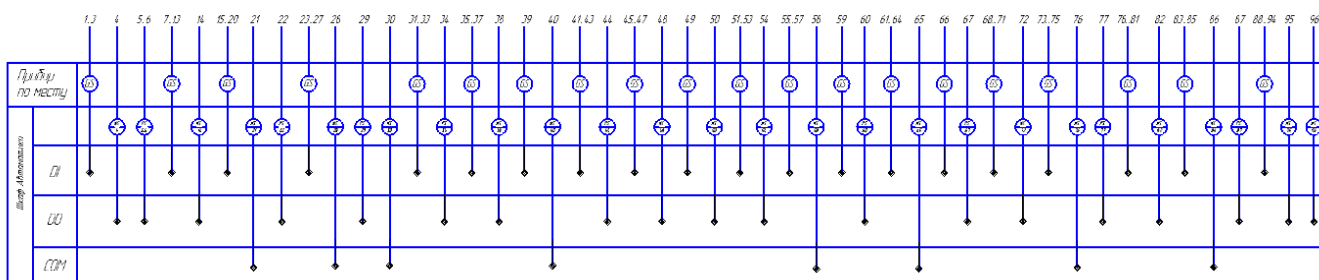


Рисунок 4– Обозначение ПЛК на схеме автоматизации

2.2 Разработка структурно-функциональной схемы

На основе описания технологического процесса установки для обработки торцов труб, схемы автоматизации, анализа функциональных блоков и выбора конкретных элементов была составлена структурно-функциональная схема.

Данная схема определяет основные структурные части объекта, их назначения и функции, а также показывает взаимосвязь частей.

Структурно-функциональная схема показана на двух плакатах 15.03.04.2017.130.10.03 Э2 и 15.03.04.2017.130.10.04 Э2 графического материала, в соответствии с указанными обозначениями:

– Обозначения датчиков:

ДТР – датчик наличия трубы в линии подводящего рольганга;
ДЗС – датчик запрета сброса трубы;
ДЗВхР – датчик заполнения входной накопительной решетки;
ДЗВыхР – датчик заполнения выходной накопительной решетки;
ДТРВхР – датчик наличия трубы на рейках и входной накопительной решетки;
ДТВР – датчик наличия трубы на выравнивающем рольганге;
ДТВУ – датчик наличия трубы у выравнивающего упора;
ДТПР – датчик наличия трубы на поворотных роликах;
ДНК – датчик неотрезанного конца трубы;
ДНПР – датчик нижнего положения прижимного ролика;
ДУМР – датчик контроля положения упора мерного среза;
ДТУМР – датчик наличия трубы у упора мерного среза;
ДКТЗР – датчик контроля трубы в зоне реза;
ДТТС – датчик наличия трубы у торцовочного станка;
ДИРТ – датчик исходного положения речного транспортера;
ДИПТГ – датчик исходного положения торцовочной головки;
ДВРП – датчик включения рабочей подачи торцовочной головки;
ДОРП – датчик отключения рабочей подачи торцовочной головки;
ДЗПЗ – датчик зажатого положения зажимов;
ДОПЗ – датчик отжатого положения зажимов;
ДНТ–218 – датчик наличия трубы перед сбрасывателем 218;
ДНТ–219 – датчик наличия трубы перед сбрасывателем 219;
ДБТ–218 – датчик буферной трубы перед выбрасывателем 218;
ДБТ–219 – датчик буферной трубы перед выбрасывателем 219;
ДЗР – датчик запрета работы выбрасывателя 230.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

– Расшифровка приводов:

Вент – вентилятор;

ВР – выравнивающий рольганг;

ТГ – торцовочная головка;

РП – рабочая подача торцовочной головки;

БХ – быстрый ход торцовочной головки;

УМР – упор мерного среза;

ВУ – выдвижной упор;

В – 218 выбрасыватель 218 труб со 2 станка;

В – 219 выбрасыватель 219 труб со 4 станка;

В – 230 выбрасыватель 230 труб на шлеппер.

Автоматизированная система обработки торцов труб разбита на отдельные функциональные блоки: блок подводящего рольганга, блок мотылькового сбрасывателя, блок речного транспортера, блок плазмы, блок торцовки, блок выравнивающего рольганга, блок отводящего рольганга, блок управления.

Рассмотрим по отдельности каждый блок.

Блок подводящего рольганга представлен тремя щеточными датчиками (ДНТ, ДТР1, ДТР2) и электродвигателем (М1).

Блок мотылькового сбрасывателя представлен двумя щеточными датчиками (ДЗВхР1, ДЗВхР2,) и двумя пневмоприводами (ЭВ1, ЭВ2).

Блок речного транспортера представлен двумя щеточными датчиками (ДИРТ1, ДИРТ2,) и двумя электродвигателями (М3, М17).

Блок выравнивающего рольганга представлен четырьмя щеточными датчиками (ДТВР1, ДТВР2, ДТВУ1, ДТВУ2) и двумя электродвигателями (М5, М11).

Блок плазмы представлен восемью щеточными датчиками (ДНК1, ДНК2, ДНПР1, ДНПР2, ДТПР1, ДТПР2, ДП1, ДП2), двумя электродвигателями (М7, М13), двумя частотными преобразователями (ЧП1, ЧП2) и двумя РЭП (1, 2).

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Блок торцовки представлен восемью щеточными датчиками (ДЗПЗ1, ДЗПЗ2, ДТТС1, ДТТС2, ДУМР1, ДУМР2, ДЗВыхР1, ДЗВыхР2), двумя электродвигателями (М9, М15), двумя частотными преобразователями (ЧПЗ, ЧП4) и двумя РЭП (Ц1, Ц2) и шестью индуктивными датчиками (ДИПТГ1, ДИПТГ2, ДВРП1, ДВРП2, ДОРП1, ДОРП2).

Блок отводящего рольганга представлен тремя оптическими датчиками (ДНТОР1-3) и электродвигателем (М2).

КОНТРОЛЛЕР

В данной работе блок управления системы автоматизации было решено реализовать на основе программируемого контроллера SIEMENS ПЛК SIMATIC S7-1500. Аппаратные программные средства контроллера позволяют обеспечить все типы информационных и управляющих функций.

Simatic S7-1500 (рисунок 5) - это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации высокой и средней степени сложности.

Преимущества контроллера:

- улучшенная производительность системы;
- встроенная поддержка стандартных функций управления;
- обмен данными через PROFINET в режиме IRT (Isochronous Real Time);
- языковые расширения пакета STEP 7;
- возможность использования в производственных и перерабатывающих отраслях промышленности;
- поддержка проверенных временем функций контроллеров S7-300/ S7-400;
- максимальная адаптация аппаратуры к требованиям решаемых задач;
- удобная конструкция и работа с естественным охлаждением;
- одновременное обслуживание систем локального и распределенного ввода-вывода;

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

– свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления, расширенная концепция защиты доступа к программе и данным [8-10].



Рисунок 5– Внешний вид ПЛК SIMATIC S7-1500

Установка всех модулей ПЛК осуществляется на профильную шину S7-1500. Допустима установка до 32 модулей контроллера в одну монтажную стойку. Последовательность размещения модулей произвольна. Через интерфейсные модули ET 200MP и сеть PROFINET имеется возможность подключать дополнительные стойки с дополнительными модулями расширения к контроллеру S7-1500.

Программируемый контроллер S7-1500 имеет модульную конструкцию и позволяет использовать в своем составе:

- Модуль центрального процессора (CPU), предназначенный для выполнения программы пользователя, управления всеми узлами контроллера и компонентами системы распределенного ввода-вывода;
- Сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов с различными электрическими и временными параметрами;
- Технологические модули (TM), предназначенные для решения задач скоростного счета и позиционирования;

– Коммуникационные модули (CM/ CP), предназначенные для увеличения количества коммуникационных интерфейсов контроллера и выполнения обмена данными через промышленные сети PROFINET, Industrial Ethernet и PROFIBUS, а также через непосредственные соединения на основе последовательных интерфейсов;

– Системными блоками питания (PS), предназначенными для питания электроники модулей контроллера через его внутреннюю шину, если мощности встроенного в CPU блока питания для этой цели недостаточно;

– Блоками питания нагрузки (PM), предназначенными для подключения к питающей сети ~120/230 В и формирования выходного напряжения =24 В;

Для разрабатываемой автоматизированной системы обработки тороцов труб были выбраны следующие модули:

1. Системный блок питания PS 507. Характеристики представлены в таблице 2.

2. Центральный процессор CPU 1516-3PN. Характеристики представлены в таблице 3.

3. Модули расширения SM512(DI 16xDC 24V), в количестве 4 шт. Характеристики представлены в таблице 4.

4. Технологический модуль TM Count 550(2x24V). Характеристики представлены в таблице 5.

5. Коммуникационный модуль 542 CM PTP RS485 BA. Характеристики представлены в таблице 6.

6. Панель оператора Simatic TP-1500 Comfort. Характеристики представлены в таблице 7.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 2 – Характеристики PS 507

Включение на параллельную работу:	
– для построения резервированных схем питания внутренней шины	Есть
– для увеличения выходной мощности	Есть
Входное напряжение постоянного тока:	
– номинальное значение	230 В
– допустимый диапазон отклонений	88–300В
Входное напряжения переменного тока	230 В
Частота переменного тока	50 Гц
Защита от короткого замыкания	Есть
Входной ток при входном напряжении 230В	0,3А

Таблица 3 – Характеристики CPU 1516-3PN

Габариты (ШхВхГ), мм	70 x 125 x 130
Интерфейс программирования	1xPB 2xPN 1xEthernet
Карта памяти	SIMATIC Memory Card
РАМ (Кбайт)	6144
Время выполнения операции, мкс	0,01-0.064
Управление перемещением/ПИД	Есть/есть
Поддержка режимов RT и IRT	Есть
S7 счетчик–ICE счетчик	2048–есть
S7 таймер–ICE таймер	2048–есть
Флаги	64 Кбайт
Блоки данных	65535, до 5 Мбайт

Таблица 4 – Характеристики SM522(DI 32xDC 24V)

Номинальное напряжение нагрузки:	24 В
Количество дискретных входов:	32
Входное напряжение: <ul style="list-style-type: none"> • номинальное значение, DC • низкого уровня: • высокого уровня: 	24 В от -30 до +5 В от +13 до +30 В
Потребляемый ток не более	60 мА

Таблица 5 – TM Count 550(2x24V)

Напряжение питания внешних цепей: – номинальное значение	24 В
Потребляемый ток не более	75 мА
Потребляемая мощность от внутренней шины	1,3 Вт
Количество входов	6, по 3 каждый канал

Таблица 6 – Характеристики 542 CM PTP RS485 BA

Интерфейсы: – подключение к сети PROFINET – подключение питания	Обмены данными в режимах RT и IRT К внутренней шине через интерфейс контроллера
Скорость обмена данными	10/100 Мбит/с
Напряжения питания	15 В
Поддерживаемые функции	PROFINET IО Прибор вв/вывод PROFINET IО Открытый обмен данными через IЕ PG/OP функции связи S7 функции связи

Таблица 7 – Панель оператора Simatic TP-1500 Comfort

Дисплей	Цветной широкоформатный сенсорный 15.4” TFT дисплей, 1280x 800 точек, 16 млн. цветов
Система клавиш	Сенсорная клавиатура
Интерфейс программирования	1x PROFINET (2x RJ45), 10/100 Мбит/с + 1x Ethernet (1x RJ45), 10/100/1000 Мбит/с
Наличие USB портов	Есть
Наличие элементов просмотра диагностической информации	Есть
Питание	2-полюсный терминальный блок для подключения цепи питания =24 В

ЩЕТОЧНЫЙ ДАТЧИК

Это преобразователь, который с помощью специальных щеток реагирует на соприкосновение с металлом.

Щеточный датчик – это собирательное название, включающее в себя:

- общий для всех щеток источник питания +24 В;
- промежуточное реле;
- сигнал с датчика поступает на дискретный вход контроллера;
- металлическую щетку, замыкающуюся на трубу и соответственно на землю.

Щетка представлена в виде ключа замыкаемого на землю (рисунок 6). Принцип работы – при соприкосновении трубы с щеткой замыкается электрическая цепь и по ней идет ток, замыкающий реле. Через контакты реле KV1 с другого блока питания +24В поступают на дискретный вход контроллера.

Эти датчики просты в использовании и в монтаже. Щеточные датчики зарекомендовали себя как надежные в использовании устройства. В данной системе такими датчиками являются: датчик наличия трубы в линии

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

подводящего рольганга (1/2 станка); датчик заполнения входной накопительной решетки (1/2 станка); датчик наличия трубы на выравнивающем рольганге (1/2 станка); датчик наличия трубы у выравнивающего упора (1/2 станка); датчик наличия трубы на поворотных роликах (1/2 станка); датчик нижнего положения прижимного ролика (1/2 станка); датчик наличия необрезанного конца трубы (1/2 станка); датчик наличия трубы на рейках и входной накопительной решетки (1/2 станка); датчик заполнения выходной накопительной решетки (1/2 станка); датчик наличия трубы у торцовочного станка (1/2 станка); датчик контроля зажатого положения зажима (1/2 станка); датчик контроля отжатого положения зажима (1/2 станка); датчик запрета сброса трубы датчик контроля отжатого положения зажима (1/2 станка).

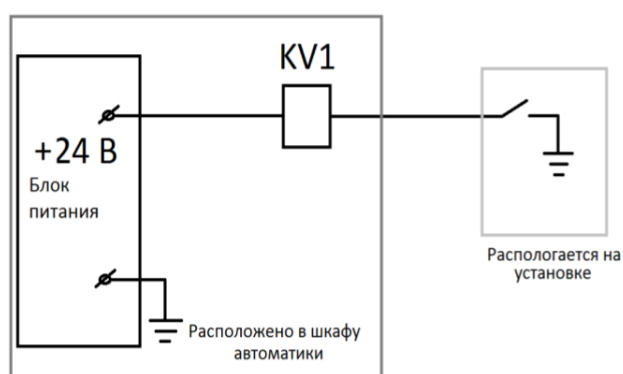


Рисунок 6– Устройство щеточного датчика

ИНДУКТИВНЫЙ ДАТЧИК

Индуктивный датчик – это устройство, предназначенное для контроля положения объектов из металла. Срабатывание только на металл и абсолютная нечувствительность к другим материалам. Использование индуктивного датчика намного меньше подлежит износу, так как существенно снижается вероятность повреждения датчика контролируемым

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

объектом и уменьшается время простоя оборудования вследствие повреждения [13].

Для данной системы выбираем датчик Siemens 3RG4124-3AB00. Вид датчика представлен на рисунке 7, технические характеристики представлены в таблице 8, габаритные размеры датчика на рисунке 8.



Рисунок 7– Вид датчика Siemens 3RG4124-3AB00

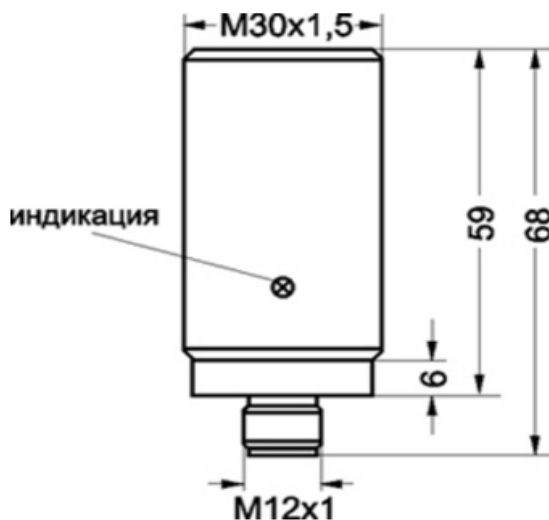


Рисунок 8– Габариты датчика Siemens 3RG4124-3AB00

Таблица 8 – Технические характеристики датчика Siemens 3RG4124-3AB00

Расстоянием срабатывания	75 мм
Диапазон рабочих напряжений, Uраб	10...65 В DC
Диапазон рабочих температур	-25°C...+75°C
Комплексная защита	Есть
Максимальный рабочий ток, I _{max}	500 мА
Материал корпуса	Пластмасса
Номинальный зазор, мм	35 мм
Падение напряжения при I _{max} , U _d	≤2,5 В
Подключение	Разъем
Рабочий зазор, мм	0...28 мм
Световая индикация	Есть
Тип контакта / Структура выхода	PNP Замыкающий
Частота переключения, F _{max}	35 Гц

В данной системе такими датчиками являются: датчик отключения рабочей подачи торцовочной головки; датчик включения рабочей подачи торцовочной головки; датчик исходного положения торцовочной головки.

ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК

Оптические датчики предназначены для бесконтактного определения наличия/отсутствия объекта в контролируемом пространстве. Используются для автоматизации любых промышленных процессов.

Оптический датчик состоит из источника (излучателя) и приемника оптического излучения, которые могут располагаться в одном корпусе (моноблочные датчики) или в разных корпусах (двухблочные датчики).

Источник датчика создает оптическое излучение в заданном пространстве, приемник реагирует на отраженный от объекта световой поток

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

или на прерывание его.

Для данной системы выбираем датчик – фотоэлектрический Simatic PXO100. Вид датчика представлен на рисунке 9, технические характеристики представлены в таблице 9, габаритные размеры датчика на рисунке 10.

Данный датчик имеет цилиндрический металлический корпус, IP67, с кабелем или шлейфом M12 [14].



Рисунок 9– Датчик Simatic PXO100

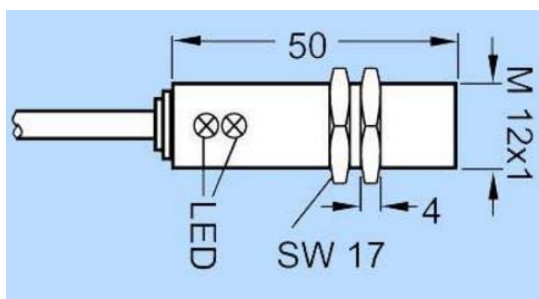


Рисунок 10– Габаритные размеры датчика Simatic PXO100

Таблица 9 – Технические характеристики датчика Simatic PXO100

Рабочий режим	Фотореле отражающего действия от объекта
Дальность действия	1,50 м
Рабочее напряжение DC	24 В
Ток холостого хода	15 мА
Частота коммутации	1000 Гц
Время коммутации	0,5 мс

Продолжение таблицы 9

Частота (вид) излучения	660 (красный, поляризованный)
Тип	3RG71 21-...00
Электронный выход	rpr или prp

ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

В данной установке частотные преобразователи установлены для двигателей вращающихся роликов и торцовочной головки. По свойствам и характеристикам частотные преобразователи для этих устройств различаются.

1. Частотный преобразователь для вращающихся роликов

В качестве преобразователя для системы выбираем Altivar 71 (ATV 71HC28N4). Преобразователь частоты Altivar 71 предназначен для 3-х фазных асинхронных электродвигателей мощностью от 0.75 до 630 кВт с типом сетевого питания: трехфазное, 380 - 480 В.

Данная серия преобразователей частоты позволяет управлять с помощью алгоритма векторного управления потоком асинхронными двигателями в разомкнутой и замкнутой системах регулирования скорости и синхронными двигателями с синусоидальной Э.Д.С. в разомкнутой системе.

Частотный преобразователь Altivar 71 (ATV 71HC28N4) представлен на рисунке 11, технические характеристики указаны в таблице 10 [12].



Рисунок 11– Внешний вид частотного преобразователя Altivar ATV 71HC28N4

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Таблица 10 – Характеристики Altivar ATV 71 (ATV 71HC28N4)

Диапазон мощности двигателя при частоте 50 Гц – трехфазная, 380-480 кВт	0,37 – 630 0,75 – 500
Электропривод – входная частота – закон управления (асих. двигатель) – переходный момент	– 1 – 1600 Гц – векторное управление потоком в разом. и замк. системах, система адаптации мощности – 220 % номинального момента двигателя в течение 2 с 170 % в течение 60 с
Функции – количество функций – количество скоростей – количество вх-выходов	>150 16 аналоговый вход – 2-4 дискретный вход – 6-20 аналоговый выход – 1-3 дискретный выход – 0-8 релейные выходы – 2-4
Коммуникационная связь	Modbus, Fipio, EtherNet/IP, PROFIBUS DP, InterBus, CC-Link
Тип преобразователя частоты	AVT 71

Частотный преобразователь для торцовочной головки

В качестве преобразователя стоит Unidrive SP 8411 - частотно-регулируемый привод для управления асинхронными двигателями. Интегрируется в любую существующую систему управления. Расширяемые функциональные возможности и мощное ПО позволяют создавать высокопроизводительные системы управления любой сложности.

Привод переменного тока Unidrive SP 8411 производства Control Techniques представляет собой универсальную платформу для решений (SP - Solution Platform) в любых областях применений.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Гибкость платформы заключается в широких базовых возможностях частотного преобразователя: управление синхронными, асинхронными, линейными электродвигателями и серводвигателями; в различных режимах.

Unidrive SP 8411 имеет опции и программные инструменты для конфигурирования системы с оптимальной стоимостью и функциями, соответствующими задачам: интеграция в промышленные сети с разными сетевыми протоколами с помощью коммуникационных модулей, создание распределенных сетей управления на базе расширяемых функций ПЛК, создание систем с линейной и нелинейной зависимостью скоростей между ведущим и ведомым приводом с помощью модулей обратной связи [15].

Технические характеристики представлены в таблице 11, внешний вид частотного преобразователя представлен на рисунке 12.

Таблица 11 – Характеристики Unidrive SP 8411

Функции защитного отключения стандарта EN61800-3	Есть
Встроенный тормозной транзистор	Есть
Напряжения питания	380-480В
Резервное питание	24В DC – управление, 48-96В – аварийное силовое питание
Встроенный в ПЛК с возможностью расширения функций	Есть
Встроенный ЭМС фильтр стандарта EN61800-3	Есть
Пиковый ток	428А
Мощность двигателя	300 л.с.
Номинальная мощность	225В

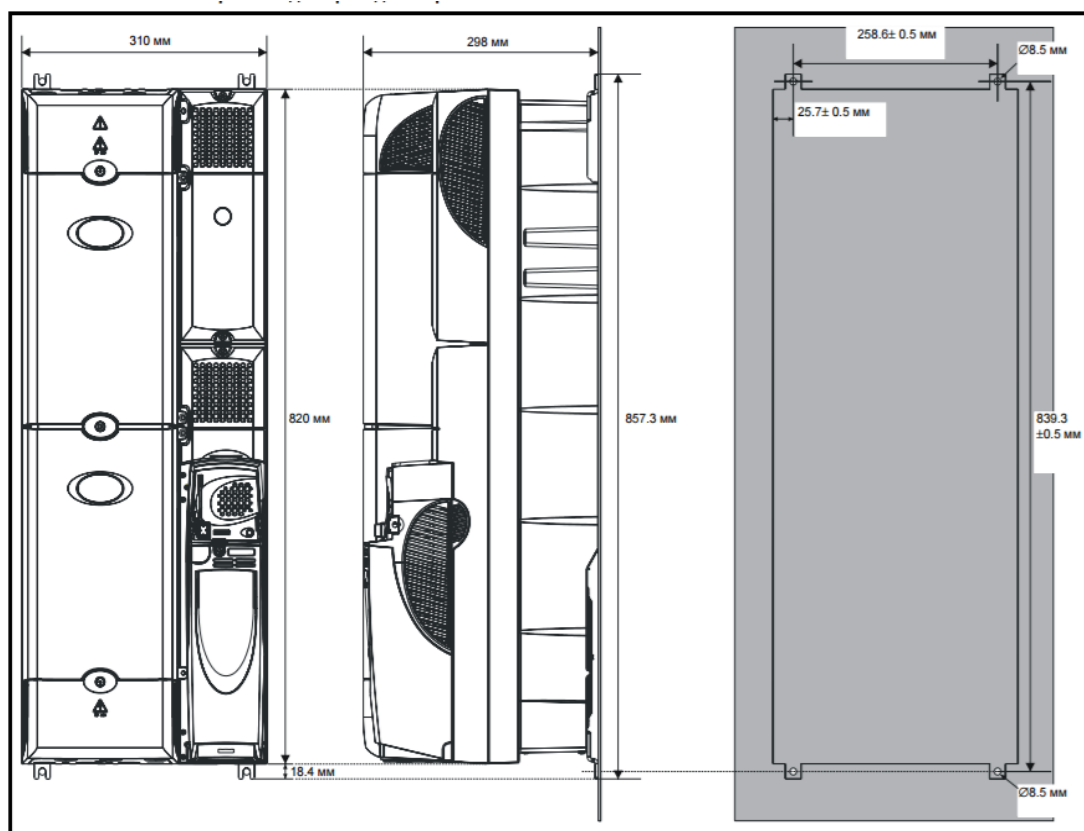


Рисунок 12–Частотного преобразователь Unidrive SP 8411

ЭЛЕКТРОПНЕВМОТИЧЕСКИЙ ВЕНТИЛЬ РЭП

Пневмовентили РЭП используется для управления цилиндрами больших диаметров (от 100 мм до 500 мм). Имеют высокие показатели надежности и быстродействия. Работает в условиях высоких и низких температур.

Вентили по исполнению являются включающими (т.е. при обесточенной катушке проход воздуха через вентиль закрыт, а при включенной катушке – открыт) с прямоходным якорем.

Вентиль состоит из двух основных узлов: корпуса, с расположенной в нем клапанной системой и электромагнитного механизма, включающего катушку, ярмо, якорь и сердечник, запрессованный в корпус. Якорь перемещается внутри немагнитной направляющей гильзы.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

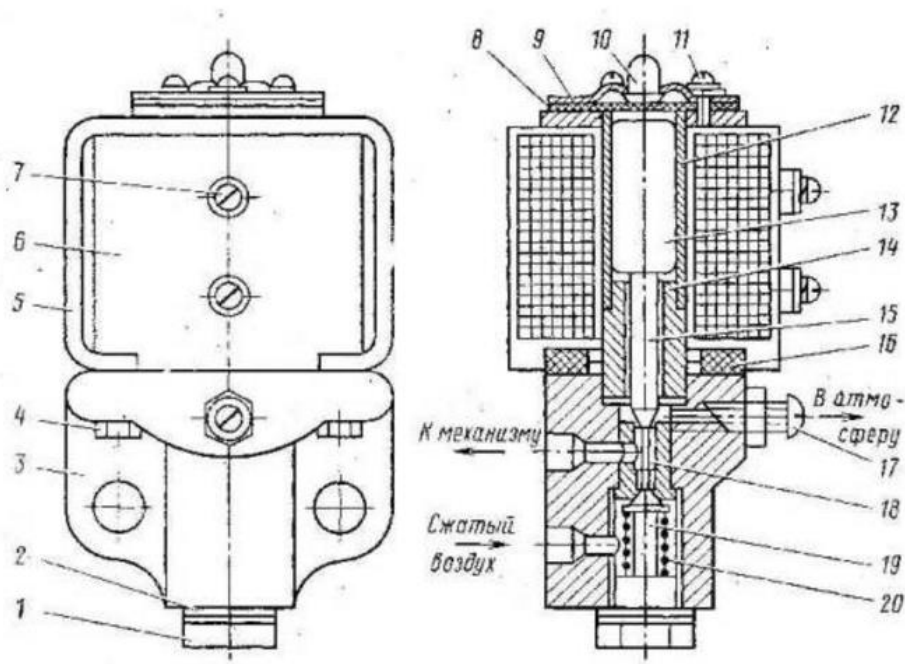
В системе используется пневматический вентиль ВВ-32. Характеристики электропневматического вентиля представлены в таблице 12. Схема вентиля представлена на рисунке 13.

Таблица 12 – Характеристики электропневматического вентиля

Тип вентиля	вентиль ВВ–32
Номинальное напряжение постоянного тока, В	~220
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа	0,63 / 0,5
Площадь сечения воздушного прохода впускного клапана, кв.мм	8
Площадь сечения воздушного прохода выпускного клапана, кв.мм	14
Потребляемая мощность, не более, Вт	16 / 15
Ход клапанной системы, мм	1±0,1
Масса, кг ±5%	0,95 / 1,1

Условия эксплуатации вентиля ВВ–32:

- температура окружающего воздуха от -50°С до +60°С;
- эффективное значение температуры +40°С;
- рабочее положение вертикальное;
- климатическое исполнение – УЗ, ТЗ;
- группа условий эксплуатации М25 по ГОСТ 17516.1–90;
- требования техники безопасности по ГОСТ 9219–95;



Электропневматический вентиль ВВ-32:

1 — заглушка; 2 — шайба уплотнительная; 3 — корпус; 4 — болт; 5 — ярмо; 6 — катушка; 7 — контактные выводы; 8 — прокладка резиновая; 9 — крышка; 10 — кнопка ручного привода; 11 — винт крепления крышки; 12 — гильза немагнитная; 13 — якорь; 14 — сердечник; 15 — клапан верхний; 16 — прокладка резиновая; 17 — винт регулирования скорости русла; 18 — втулка; 19 — клапан нижний; 20 — пружина

Рисунок 13– Схема вентиля ВВ-32

Вентили электропневматические ВВ-32 разработаны на базе электромагнитного привода ПЭ 35 и предназначены для управления сжатым воздухом различных механизмов [16].

Привод электромагнитный типа ПЭ-35 используются для дистанционного (электрического) управления пневмоприводами. Основные технические параметры представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Основные технические параметры привода

Наименование параметра	Постоянный ток	Переменный ток	
		24В; 110В	220В; 380В
Тяговое усилие при номинальном ходе якоря, Н, не менее*	30		25
Потребляемая активная мощность, Вт, не более	34		
Допустимое отклонение питающего напряжения от номинала, не более	±10%		
Номинальный ход якоря, мм	2,5+0,1		
Полный ход якоря, мм	6,0 +0,6		
Режим работы, ПВ, %	100		
Время срабатывания, с, не более	0,04		

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

На установке установлены трехфазные асинхронные электродвигатели рольганговые АРМ 43-12 (рисунок 14) с короткозамкнутым ротором относятся к основному оборудованию прокатных станов металлургических заводов и применяются для индивидуального привода роликов рольгангов.

Электродвигатели рольганговые безотказно работают в условиях частых пусков, реверсов, торможений с большими моментами инерции на валу. Выдерживают от 7 до 30 мин стоянки под током короткого замыкания. Характеристики электродвигателя АРМ 43–12 представлены в таблице 14 [17].

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

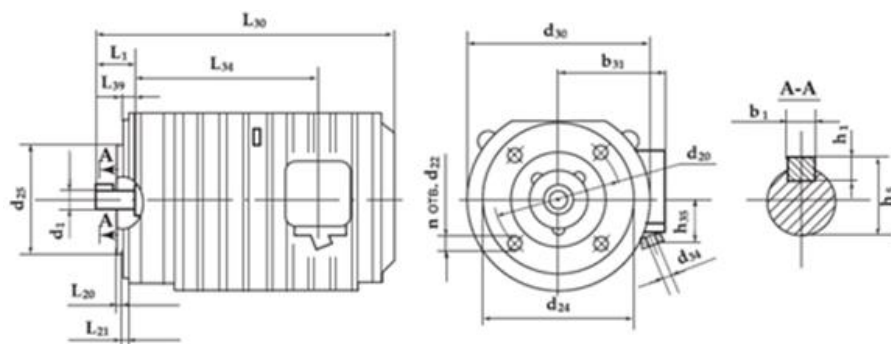


Рисунок 14 – Схемы габаритных размеров электродвигателя АРМ 43-12

Таблица 14 – Характеристики электродвигателя АРМ 43-12

Параметр	Величина
Модель	АРМ 43-12
Тип эл. Двигателя	Асинхронный
Габарит (высота оси вращения)	125 мм
Мощность	0,4 кВт
Номинальная частота вращения	450 об/мин.
Частота вращения	500 об./мин
Серия двигателя	АРМ
Напряжение питающей сети	380 В
Частота питающей сети	50 Гц
КПД	44%
Коэффициент мощности	0,4
Режим работы	S1
Класс изоляции	Н
Степень защиты	IP54
Климатическое исполнение	У3
Масса	70 кг.
Стандарт	ГОСТ
Применение	рольганговый электродвигатель
Модификация	электродвигатель стандартный

Продолжение таблицы 14

Диаметр вала	32 мм
Фазность	3-фазный
Начальный пусковой ток $I_{пуск}$	6,9 А
Начальный пусковой момент $M_{пуск}$	31 Нм
Динамическая постоянная при ПВ 40%	800 кгм ² /час
Момент инерции ротора J_p	0,0158 кг/м ²

ПЛАЗМОТРОН

Процесс обрезки концов горячекатаных труб происходит с помощью установки плазменной резки.

Процесс плазменной резки заключается в локальном сплавлении металла в зоне резки при электрическом воздействии на обрабатываемое металлическое изделие сжатой электрической дуги постоянного тока прямой полярности, горячей в потоке плазмообразующего газа, формируемого плазмотроном.

В качестве плазмообразующего газа в установке используется воздух давлением до 6×10^5 Па расходом до 1,95 л/с.

Установка функционально состоит из:

- силовой блок;
- плазмотрон;
- цепь управления;
- устройство поджога;
- система воздушного охлаждения;
- система подачи плазмообразующего воздуха;
- система охлаждения плазматрона.

Но так как в систему управления обработки торцов горячекатаных труб система плазмы полностью не входит, а только косвенно в виде сигнала

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

определенного датчика на плазмотрон и режущей головки плазмотрона, будем рассматривать только устройство плазмотрона.

Схема обрезки концов труб плазмотроном, расположение плазмотрона и его технологические требования представлены на плакате 5.03.04.2017.130.10.08 ТЧ.

Плазмотрон формирует плазменную дугу сжатым воздухом системы и охлаждается водой с расходом не менее 1л/с.

Плазмотрон предназначен для резки черных металлов толщиной до 130 мм, алюминия и его сплавов толщиной до 160 мм, меди и ее сплавов толщиной до 100мм. Технические характеристики представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики плазмотрона

Параметры	Норма
Род тока	Постоянный
Номинальный ток при ПВ=100%, А	400
Максимальный ток, А	500
Плазмообразующий газ	Воздух
Давление плазмообразующего газа на входе в плазматрон, Па (кгс,см ²)	2,5x10 ⁵ -6,0x10 ⁵ (2,5-6,0)
Расход плазмообразующего газа, л/с (м ³ /ч)	1,1- 2,28 (4,0- 10,0)
Охлаждение	Водянистое принудительное
Давление охлаждающей воды на вход в плазматрон, Па (кгс,см ²)	1,5x10 ⁵ -3,0x10 ⁵ (1,5- 3,0)
Расход охлаждающей воды , л/с (м ³ /ч) не менее	0,07 (0,24)
Диаметр канала сопла для нормального тока, мм	4,0
Высота канала сопла для нормального тока, мм	8,0

Продолжение таблицы 15

Масса без соединительных шлангов и проводов, кг не более	1,5
--	-----

Плазмотрон (рисунок 15–16) состоит из сборочных единиц:

- стационарная часть, закрепленная на механизме перемещения;
- сменная режущая головка.

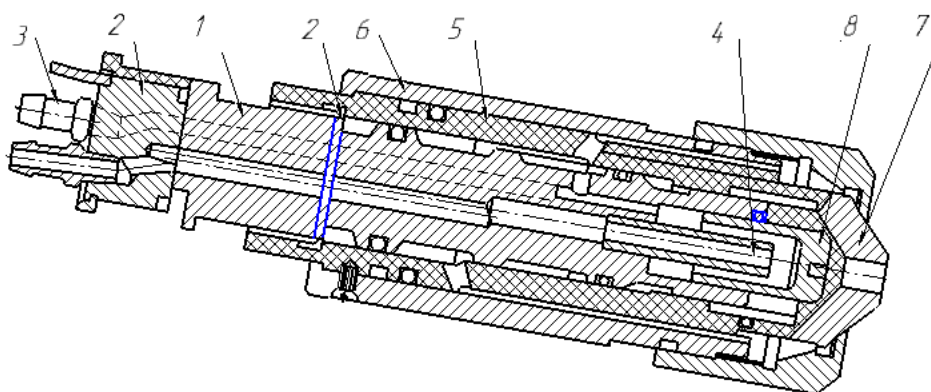


Рисунок 15 – Чертеж режущей головки, где 1-электродержатель, 2- переходник, 3- штуцер, 4- трубка, 5- изолятор, 6-корпус, 7- сопло, 8- электрод.

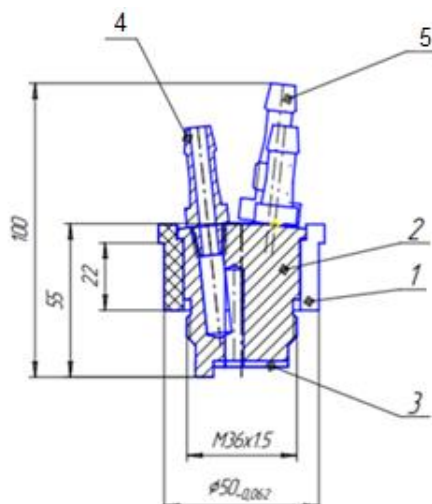


Рисунок 16 – Хвостовик плазмотрона, где 1- втулка изоляционная, 2-корпус, 3-прокладка резиновая, 4- ниппель, 5- штуцер.

ТОРЦОВОЧНАЯ ГОЛОВКА

Она необходима для подрезки торцов трубы и снятие наружных фасок. Оборудование для торцовки с электрическим приводом.

Торцовка с тремя резцами, расположенными на шпинделе под углом 60 градусов. Имеет двухскоростной режим. Выполняет возвратно-поступательные движения. Работает на основе асинхронного двигателя Unidrive SP – частотно-регулируемый привод для управления синхронными, асинхронными и серводвигателями.

Схема торцовочного станка и схема подреза торцов представлена показана на плакате 5.03.04.2017.130.10.09 ТЧ.

2.3 Разработка схемы электрической соединения

На основе структурно-функциональной схемы была разработана электрическая соединения схема, представленная на плакате 15.03.04.2017.130.10.05 ЭЗ.

Подробное описание блоков представлено в пункте 2.2. Для электрической схемы соединений рассмотрим подключение данных блоков.

Центральный процессор CPU 1516-3PN. На рисунке 17 показано УГО центрального процессора CPU 1516-3PN. Как видно из рисунка, CPU имеет систему распределенного ввода-вывода на основе сетей PROFINET IO и PROFIBUS DP. Максимальный ток потребления центрального процессора составляет 0,85 А. Напряжения питания 24В, пусковой ток 2,4 А.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35



Рисунок 17 – УГО CPU 1516-3PN

Модули расширения SM512(DI 16xDC 24V), в количестве 4 шт. На рисунке 18 показано УГО этих модулей. Они и предназначены для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов и включают в свой состав: 16- и каналные модули ввода дискретных сигналов SM 521.

Модуль ввода дискретных сигналов SM512 6ES7 512-1B100-0AA0			
конт.	Цель		
1	DI1	17	DI17
2	DI2	18	DI18
3	DI3	19	DI19
4	DI4	20	DI20
5	DI5	21	DI21
6	DI6	22	DI22
7	DI7	23	DI23
8	DI8	24	DI24
9	DI9	25	DI25
10	DI10	26	DI26
11	DI11	27	DI27
12	DI12	28	DI28
13	DI13	29	DI29
14	DI14	30	DI30
15	DI15	31	DI31
16	DI16	32	DI32
17	+	Цель	конт.
18	-	A	3
		B	4

Рисунок 18 – УГО SM512(DI 16xDC 24V)

Подключение щеточных датчиков (рисунок 19) к контроллеру s7-1500.
Сигнал с датчика через клеммник поступает на сигнальный модуль и через промежуточное реле на контроллер +24В.

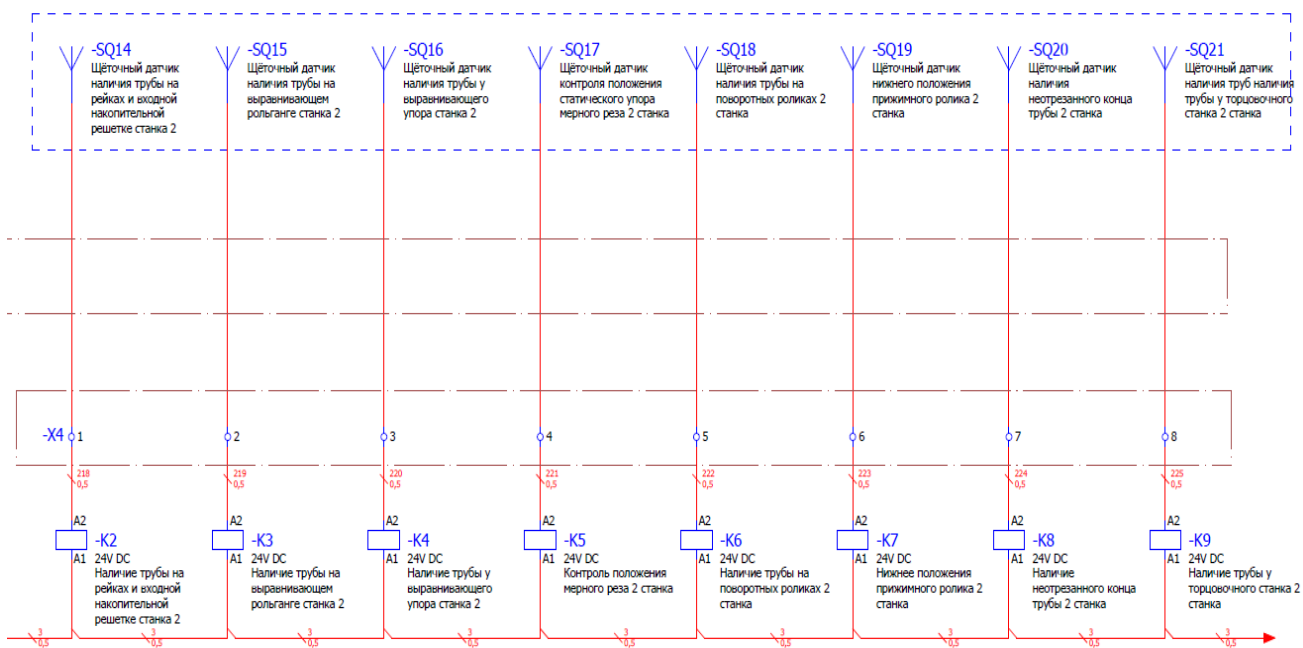


Рисунок 19 – Подключение щеточных датчиков

Подключение двигателя торцовочной головки и вращающихся роликов происходит при помощи частотного преобразователя (рисунок 20).

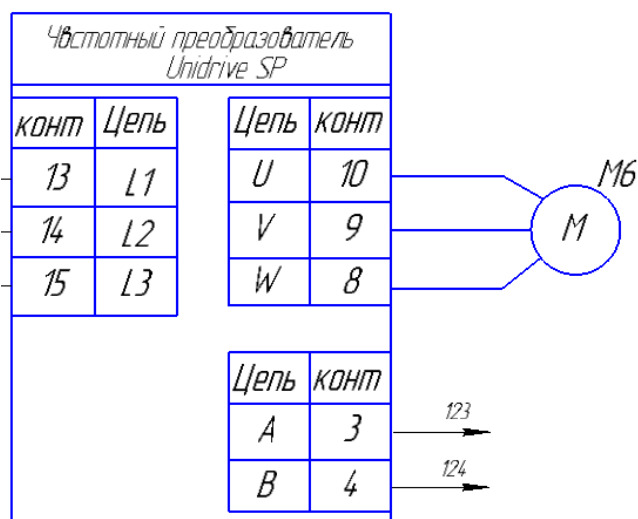


Рисунок 20 – Подключение подачи торцовочной головки

2.4 Разработка схемы монтажной шкафа

По принципиальной электрической схеме была разработана монтажная схема шкафа управления и шкафа периферии, представленные на плакате 15.03.04.2017.130.10.10 Э5. Спецификация представлена в приложении А.

Монтажные схемы служат для соединений аппаратов в пределах отдельно стоящих комплектных устройств, выполнения сборки, монтажа электроустановки. Они учитывают расположение, компоновку составных частей и отображают все электрические связи между ними.

В данной работе использовались элементы согласно спецификации представленной в приложении Б.

Вид шкафа управления представлен на рисунке 22. Расшифровка положения клеммников представлена на рисунке 21.

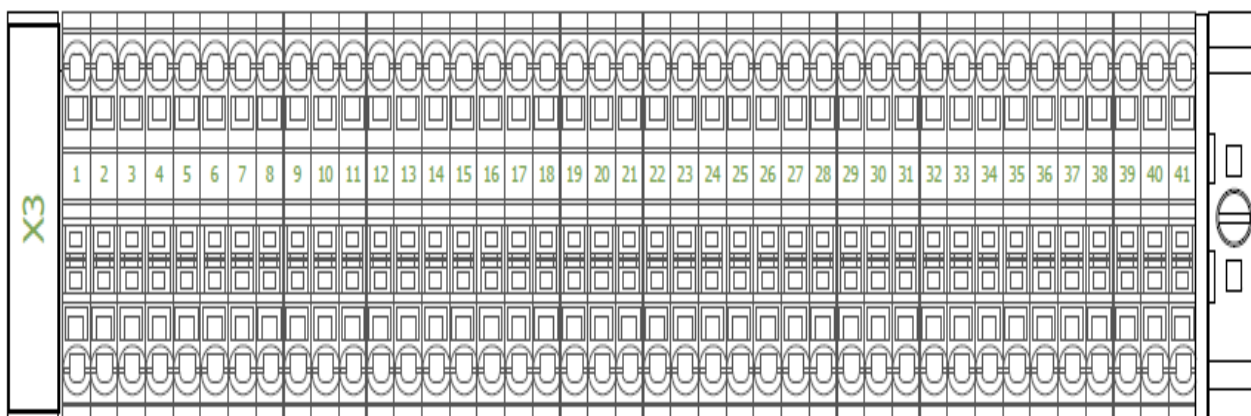


Рисунок 21 – Клеммник X3

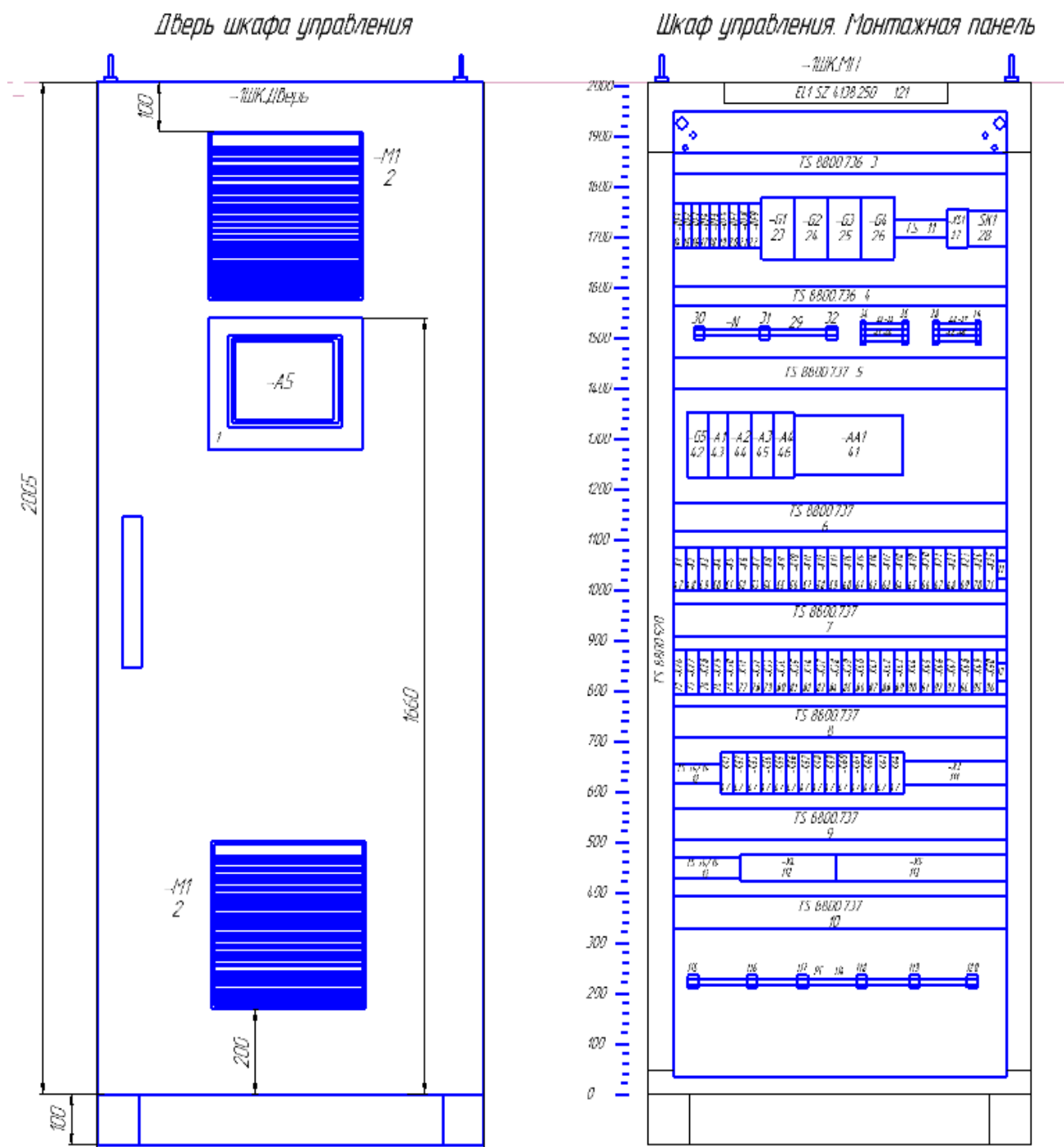


Рисунок 22 – Вид шкаф управления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ

Также в выпускной квалификационной работе был разработан шкаф периферии, показанный на рисунке 23. Расшифровка клеммников представлена на рисунке 24.

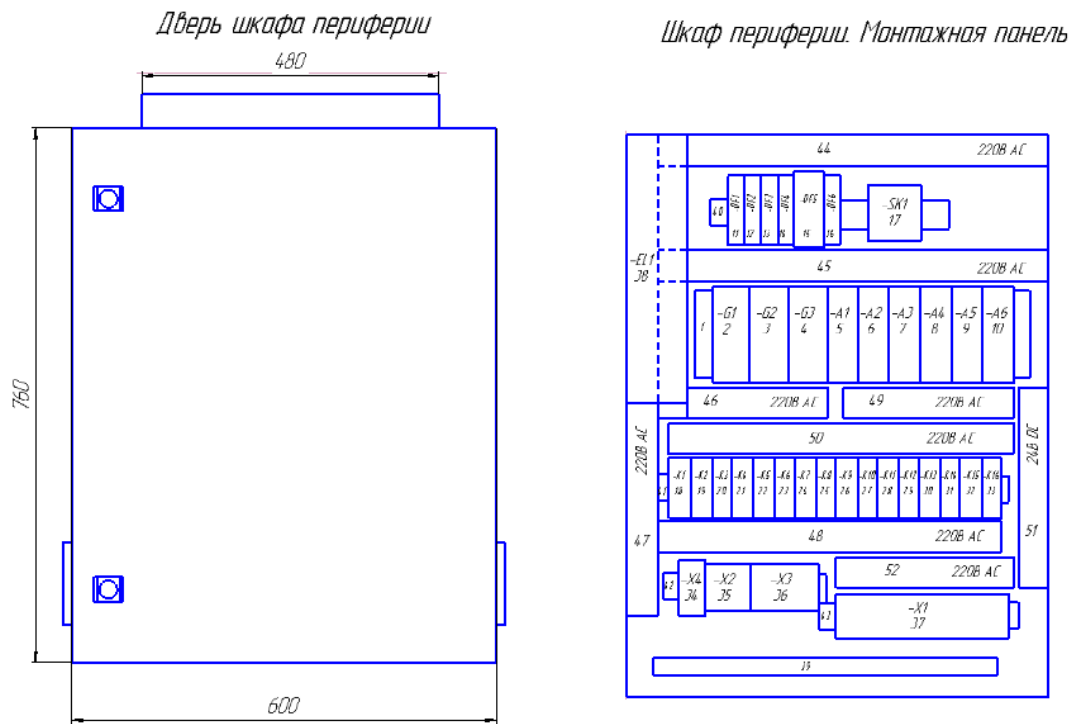


Рисунок 23 – Шкаф периферии

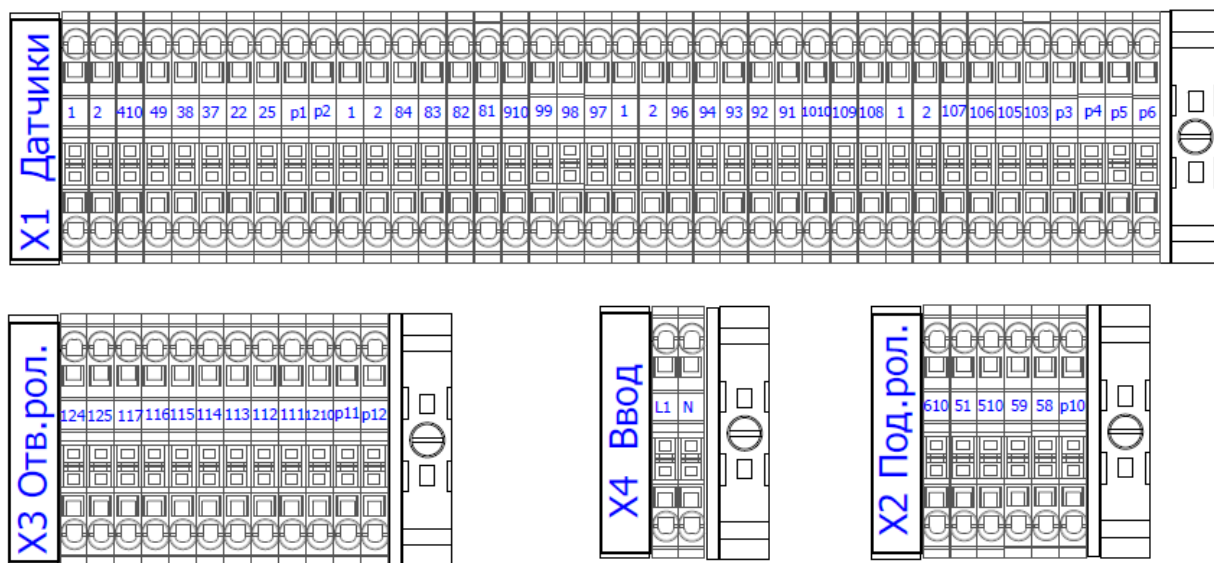


Рисунок 24 – Клеммники

3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

3.1 Разработка алгоритма работы системы

В соответствии с технологическим процессом автоматизированной системы обработки торцов труб был разработан алгоритм работы системы. Алгоритм работы системы представлена на плакате 15.03.04.2017.130.10.06 ТЧ и в приложении Б.

Данный алгоритм (блок-схема) – набор инструкций, описывающий порядок действий для исполнителя для достижения конкретного результата. Обозначения на блок-схеме соответствуют обозначением на схеме автоматизации и структурно-функциональной схеме.

3.2 Разработка SCADA–системы

В выпускной квалификационной работе было разработано программное обеспечение автоматизированной системы управления для обработки торцов труб в виде SCADA–системы для контроля оператором за технологическим процессом плазменной резки горячекатаных труб, а так же контроль технологических параметров системы и при необходимости формирования управляющих воздействий.

Структура ПО САУ для обработки торцов труб включает в себя программу верхнего уровня – для взаимодействия с оператором и программу нижнего уровня – для управления исполнительными элементами системы.

Для реализации программа верхнего уровня был выбран программный продукт «Simatic WinCC flexible».

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Преимущества данного продукта заключается в том, что оно имеет объединение работы с пакетом STEP 7 Professional V12 и широкие функциональные возможности Simatic WinCC.

Simatic WinCC flexible – программное обеспечение для решения комплекса задач человеко-машинного интерфейса, разработки проекта панели. Позволяет отобразить буквенно-цифровое и графическое представление информации о значениях технологических параметров и состоянии технологического оборудования в виде различных мнемосхем.

Для данной системы были разработаны основные экраны: главный экран, окно сообщений, окно подводящий и отводящий рольганги, окно настройки параметров, окно справок, окно работы станков.

Главный экран (рисунок 25). На данном экране отображаются следующие параметры:

- кнопка «Сообщения», (рис. 26);
- кнопка «Рольганг», (рис. 27);
- кнопка «Настройки», (рис. 28);
- кнопка «Справка», (рис. 29);
- кнопка перехода в ручное управление «Ручное», (рис. 30,31);
- показан полностью весь процесс и составляющие компоненты плазменной резки для пары станков;
- указано положение вентиляции;
- указан часовой формат времени.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

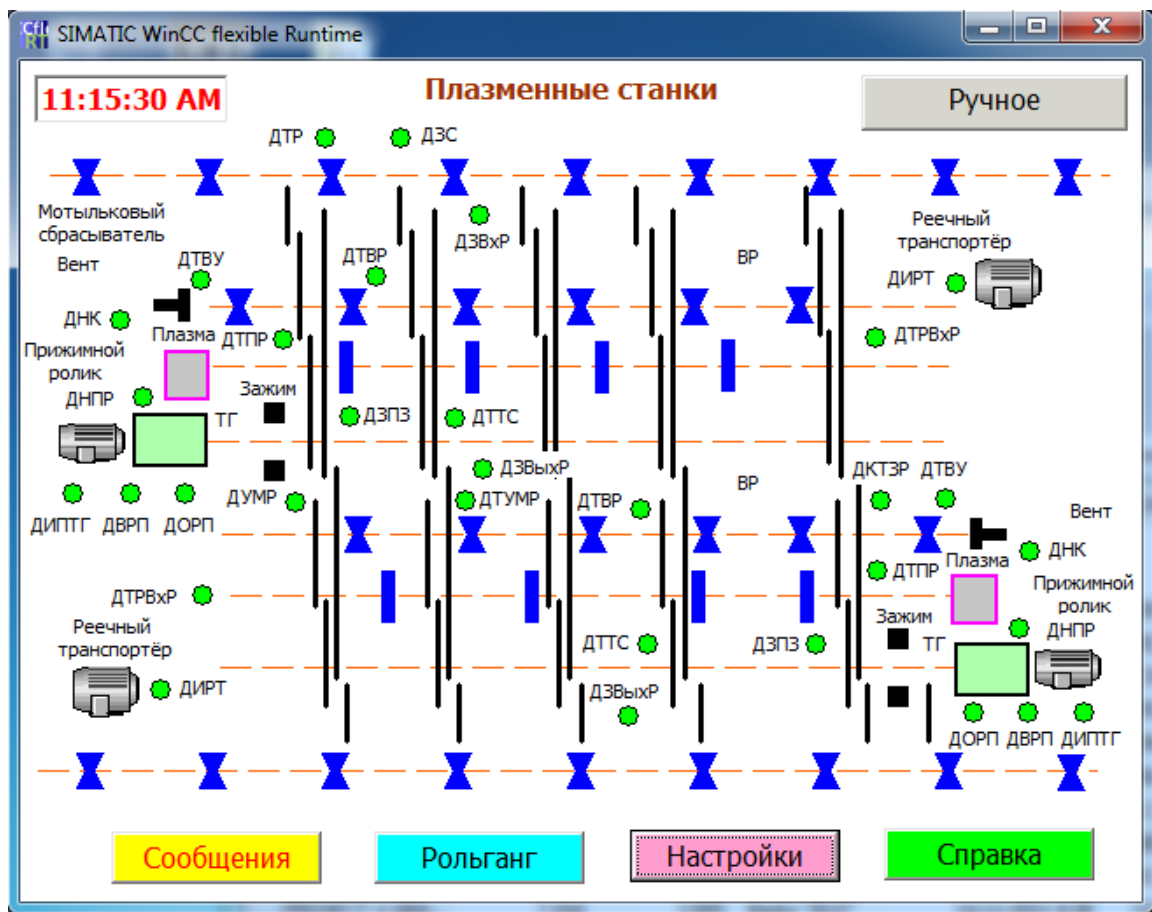


Рисунок 25 – Экран «Плазменные станки»

Экран «Окно сообщения» приведен на рисунке 26. Экран предназначен для помощи оператору в определении ошибок и неполадок. Переход к данному окну осуществляется нажатием кнопки «Сообщения»

На данном экране отображаются:

- сообщения об ошибках (номер ошибки, время, дата, состояние, комментарий);
- кнопка перехода на начальный экран «Плазменные станки»;
- кнопка перехода в окно работы рольгангов «Рольганг».

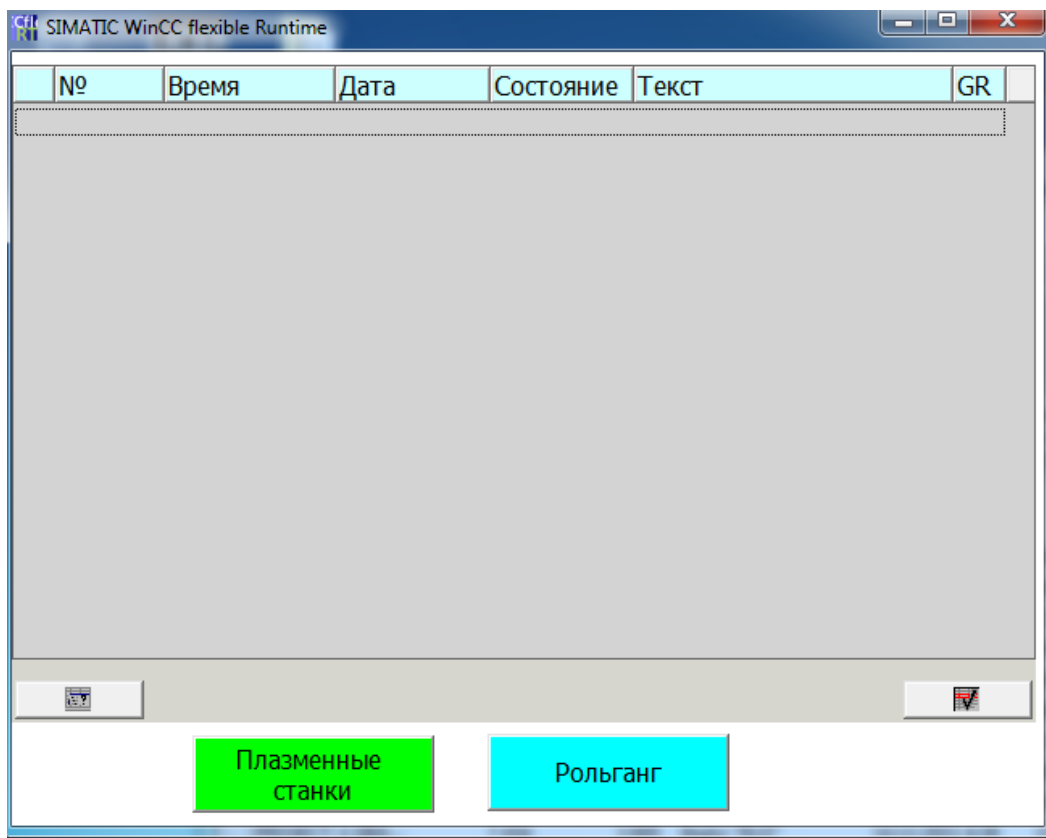


Рисунок 26 – Экран «Окно сообщения»

Экран «Подводящий и отводящий рольганги» приведен на рисунке 27. Экран предназначен для отображения работы подводящего и отводящего рольгангов. Показана работа датчиков (в виде сигнализации ламп).

На данном экране отображаются:

- схематичное отображение рольгангов;
- схематичное расположение рабочих секций, расположение стола ОТК, двух пар станков плазменной резки;
- работа датчиков;
- кнопка перехода на начальный экран «Плазменные станки»;
- кнопка перехода к окну настроек «Настройки»;
- кнопка перехода к сообщениям об ошибке «Сообщения».

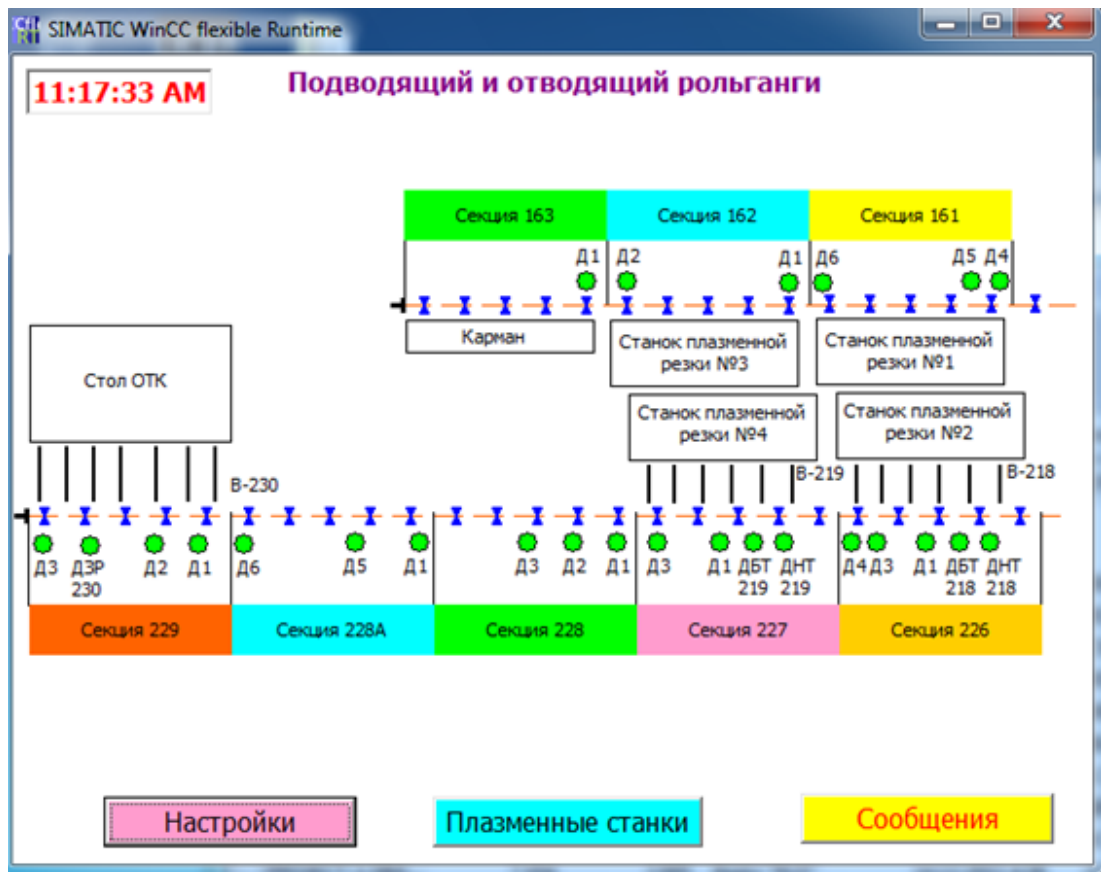


Рисунок 27 – Экран «Подводящий и отводящий рольганги»

Экран «Настройка параметров» приведен на рисунке 28. Экран предназначен для отображения необходимых параметров станка и рольгангов. Параметры и дата выставляются оператором данного станка.

На данном экране отображаются:

- параметры подводящего и отводящего рольганга;
- параметры пары плазменных станков;
- кнопка перехода на начальный экран «Плазменные станки»;
- кнопка перехода в окно работы рольгангов «Рольганг».

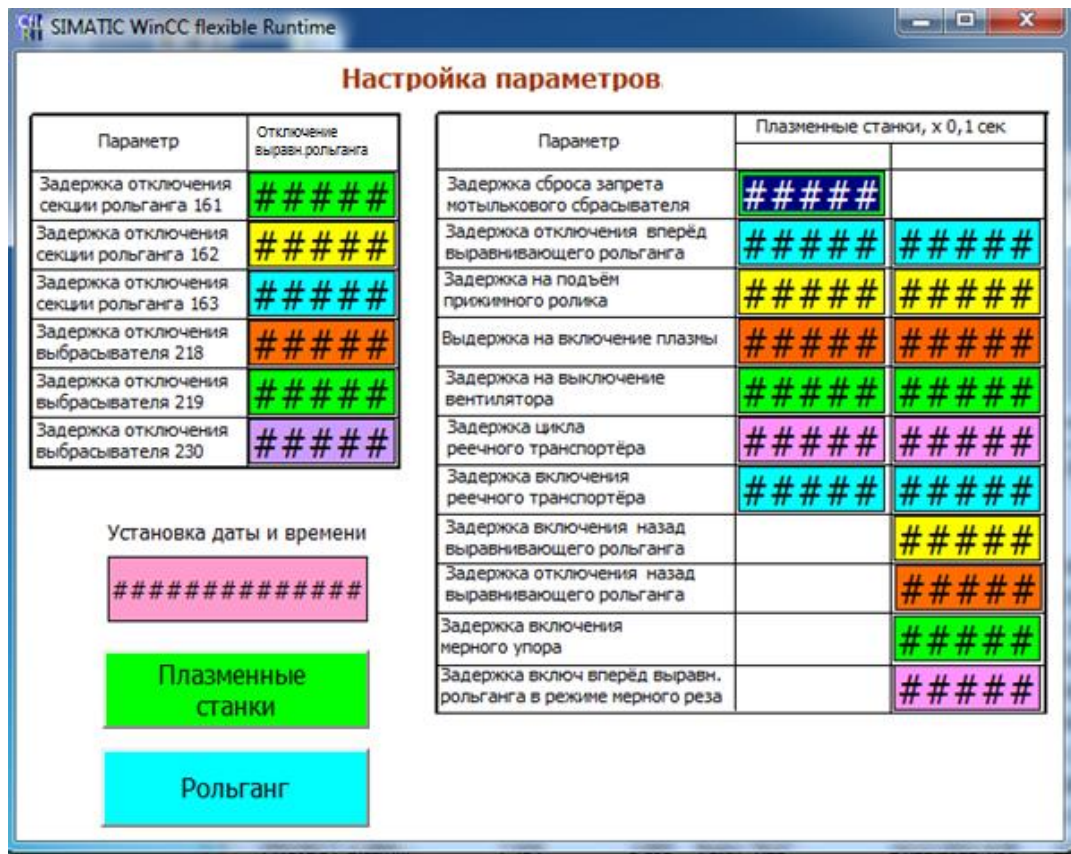


Рисунок 28 – Экран «Настройка параметров»

Экран «Справка» приведен на рисунке 29. Экран предназначен для расшифровки сокращений, используемых названий датчиков и приводов.

На данном экране отображаются:

- перечень названий датчиков и приводов;
- кнопка перехода на начальный экран «Плазменные станки»;
- кнопка перехода в окно работы рольгангов «Рольганг».

Экран «3 станок» приведен на рисунке 30. Экран предназначен для схематичного отображения работы 3 станка (аналогично для 4) в ручном режиме.

Экран «3 и 4 станки» приведен на рисунке 31. Экран предназначен для отображения работы элементов на конкретных станках.

На данном экране отображаются:

- перечень команд для каждого из станков;
- кнопка «Плазменные станки»;

- кнопка «Ручное управление»;
- кнопки «Диагностика 3 (4) станка».

Справка

<p>Датчики:</p> <p>ДТР - датчик наличия трубы в линии подводящего рольганга; ДЭС - датчик запрета сброса трубы; ДЗВхР - датчик заполнения входной накопительной решётки; ДЗВыхР - датчик заполнения выходной накопительной решётки; ДТРВхР - датчик наличия трубы на рейках и входной накопительной решётке; ДТВР - датчик наличия трубы на выравнивающем рольганге; ДТВУ - датчик наличия трубы у выравнивающего упора; ДТПР - датчик наличия трубы на поворотных роликах; ДНК - датчик неотрезанного конца трубы; ДНПР - датчик нижнего положения прижимного ролика; ДУМР - датчик контроля положения упора мерного реза; ДУМР - датчик наличия трубы у упора мерного реза; ДКТЗР - датчик контроля конца трубы в зоне реза; ДТТС - датчик наличия трубы у торцовочного станка; ДИРТ - датчик исходного положения реечного транспортера; ДИПТГ - датчик исходного положения торцовочной головки; ДВРП - датчик включения рабочей подачи торцовочной головки; ДОРП - датчик отключения рабочей подачи торцовочной головки; ДЗПЗ - датчик зажатого положения зажима; ДОПЗ - датчик отжатого положения зажима. ДНТ-218 - датчик наличия трубы перед выбрасывателем 218; ДНТ-219 - датчик наличия трубы перед выбрасывателем 219; ДБТ-218 - датчик буферной трубы перед выбрасывателем 218; ДБТ-219 - датчик буферной трубы перед выбрасывателем 219; ДЗР-230 - датчик запрета работы выбрасывателя 230.</p>	<p>Приводы:</p> <p>Вент - вентилятор; ВР - выравнивающий рольганг; ТГ - торцовочная головка; РП - рабочая подача торцовочной головки; БХ - быстрый ход торцовочной головки; УМР - упор мерного реза; ВУ - выдвижной упор; В-218 - выбрасыватель 218 труб со 2 станка; В-219 - выбрасыватель 219 труб с 4 станка; В-230 - выбрасыватель 230 труб на шлеппер.</p>
---	---

Состояние датчиков:
● - состояние "1" (наличие трубы, шунта)
● - состояние "0" (отсутствие трубы, шунта)

Плазменные станки

Рольганг

Рольганг

Рисунок 29 – Экран «Справка»

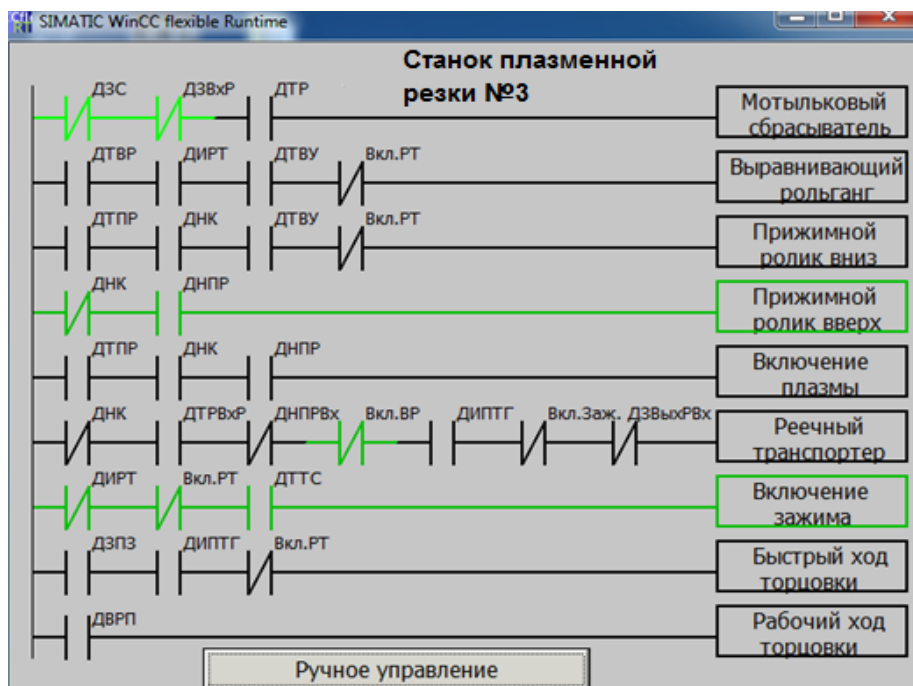


Рисунок 30 – Экран «3 станок»

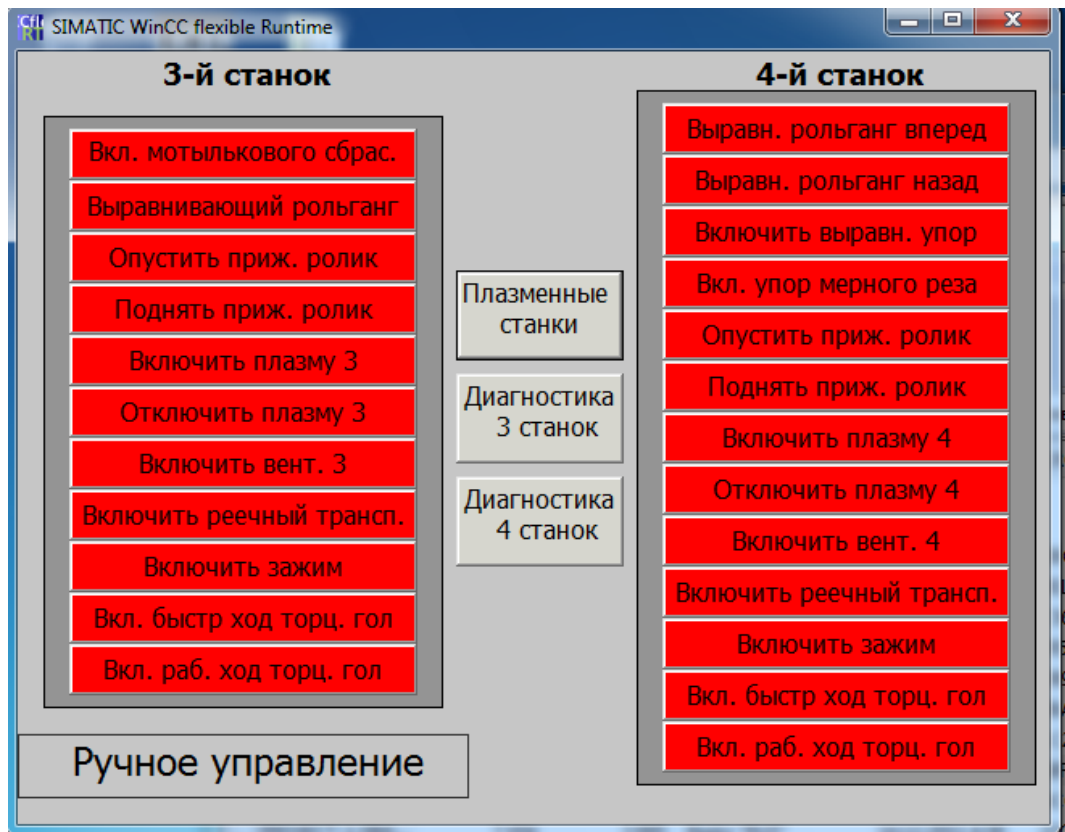


Рисунок 31 – Экран «3 и 4 станки»

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Экономическая составляющая является неотъемлемой частью абсолютно любого проекта по созданию автоматизированной системы.

В выпускной квалификационной работе рассмотрена тема автоматизации технологического процесса обрезки концов горячекатаных труб с помощью установки плазменной резки, с последующей обработкой торцов труб и нанесения на них фасок, с дальнейшей транспортировкой по отводящему рольгангу.

С экономической точки зрения предполагается достижение увеличения производительности работы участка плазменной резки за счет модернизации зон отводящего и подводящего рольгангов. Тем самым, избегая аварийных ситуаций при транспортировке труб и сокращая время работы системы, увеличивается получение прибыли предприятия.

Данный раздел позволяет выявить экономическую обособленность создания данной АС, т. е. доказать, что АС дает положительный экономический эффект в приемлемые сроки. Для этого необходимо рассчитать два экономических показателя: величину экономического эффекта, срок окупаемости проекта.

4.1 Расчет затрат на проектирование

Расчет затрат начинается с заполнения таблицы 16. В нее заносится перечень работ необходимых для разработки проекта.

Все работы выстраиваются в логической последовательности, начиная с разработки задания на проектирование и заканчивая защитой проекта. В перечне указано 25 работ.

Работа по расчету экономических показателей проекта должна располагаться в начальной части перечня работ. В реальных условиях без подтверждения экономической эффективности проекта нельзя начать

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

какие-либо работы. Поэтому сначала рассчитывают экономические показатели, а потом разрабатывают технический проект.

Вторым шагом по заполнению таблицы является определение продолжительности каждой работы. Для этого назначается минимальная и максимальная продолжительность работы. Продолжительность работ выбирается на основании имеющегося опыта в соответствии с ожидаемой трудоемкостью каждой рассматриваемой работы.

Таблица 16 – Перечень работ, продолжительности выполнения, исполнители

	Наименование работы	Продолжительность работы, дни			Исполнители работы, чел		
		min	max	ожд	рук.	инж.	лаб.
1	Разработка задания на проектирование	1	3	2	1	1	–
2	Анализ литературных источников	3	4	2	–	1	–
3	Анализ технической документации	5	7	4	–	1	–
4	Расчёт экономических показателей проекта	2	5	3	1	1	–
5	Разработка схемы автоматизации	4	7	5	1	1	–
6	Выбор датчиков и исполнительных элементов	2	4	2	–	1	–
7	Выбор ПЛК	1	3	2	–	1	–
8	Разработка структурно функциональной схемы	1	4	3	1	1	–
9	Расчет исполнительных элементов	3	4	3	–	1	–
10	Составление электрической принципиальной схемы	2	3	2	1	1	–
11	Моделирование работы исполнительных элементов в программных средствах	1	3	2	1	1	–
12	Составление блок-схемы	3	5	4	1	1	–

Продолжение таблицы 16

13	Проектирование системы управления	10	12	8	1	1	–
14	Составление схемы шкафа	5	6	5	1	1	–
15	Составление схемы соединений устройств	6	8	7	1	1	–
16	Разработка монтажной схемы	5	6	6	1	1	–
17	Написание листинга программы	3	4	3	–	1	–
18	Прохождение предзащиты проекта	1	1	1	1	1	–
19	Согласование технической и экономической части	1	3	1	2	1	–
20	Создание графического интерфейса для оператора	5	6	5	–	1	–
21	Оформление пояснительной записки проекта	4	6	5	–	1	–
22	Доработка графической части проекта	2	4	3	–	1	–
23	Прохождение нормоконтроля	1	3	2	1	1	–
24	Прохождение антиплагиата	1	1	1	1	1	–
25	Защита проекта	1	1	1	2	1	–

Ожидаемая продолжительность работы рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{\text{ожд}} = 0,6 t_{\text{мин}} + 0,4 t_{\text{макс}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{мин}}$ – минимальная продолжительность работы;

$t_{\text{макс}}$ - максимальная продолжительность работы.

Полученные дробные значения ожидаемой продолжительности работы округляются до ближайшей целой величины.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Таким образом, например, подставив значения для первой работы получаем:

$$t_{1_{\text{ожид}}} = 0,6 \cdot 1 + 0,4 \cdot 3 = 1,8 \approx 2.$$

Третьим шагом по заполнению таблицы является выбор исполнителей работ.

В процессе создания технического проекта будут принимать участие три категории работников:

А) руководители. Это непосредственный руководитель диплома от выпускающей кафедры, консультант по экономической части проекта;

Б) инженер. Это сам дипломник, который разрабатывает проект;

В) лаборант. Это работник, не имеющий высшего образования. Ему можно поручить выполнения вспомогательных элементов каких-то работ, не требующих высокой профессиональной подготовки: помочь в оформлении чертежей и пояснительной записки.

Работы и параметры, занесенные в таблицу 16 являются исходными данными для расчета стоимостных показателей проектирования.

1.1 Назначаются должностные оклады работников:

Руководители – 35000 руб.;

Инженеры – 25000 руб.;

Лаборанты – 10000 руб.

1.2 Определяется коэффициент пересчета реальной численности работников различных категорий к приведенной численности инженеров.

Приведение выполняется по величине должностных окладов.

$$K_{\text{рук}} = 35000/25000 = 1,4;$$

$$K_{\text{инж}} = 25000/25000 = 1;$$

$$K_{\text{лаб}} = 10000/25000 = 0,4.$$

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

1.3 Рассчитывается приведенная численность работников работы ij:

$$Ч_{ij} = N_{рук} \cdot K_{рук} + N_{инж} \cdot K_{инж} + N_{лаб} \cdot K_{лаб}, \quad (2)$$

где $N_{рук}$ – численность руководителей, занятых в работе ij;

$N_{инж}$ – численность инженеров, занятых в работе ij;

$N_{лаб}$ – численность лаборантов, занятых в работе ij.

Таким образом, подставив значения в 1, получаем:

$$Ч_{01} = 1 \cdot 1,4 + 1 \cdot 1 = 2,4.$$

1.4 Расчет приведенной трудоемкости работы ij (в инженер-днях):

$$T_{ij} = Ч_{ij} \cdot \text{тожд.} \quad (3)$$

Таким образом, подставив значения получаем:

$$T_1 = 2,4 \cdot 2 = 4,8 \text{ инж. Дней.}$$

1.5 Среднедневная заработная плата инженера, то есть сколько получает инженер за один рабочий день равна сумме основной заработной платы и дополнительной заработной платы деленных на число рабочих дней в месяц:

$$СД_{зп} = (З_{осн} + З_{доп}) / РД, \quad (4)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата в месяц. Назначается ведущим инженером проекта;

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата может быть рассчитана по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = (0,1 \dots 0,12) \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (5)$$

РД – число рабочих дней в месяце.

Среднедневная заработная плата инженера:

$$Z_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 25000 = 2500;$$

$$СД_{\text{ЗП}} = (25000 + 2500) / 25 = 1100 \text{ руб./день.}$$

1.6 Среднедневные прочие затраты.

Перечень прочих затрат на проектирование представлен в таблице 17. Данные затраты могут быть рассчитаны по представленным в таблице 17 формулам относительно основной и дополнительной зарплаты в месяц, а могут рассчитываться по фактическим затратам, величина которых, была взята на конкретном предприятии.

При этом величина реальных затрат должна браться за месяц. Затем все прочие затраты суммируются и делятся на число рабочих дней в месяце:

$$СД_{\text{ПЗ}} = \Sigma Z_{\text{проч}} / \text{РД}. \quad (6)$$

$$СД_{\text{ПЗ}} = 48250 / 25 = 1930 \text{ руб./день}$$

Таблица 17 – Прочие затраты на проектирование

Номер п/п	Наименование затрат	Соотношение затрат	Величина затрат за один месяц, руб.
1	Единый социальный налог	$0,3 \cdot (25000 + 2500)$	8250

Продолжение таблицы 17

2	Стоимость материалов и покупных изделий, необходимых для проектирования	0,3·25000	7500
3	Накладные расходы	0,5·25000	12500
4	Командировочные расходы	–	–
5	Контрагентные услуги сторонних организаций	0,3·25000	7500
6	Стоимость оборудования и приборов, необходимых для проектирования	0,5·25000	12500
ИТОГО			48250

1.7 Среднедневная стоимость одного инженер-дня определяется как сумма среднедневной заработной платы инженера и среднедневных прочих затрат:

$$С_{\text{Инж. дня}} = С_{\text{З/п}} + С_{\text{Пз}}. \quad (7)$$

$$С_{\text{Инж. дня}} = 1100 + 1930 = 3030 \text{ руб./день.}$$

1.8 Сметная стоимость работы рассчитывается как произведение приведенной трудоемкости работы на стоимость одного инженер-дня:

$$C_{P_{ij}} = T_{ij} \cdot C_{Дирж,дня}. \quad (8)$$

Таким образом, подставив значения получаем:

$$C_{P_1} = 4,8 \cdot 3030 = 14544 \text{ руб.}$$

1.9 Суммарная сметная стоимость всех работ при разработке проекта, то есть затраты на проектирование ($Z_{ПР}$).

Полученные результаты расчетов заносятся в таблицу 18.

Таблица 18 – Трудоемкость и сметная стоимость работ

Номер работы	Ожидаемая продолжительность работы, дн	Категория персонала, чел			Приведенная численность работников, привед. инж.	Приведенная трудоемкость работы, инж.-дн.	Сметная стоимость работы, руб.
		Руководитель	Инженер	Лаборант			
1	2	1	1	–	2,4	4,8	14544
2	2	–	1	–	1	3	9090
3	4	–	1	–	1	6	18180
4	3	–	1	–	1	3	9090
5	5	1	1	–	2,4	12	36360
6	2	–	1	–	1	3	9090
7	2	–	1	–	1	2	6060
8	3	1	1	–	2,4	4,8	14544

Продолжение таблицы 18

9	3	–	1	–	1	3	9090
10	2	1	1	–	2,4	4,8	14544
11	2	–	1	–	2,4	4,8	14544
12	4	1	1	–	2,4	12	36360
13	8	1	1	–	2,4	26,4	79992
14	5	1	1	–	2,4	12	36360
15	7	1	1	–	2,4	16,8	50904
16	6	1	1	–	2,4	12	36360
17	3	–	1	–	1	3	9090
18	1	–	1	–	2,4	4,8	14544
19	1	2	1	–	3,8	4,8	14544
20	5	–	1	–	1	5	15150
21	5	–	–	1	1	12	36360
22	3	–	1	–	1	3	9090
23	2	1	1	–	2,4	4,8	14544
24	1	1	1	–	2,4	2,4	7272
25	1	2	1	–	3,8	2,4	7272
Итого:							522978

Затраты на проектирование составляют – 522978 рублей.

4.2 Расчёт сметной стоимости материалов

В таблице 19 представлен перечень материалов и комплектующих, необходимых для строительно-монтажных работ по внедрению проекта, а также их количество и стоимость. Стоимость представленных материальных элементов дана с учетом транспортных затрат.

Таблица 19 – Сводная таблица материалов и комплектующих

Наименование	Единицы измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Simatic S7-1500				
1. Системный блок питания PS 507	шт	2	40084,83	80169,66
2. Центральный процессор CPU 1516-3PN	шт	2	133915,35	267830,7
3. Модули расширения SM512(DI 16xDC 24V)	шт	4	21529,37	86117,48
4. Карта памяти MMC	шт	2	17773	35546
5. Технологический модуль TM Count 550(2x24V)	шт	2	37461	74922
6. Технологический модуль TM Posinput 551	шт	2	37461	74922
7. Коммуникационный модуль542 CM PTP RS485 BA	шт	2	34500	69000
8. Фронтальный соединитель (Front connector Push-IN Type 592,40PIN, 3,5mm)	шт	2	2579	5158
9. Соединительные кабели 6ES7923,16х, 0,14mm ² , с IDC)	м	200	1008	40320
10.Клеймные соединения 6ES7924	шт	10	1000	10000

Продолжение таблицы 19

11. Панель оператора Simatic TP-1500 Comfort	шт	2	81138	162276
12. Шина профильная 480мм	м	50	200	10000
Датчики				
1. Щеточный	шт	3	12784	38352
2. Фотоэлектрический Simatic PXO, 10..36V, DC, IP67 (L50- лазер, 12м)	шт	3	22784	68352
Итого:				1022965,84

Затраты на приобретение материальных элементов, которые будут необходимы для создания разработанного объекта $Z_m = 1022965,84$ тыс.руб.

Затраты на заработную плату работников, которые будут внедрять проект. Данные затраты можно принять как 40% от материальных затрат:

$$Z_{zp} = 0,4 Z_m = 0,4 \cdot 1022965,84 = 409186 \text{ тыс.руб.}$$

Затраты на внедрение проекта:

$$Z_{вн} = Z_m + Z_{zp} = 1022965,84 + 409186 = 1432151,84 \text{ тыс.руб.}$$

В экономической части ВКР следует показать, что разрабатываемый технический проект является экономически целесообразным, т.е. даст положительный экономический эффект в приемлемые сроки. Для этого необходимо рассчитать величину экономического эффекта и срок окупаемости проекта.

Экономический эффект – это разница между ожидаемыми доходами от внедрения проекта и ожидаемыми расходами на реализацию проекта.

Доход – это сумма денег, полученная после реализации произведенных товаров или услуг. Рассчитывается по формуле:

$$D = P \cdot Q, \quad (9)$$

где P – цена 1т (руб.);

Q – количество проданных тонн за год.

При введении новой системы получаем:

25000 труб/год – стало 20000 труб/год – было

5000 труб/год

Стоимость 1т = 30000 руб.

1 труба (130d, 9мм, 9м) = 0,2т [11].

Производимое кол-во т/год = 5000 · 0,2 = 1000 т/год

Тогда: P = 30000, Q = 1000

$$D = 30000 \cdot 1000 = 30000000 \text{ руб.}$$

Так же необходимо посчитать все затраты, связанные с проектом. Затраты на разработку, внедрение и реализацию проекта вычисляем по формуле:

$$Z_{\text{сум}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{вн}}, \quad (10)$$

где $Z_{\text{сум}}$ – суммарные затраты, связанные с проектом, рублей;

$Z_{\text{пр}}$ – затраты на проектирование, рублей;

$Z_{\text{вн}}$ – затраты на внедрение проекта, рублей;

Затраты на внедрение проекта определим по формуле:

$$Z_{\text{вн}} = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{м}}$ – затраты на приобретение необходимого для внедрения проекта оборудования с учетом его доставки, рублей;

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Зп – затраты на заработную плату работников, которые будут внедрять проект, рублей.

$$З_{\text{сум}} = 522978 + 1022965,84 + 409186 + 48250 + 28000000 \approx 30003379,84 \text{ руб.}$$

После расчета ожидаемых доходов и ожидаемых расходов можно приступить к расчету экономического эффекта от внедрения предлагаемого проекта и срока окупаемости проекта.

Если в результате расчета будет получена отрицательная величина, это означает, что в первом году проект не окупился и анализ экономических показателей необходимо продолжить.

Экономический эффект первого года проекта:

$$\text{Э}_1 = D_1 - З_{\text{сум}} = 30000000 - 30003379,84 = -3379,84$$

Полученное отрицательное значение говорит о том, что за первый год проект не окупится.

Рассмотрим второй год:

$$\text{Э}_2 = D_1 - З_{\text{сум}} = 30000000 - 3379,84 = 29996,62016 \text{ тыс. руб.}$$

Положительное значение полученного результата говорит о том, что проект окупится, но на окупаемость пойдет не весь год, а только его часть.

Следовательно, срок окупаемости составит:

$$T_{\text{ок}} = 1 + d / D_2 = 1 + 3379,84 / 30000000 = 1,000113 \text{ года}$$

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

Экономический эффект от внедрения проекта составит 29996,62016 тыс. руб. за два года.

По результатам расчетов можно утверждать, что разработанный проект является экономически целесообразным и может быть рекомендован к внедрению. Сводные таблицы и расчет экономического эффекта представлен на плакате 15.03.04.2017.130.11 ТЧ графического материала.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система обработки торцов горячекатаных труб. Данная система отличается от уже существующей системы усовершенствованной подачей труб по отводящему и подводящему рольгангу, что привело к увеличению производительности и сокращению времени простоя.

Также для данной системы были разработаны структурно-функциональная, электрическая принципиальная схемы, монтажная схема шкафа управления.

На основе алгоритма работы и структурно-функциональной схемы было разработано программное обеспечение для САУ для обработки торцов труб.

В экономическом разделе был посчитан экономический эффект, по результатам которого можно говорить о целесообразности внедрения системы.

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / сост. Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
2. ГОСТ 2.701 – 2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Изд – во стандартов, 1992 – 4с.
3. ГОСТ 19.701 – 90. Единая система программной документации. Схема алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Изд–во стандартов, 1992 – 4с.
4. ГОСТ 34.201–89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплексность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – М.: Изд–во стандартов, 1989 – 15с.
5. ГОСТ 34.601–90. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. – М.: Изд–во стандартов, 1990 – 20с.
6. Лукина К.С. Отчет о производственной практике / Лукина К.С. – Челябинск: ЮУрГУ, 2017. – 39с.
7. Программируемы контроллеры s7-1500 – https://www.saa.su/Manual/Siemens/S7-1500/04_S7-1500_2014.pdf
8. SIEMENS. Simatic HMI. WiCC flexible – http://www.ste.ru/siemens/pdf/rus/WinCC_flexible_2005_p1_r.pdf
9. SIMATIC S7-1500 – http://www.ste.ru/siemens/pdf/rus/S7-1500_overview.pdf
10. Калькулятор расчета массы труб – <http://tksn.ru/calculyator/>
11. Altivar 71 – <http://www.altivar.com.ua/altivar-71.html>

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

12. Индуктивные датчики SIEMENS – <http://mega-sensor.ru/product/SIEMENS-3RG4124-3AB00/>
13. Оптические датчики SIEMENS – <https://www.avigan.com.ua/page/opticheskiy-datchik-priblizheniya-simatic-pxo/mp/10331/>
14. Преобразователь частоты Unidrive SP – <http://www.privodsys.ru/katalog/control-techniques/unidrive-sp/>
15. Пневматический вентиль ВВ-32 – <http://www.electromagnit.ru/catalog/ventili/vv3232h>
16. Электродвигатели рольганговые АРМ 43-12 – http://ventilator.kiev.ua/production/electric_motors/rolgangovie_ARM_trefaznie/APM_43_12_elektrodivigatel.html

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Спецификация на монтажную схему шкафа управления

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Алгоритм работы системы обработки торцов труб

					15.03.04.2017.130.10.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67