

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2021 г.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ СТАНА "400" ООО "ЗМЗ"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2021 г.

Руководитель работы
доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2021 г.

Экономическая часть
доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2021 г.

Автор работы
студент группы ФТТ-533

_____ В.А. Окулов
_____ 2021 г.

Нормоконтролер
ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2021 г.

Златоуст 2021

АННОТАЦИЯ

Окулов В.А. Модернизация системы управления методической печи Стана "400" ООО "ЗМЗ" – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2021 г., 65 с., 30 ил., библиогр. список – 27 наименований, 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе разработана система управления методической печи Стана "400" ООО "Златоустовский металлургический завод".

Разработаны функциональная, структурная, и электрическая принципиальная схемы.

Произведено описание технологического процесса.

Выбрано оборудование, обеспечивающее точное регулирование температуры по зонам печи.

Произведена технико-экономическая оценка.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

Использование материалов работы планируется к внедрению на ООО "ЗМЗ".

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Окулов В.А.				Модернизация системы управления методической печи Стана "400" ООО "ЗМЗ" Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Сандалов В.М.					Д	4	65
Т. Контр.	Трофимова С.Н.					Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.							
Утверд.	Сергеев Ю.С.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	7
1.1 Программируемый контроллер SIMATIC S7-1500.....	8
1.2 Программируемый контроллер ПЛК-160.....	11
2 КОНСТРУКЦИЯ И ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕЧИ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ НЕДОСТАТКИ.....	14
2.1 Описание конструкции печи.....	14
2.2 Описание технологического процесса.....	19
2.3 Описание действующей системы управления печи.....	19
2.4 Недостатки действующей системы управления методической печи	21
3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ	23
3.1 Требования к системе управления	23
3.2 Разработка структурной схемы системы управления методической печи.....	25
3.3 Разработка функциональной схемы.....	27
4 ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	28
4.1 Выбор контроллера и его конфигурации	28
4.2 Выбор блока управления горелками.....	30
4.3 Выбор частотного преобразователя.....	32
4.4 Выбор термопреобразователей.....	34
4.5 Выбор термометров сопротивлений	38
4.6 Модули ввода-вывода.....	40
4.7 Панель оператора.....	42
4.8 Выбор датчиков давления	42
5 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	43
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА	48
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	51
7.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	51
7.2 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса	51
7.3 Охрана труда	53
7.4 Производственная санитария	58
7.5 Эргономика и производственная эстетика.....	58
7.6 Противопожарная и взрывобезопасность	60
7.7 Экологическая безопасность	61
7.8 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	64

ВВЕДЕНИЕ

На ООО "Златоустовский металлургический завод" (далее по тексту ООО "ЗМЗ") помимо выплавки стали в электросталеплавильных печах производится и последующий передел слитков и заготовок. Так после разливки стали в изложницы, она в виде блюмов попадает в Прокатный цех №1 непосредственно после разливки. Первичный передел происходит на стане "1150", затем заготовка поступает на стан "750", а после, по необходимости на стан "400" и "280".

Нагрев металла перед непосредственной прокаткой является одной из важнейших операций, поэтому каждый стан оборудован методической печью.

Методическая печь обеспечивает равномерный прогрев заготовок различных марок стали по заданным технологическим картам, при этом возможно применение разных температурных режимов и времени прогрева и выдержки.

На методической печи Стана "400" до сих пор для регулирования температуры применяются морально и физически устаревшие контрольно измерительные приборы и автоматика. Точность регулирования данных приборов составляет ± 50 °С, а в связи со снятием их с производства часто возникают трудности, а за частую и отсутствие возможности заказа запчастей для их ремонта, что в разы усложняет техническое обслуживание. Из-за сильного износа механизмов учащаются случаи выхода из строя оборудования, что увеличивает суммарное время на ремонт и обслуживание, увеличивается количество брака.

В 2019 году общее количество брака выпускаемого со Стана "400" составило 309 тонн или 0,3% от выпущенной продукции, из них по причине некачественного регулирования температурных режимов 195 тонн или 0,19%, а сумма убытка составила 20 475 000 рублей.

В 2020 году руководством предприятия принято решение о замене устаревших горелок типа "труба в трубе" на современные импульсные, для повышения качества регулирования температуры по зонам печи, а так же повышения надежности системы автоматического регулирования. В связи с этим возникает вопрос, о полной модернизации системы управления, начиная с первичных приборов, и заканчивая исполнительными органами.

Цель работы - повысить точность регулирования температуры в зонах печи.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий, и решений;

- провести анализ конструкции печи и действующего технологического процесса, выявить существующие недостатки системы управления;

- разработать структурную и функциональную схемы системы управления;

- выбрать элементы системы управления;

- произвести математическое моделирование;

- произвести технико-экономическую оценку;

- рассмотреть вопрос безопасности жизнедеятельности.

Объект – методическая печь Стана "400".

Предмет – система управления методической печи Стана "400".

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

В настоящее время все современные системы управления строятся на базе программируемых логических контроллеров (далее по тексту ПЛК). Сложность технологических процессов определяет состав и компоновку ПЛК. [2]

Программируемые логические контроллеры нашли широкое применение в сфере промышленной автоматизации различных технологических процессов на малых и больших предприятиях. Популярность ПЛК хорошо объяснима. Их применение существенно упрощает эксплуатацию оборудования, а так же дает возможность для создания, как отдельных простейших устройств бытового назначения, так и сложных производственных автоматизированных систем. Внедрение ПЛК сокращает время затрачиваемое на разработку проектов, значительно упрощает процесс монтажа и ускоряет процесс отладки. Все это происходит за счёт стандартизации как отдельных программных, так и аппаратных компонентов, обеспечивая высокую надежность и точность в процессе эксплуатации, удобство проведения ремонта и модернизацию при её необходимости.

На данный момент крупнейшими зарубежными производителями ПЛК являются такие компании, как Siemens AG, Schneider Electric, Omron и другие, но кроме них ПЛК выпускают и российские производители которые включают в себя компании Овен, Текон, Сегнетикс и другие.

Конструктивное исполнение ПЛК можно разделить на два типа, это моноблочные, представлены на рисунке 1.1 и модульные представлены на рисунке 1.2. В моноблочном корпусе ПЛК помимо центрального процессора, памяти и блока питания размещён фиксированный набор входов и выходов. В модульном ПЛК применяют отдельно монтируемые модули входов выходов. Согласно требованиям МЭК 61131, их количество и тип можно менять в зависимости от поставленной задачи и обновлять с течением времени. Такие ПЛК можно использовать в режиме «ведущего» и расширять их возможности «ведомыми» ПЛК применяя интерфейс Ethernet.



Рисунок 1.1 – Моноблочные ПЛК



Рисунок 1.2 – Модульные ПЛК

Моноблочные ПЛК считаются функционально завершёнными и могут включать в себя дисплей не большого формата, а та же кнопки управления. На дисплее могут отображаться текущие рабочие параметры, выводится неисправности и предупреждения, а с помощью кнопок задаются команды рабочих программ и различных установок. Наиболее сложные ПЛК комплектуются из отдельных модулей имеющих определённый функционал, они совместно закрепляются на стандартизированной монтажной планке. Необходимое количество модулей ввода и модулей вывода устанавливается в зависимости от количества обслуживаемых входов и выходов. [2]

В данном разделе будет проведено сравнение функциональных возможностей и технических показателей ПЛК фирм «SIEMENS» и «ОВЕН».

1.1 Программируемый контроллер SIMATIC S7-1500

SIMATIC S7-1500 – программируемый логический контроллер от фирмы «SIEMENS» с внушительными функциональными характеристиками. SIMATIC S7-1500 имеет ряд отличительных достоинств, позволяющих использовать его для решения задач различной сложности, которые ранее считались непосильными для других специализированных электронных устройств.

ПЛК SIMATIC S7-1500 может использоваться в системах автоматизации:

- машиностроении;
- легкой промышленности;
- оборудования для производства технических средств управления и электротехнического оборудования;
- станков с числовым программным управлением;
- сложных технологических установок;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- автомобильной промышленности;
 - предприятий водоснабжения и водоотведения;
 - предприятий пищевой промышленности и производства напитков и т.д.
- Модификации и исполнения.

В ПЛК SIMATIC S7-1500 используется широкий спектр центральных процессоров (далее по тексту ЦП) как стандартного так и специализированного назначения. В зависимости от типа ЦП все модели контроллеров можно разделить на следующие модификации:

S7-1500 на базе стандартных ЦП:

- Решение стандартных задач САУ различной степени сложности. Поддержка широкого спектра функций на уровне операционной системы ЦП.
- Модульная конструкция. Широкий спектр сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи.
- Поддержка систем локального и распределенного ввода вывода.
- Широкие коммуникационные возможности, простое включение в различные сетевые структуры, поддержка информационных технологий.
- Удобная конструкция, отсутствие буферных батарей, работа с естественным охлаждением, минимальные затраты на эксплуатацию.
- Свободное наращивание возможностей при модернизации системы.

S7-1500F на базе F-CPU:

- Программируемые контроллеры для построения систем противоаварийной защиты и обеспечения безопасности с одновременной поддержкой стандартных функций управления.
- Центральные процессоры с встроенными в операционную систему функциями противоаварийной защиты и обеспечения безопасности.
- Обслуживание систем локального и распределенного ввода-вывода со смешанным составом модулей стандартного назначения, F- и PROFIsafe модулей.
- Обслуживание систем распределенного ввода-вывода на базе промышленных сетей PROFIBUS DP и PROFINET IO с поддержкой профиля PROFIsafe для обмена данными с компонентами обеспечения безопасности.

Состав аппаратуры. [3]

- 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

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

данными через промышленные сети PROFINET, Industrial Ethernet и PROFIBUS, а также через непосредственные соединения на основе последовательных интерфейсов.

При необходимости контроллер может дополняться:

- 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.

Однотипные периферийные модули (SM, CM) делятся на классы, отличающиеся поддержкой различного набора функций:

- Модули класса BA (Basic) относительно простые и недорогие компоненты без диагностики параметров.

- Модули класса ST (Standard) с поддержкой диагностических функций на уровне модуля. Класс точности для аналоговых модулей равен 0.3 %.

- Модули класса HF (High Feature) с поддержкой диагностических функций на уровне каждого канала. Класс точности для аналоговых модулей равен 0.1 %. Повышенная стойкость к воздействию помех, повышенная прочность электрической изоляции.

- Модули класса HS (High Speed) с малыми временами фильтрации сигналов и короткими временами преобразования. Например, аналоговые модули с временем преобразования 125 мкс на 8 каналов.

Конструкция.

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания:

- Все модули устанавливаются на профильную шину S7-1500 и фиксируются в рабочем положении винтами, встроенными в каждый модуль. Нижняя часть профильной шины S7-1500 является полным аналогом 35 мм профильной шины DIN и может использоваться для установки другой аппаратуры (автоматических выключателей, реле, контакторов и т.д.).

- Во все модули кроме модулей блоков питания нагрузки (PM) встроены участки внутренней шины контроллера. Соединение этих участков выполняется U-образными шинными соединителями, устанавливаемыми на тыльной стороне корпуса. Шинные соединители входят в комплект поставки всех модулей за исключением модулей центральных процессоров и блоков питания нагрузки.

- Внешние цепи сигнальных модулей подключаются через съемные 40-полюсные фронтальные соединители. Наличие фронтальных соединителей упрощает выполнение операций подключения внешних цепей и позволяет производить замену модулей без демонтажа внешних соединений. При выполнении монтажных работ фронтальный соединитель может устанавливаться в промежуточное положение, при котором его корпус зафиксирован на модуле и не имеет электрических соединений с его электроникой.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

- Единая для всех модулей глубина корпуса. Все кабели располагаются в монтажных каналах модулей и закрываются изолирующими защитными дверцами.

- Произвольный порядок размещения модулей в монтажных стойках. Фиксированные места должны занимать только блоки питания нагрузки и центральные процессоры.

- Все модули контроллера работают с естественным охлаждением в диапазоне температур от 0 до 60 °С и горизонтальной установке.

Центральные процессоры программируемого контроллера S7-1500 способны обслуживать системы локального и распределенного ввода-вывода. Система локального ввода-вывода формируется модулями, устанавливаемыми непосредственно в монтажную стойку контроллера. Система распределенного ввода-вывода включает в свой состав аппаратуру полевого уровня, подключаемую к контроллеру через сети PROFINET IO и/или PROFIBUS DP.

Максимальная конфигурация контроллера включает в свой состав до 32 модулей различного назначения, одним из которых является центральный процессор.

Среди преимуществ SIMATIC S7-1500:

- функциональность и удобство использования (контроллер оснащен встроенным Ethernet-интерфейсом, благодаря которому можно производить ряд операций: программирование SIMATIC, диагностику, обмен данными с иными устройствами автоматизации, а также системами человеко-машинного интерфейса);

- компактность (данное семейство контроллеров имеет пластиковый корпус, модульную конструкцию);

- универсальность (SIEMENS SIMATIC S7-1500 характеризуются широкой сферой применения: могут быть использованы как для построения весьма простых узлов локальной автоматики, так и для узлов комплексных систем с автоматическим управлением);

- эффективность (устройство позволяет интенсивно обмениваться данными через сети Industrial Ethernet/ PROFINET, а также используя PtP (Point-to-Point) соединение). [3]

1.2 Программируемый контроллер ПЛК-160

Линейка программируемых моноблочных контроллеров представленная фирмой «ОВЕН» с дискретными входами/выходами и аналоговыми входами/выходами (ПЛК-160) на борту для автоматизации средних систем.

Оптимальны для построения систем автоматизации среднего уровня и распределенных систем управления.

Назначение.

Программируемый логический контроллер ПЛК-160 может использоваться в системах автоматизации:

- сфере ЖКХ (ИТП, ЦТП);

- АСУ водоканалов (водоподготовка, насосные станции);

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- управления малыми станками и механизмами;
- управления пищеперерабатывающими и упаковочными аппаратами;
- управления климатическим оборудованием;
- автоматизации торгового оборудования;
- производства строительных материалов.

Программируемый контроллер ПЛК-160

Отличительные особенности ПЛК-160:

- мощные вычислительные ресурсы и большой объем памяти;
- наличие последовательных портов (RS-232, RS-485) на борту контроллера;
- наличие порта Ethernet для включения в локальные или глобальные сети верхнего уровня;
- поддержка протоколов обмена Modbus (RTU, ASCII), OВЕН, DCON;
- возможность работы напрямую с портами контроллера, что позволяет подключать внешние устройства с нестандартными протоколами;
- контроллер имеет встроенные часы, что позволяет создавать системы управления с учетом реального времени;
- встроенный аккумулятор, позволяющий организовать ряд дополнительных сервисных функций: возможность кратковременного пережидания пропадания питания, перевод выходных элементов в безопасное состояние.
- наличие дискретных и аналоговых входов и выходов на борту контроллера. [4]

Программирование контроллеров осуществляется в профессиональной, распределенной среде CODESYS v.2.3.x, максимально соответствующей стандарту МЭК 61131:

- поддержка 5 языков программирования, для специалистов любой отрасли;
- мощное средство разработки и отладки комплексных проектов автоматизации на базе контроллеров;
- функции документирования проектов;
- количество логических операций ограничивается только количеством свободной памяти контроллера;
- практически неограниченное количество используемых в проекте счетчиков, триггеров, генераторов.

Интерфейсы для программирования и отладки: Ethernet, USB, RS-232 (Debug).

Сравнение рассматриваемых ПЛК фирм Siemens и OВЕН представлено в таблице 1.1. В ходе сравнения ПЛК Siemens и OВЕН выбран контроллер Siemens Simatic S7-1500.

Таблица 1.1 – Сравнение ПЛК

Параметр	OВЕН, ПЛК-160	Siemens, S7-1500
Рабочая память RAM	16 кбайт	150 кбайт
Загрузочная память	4 Мб	До 32 Гбайт

Окончание таблицы 1.1

Параметр	ОВЕН, ПЛК-160	Siemens, S7-1500
Время выполнения операций, мкс	0,08	0,06
Количество дискретных каналов ввода/вывода дискретных/аналоговых	16/12	В зависимости от количества установленных модулей, не более 1024
Количество аналоговых каналов ввода/вывода	8/4	
Встроенные интерфейсы	RS-485; RS-232; Ethernet 100 Base-T; USB-Device; USB-Host	PROFINET; PROFIBUS; Ethernet; RS-485; RS-232;
Питание	от 22 до 28 В постоянного тока от 90 до 264 В переменного тока	24/ 48/ 60/ 120/ 230 В постоянного тока или ~120/ 230 В переменного тока

Вывод по разделу один:

Для построения системы управления методической печи выбран контроллер SIMATIC S7-1500 производства SIEMENS, по причине его модульного исполнения.

2 КОНСТРУКЦИЯ И ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕЧИ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ НЕДОСТАТКИ

2.1 Описание конструкции печи

Сортовой прокатный Стан "400" обслуживается нагретым металлом с методической печи.

Методическая печь имеет одну неотпливаемую зону - методическую и три отапливаемых зоны, это сварочная зона верхнего и нижнего подогрева, а так же томильная зона. [1]

Габаритные размеры методической печи стана "400" представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Габаритные размеры печи стана "400"

Наименование	Единицы измерения	Вся печь	В том числе по зонам:		
			Нижняя сварочная	Верхняя сварочная	Томильная
Длина печи по кладке	мм	20500	15060	7200	5200
Длина печи внутри (по рабочему пространству) полезная	мм	18330	14590	720	4200
Ширина печи по кладке	мм	4400	4400	4400	4400
Ширина печи внутри	мм	3400	2940	3400	3400
Высота рабочего пространства наибольшая	мм	3900			
Высота рабочего пространства наименьшая	мм	700			
Размер рабочего окна по-сада	мм*мм	3300*700	-	-	-
Размер рабочего окна выдачи	мм*мм	600*450	-	-	-

Производительность печи составляет от 16 до 27 тонн в час.

На данный момент в печи установлено 6 газовых горелок типа "труба в трубе", по две горелки в томильной зоне, сварочной зоне верхнего и нижнего подогрева, общая мощность горелок составляет 21000 кВт.

Металл загружается в хвост печи и по глассажным водоохлаждаемым трубам проталкивается винтовым толкателем на встречу сжигаемому топливу, сначала проходит методическую зону, затем сварочную зону, состоящую из зоны верхнего и нижнего подогрева и попадает в томильную зону. Выдача заготовки производится через боковое окно.

Под печи в томильной зоне выложен корундовыми блоками.

Дымовые газы покидают печь по двум дымоходам и удаляются через дымовую трубу оснащенную дымососом ВД-15,5.

Методическая зона подогревается за счет отходящих дымовых газов. В методической зоне заготовки прогреваются до температуры от 400 до 500 °С. Ос-

новой нагрев происходит в сварочной зоне верхнего и нижнего подогрева. В томильной зоне металл готовится к выдаче на прокатный стан.

Давление газа поддерживается редуктором установленным на входе печи, рабочее давление составляет от 70 до 95 кПа.

Для нагнетания воздуха в горелки печь оборудована дутьевым вентилятором, регулирование давления осуществляется вручную, за счет открытия и закрытия жалюзей на всосе вентилятора. Рабочее давление составляет от 3,5 до 3,9 кПа.

Дымовые газы покидают печь по дымоходу и удаляются с помощью дымососа через дымовую трубу.

Вторичные приборы, средства контроля, автоматизации и сигнализации находятся в помещении КИПиА.

Общий вид методической печи представлен на рисунке 2.1.

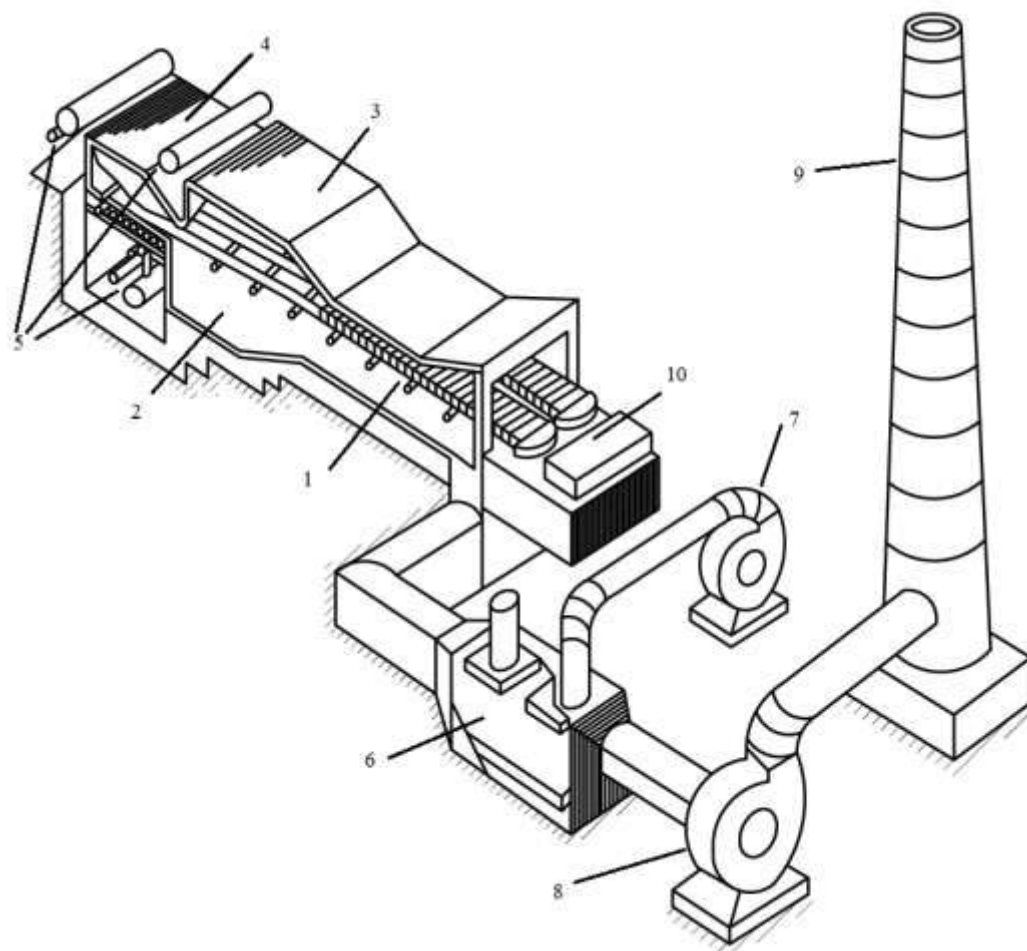


Рисунок 2.1 – Общий вид методической печи

- 1 - методическая зона; 2 - сварочная зона (нижний подогрев);
- 3 - сварочная зона (верхний подогрев); 4 - томильная зона;
- 5 - газовые горелки; 6 - рекуператор; 7 - дутьевой вентилятор;
- 8 - дымосос; 9 - дымовая труба; 10 - толкатель.

2.1.1 Методическая зона

Методическая зона расположена в так называемом "хвосте печи". Она подогревается за счет отходящих дымовых газов идущих с отапливаемых зон. Тем-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

пература в данной зоне не регулируется, производится лишь ее контроль с помощью хромель-алюмелевого термопреобразователя. Дымовые газы покидают печь по дымоходу, расположенному в начале методической зоны у хвоста печи с низу и при помощи дымососа выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу.

Металл загружается с хвоста печи при помощи грузоподъемных кранов, и далее электромеханическим винтовым толкателем проталкивается вглубь печи по глиссажным водоохлаждаемым трубам.

В методической зоне слябы прогреваются до температуры от 400 до 500 °С, в зависимости от технологической карты далее подогретый металл попадает в сварочную зону, которая состоит из зоны верхнего и нижнего подогрева.

2.1.2 Зона верхнего подогрева

Зона верхнего подогрева оборудована двумя газовыми дутьевыми горелками, типа "труба в трубе", суммарная мощность горелок составляет 7000 кВт.

Температура в зоне верхнего подогрева регулируется за счет изменения расхода газа и воздуха подаваемого на зону. Контроль температуры осуществляется за счет установленного в своде печи платинородиевого термопреобразователя, оснащенного жаростойким чехлом, в качестве первичного прибора и одноточечного автоматического показывающего и самопишущего потенциометра типа КСП-3 в качестве вторичного прибора. Расход газа и воздуха измеряется с помощью врезанных диафрагм на прямых участках трубопровода. Первичные приборы дифференциальные манометры типа ДМ-3583м, вторичные приборы - приборы с дифференциально трансформаторной схемой КСД-3. Имеется регулятор соотношения "газ-воздух" РПИБ.

Максимальная температура нагрева в зоне верхнего подогрева 1300 °С, точность регулирования составляет ± 50°С.

2.1.3 Зона нижнего подогрева

Зона нижнего подогрева оборудована двумя газовыми дутьевыми горелками, типа "труба в трубе", суммарная мощность горелок составляет 9000 кВт.

Температура в зоне нижнего подогрева регулируется за счет изменения расхода газа и воздуха подаваемого на зону. Контроль температуры осуществляется за счет установленного в своде печи платинородиевого термопреобразователя, оснащенного жаростойким чехлом, в качестве первичного прибора и одноточечного автоматического показывающего и самопишущего потенциометра типа КСП-3 в качестве вторичного прибора. Расход газа и воздуха измеряется с помощью врезанных диафрагм на прямых участках трубопровода. Первичные приборы дифференциальные манометры типа ДМ-3583м, вторичные приборы - приборы с дифференциально трансформаторной схемой КСД-3. Имеется регулятор соотношения "газ-воздух" РПИБ.

Максимальная температура нагрева в зоне нижнего подогрева 1300 °С, точность регулирования составляет ± 50°С.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

2.1.4 Томильная зона

Томильная зона оборудована двумя газовыми дутьевыми горелками, типа "труба в трубе", суммарная мощность горелок составляет 5000 кВт.

Температура в данной зоне регулируется за счет изменения расхода газа и воздуха подаваемого на зону. Контроль температуры осуществляется за счет установленного в своде печи платинородиевого термопреобразователя, оснащенного жаростойким чехлом, в качестве первичного прибора и одноточечного автоматического показывающего и самопишущего потенциометра типа КСП-3 в качестве вторичного прибора. Расход газа и воздуха измеряется с помощью врезанных диафрагм на прямых участках трубопровода. Первичные приборы дифференциальные манометры типа ДМ-3583м, вторичные приборы - приборы с дифференциально трансформаторной схемой КСД-3. Имеется регулятор соотношения "газ-воздух" РПИБ.

Максимальная температура нагрева в томильной зоне 1300 °С, точность регулирования составляет $\pm 50^{\circ}\text{C}$.

Главным условием для соблюдения заданной точности регулирования необходимо поддержание постоянного давления воздуха подаваемого на печь в пределах от 3,5 до 3,9 кПа, в зависимости от его температуры. [1]

Технические характеристики газовых горелок установленных на методической печи стана "400" предоставлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики газовых горелок

Наименование	Единицы измерения	Вся печь	В том числе по зонам:		
			Нижняя сварочная	Верхняя сварочная	Томильная
Количество горелок	шт.	6	2	2	2
Расположение горелок	-	Торцевое			
Угол наклона горелок по горизонту	град.	-	10	10	10
Тип горелок	-	Труба в трубе			
Диаметр подводящих газовых труб к одной горелке	мм	89	89	89	89
Диаметр подводящих воздушных труб к одной горелке	мм	250	250	250	250
Максимальная производительность одной горелки	нм ³ /ч	-	450	350	250
Максимальная производительность всех горелок	нм ³ /ч	2100	900	700	500
Расход воздуха (по воздухомеру) на 1м ³ газа при максимальной производительности всех горелок	нм ³ /нм ³		1:10	1:10	1:15

Дутьевой вентилятор нагнетающий воздух в газовые горелки не оборудован схемой обеспечивающей его плавный пуск и регулирования давления в воздуховоде. Регулирование давления воздуха на горелки осуществляется за счет откры-

тия и закрытия заборных жалюзей. Для определения величины давления воздуха на горелки применяется напоромер типа НМП.

Технические характеристики дутьевого вентилятора предоставлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики дутьевого вентилятора

Наименование	Единицы измерения	Данные
Тип вентилятора	-	ВД
Размер (номер)	-	10
Число оборотов вентилятора	об/мин	1460
Тип передачи от электродвигателя	-	муфта
Мощность электродвигателя	кВт	40
Число оборотов электродвигателя	об/мин	1460
Напряжение питания электродвигателя	В	380/660
Производительность вентилятора при максимальной нагрузке	нм ³ /ч	20000
Производительность вентилятора при средней нагрузке	нм ³ /ч	15000
Напор статичный на стороне выхлопа при максимальной нагрузке	кПа	3,5 - 4

Дымосос обеспечивающий оптимальную тягу в дымоходе, не оборудован схемой обеспечивающей его плавный пуск и регулирования разряжения в дымоходе. Регулирование разряжения в дымоходе осуществляется за счет открытия и закрытия шиберов в дымовом канале. Для определения степени разряжения в дымовом канале применяется тягонапоромер ТНМП.

Технические характеристики дымососа предоставлены в таблице 2.4.

Таблица 4 – Технические характеристики дымососа

Наименование	Единицы измерения	Данные
Тип дымососа	-	Д
Размер (номер)	-	15,5
Число оборотов вентилятора	Об/мин	1460
Тип передачи от электродвигателя	-	муфта
Мощность электродвигателя	кВт	100
Число оборотов электродвигателя	Об/мин	1460
Напряжение питания электродвигателя	В	380/660
Производительность дымососа при максимальной нагрузке	нм ³ /ч	40000
Производительность вентилятора при средней нагрузке	нм ³ /ч	30000
Напор статичный на стороне выхлопа при максимальной нагрузке	кПа	3,2 - 3,9

2.2 Описание технологического процесса

Особенностью методической печи, отличающей ее от нагревательных печей другого типа является то, что она является печью непрерывного нагрева.

Заготовка выгружается в хвост печи и постепенно проталкивается винтовым электромеханическим толкателем, поступая в методическую зону, где происходит его первоначальный плавный нагрев до температуры от 400 до 500 С° отходящими дымовыми газами. Далее по глиссажным водоохлаждаемым трубам заготовка попадает в сварочную зону, отапливаемую газовыми горелками снизу и сверху. Здесь происходит основной нагрев металла. Максимальная температура нагрева 1300 С°.

Разогретый в сварочной зоне металл проталкивается в томильную зону, выложенную корундовыми блоками. Для выравнивания температуры внутри нагреваемой заготовки и снятия внутренних напряжений металла температура в томильной зоне поддерживается на 10 - 20 градусов выше чем в сварочной зоне.

Выдача металла осуществляется при помощи механического толкателя через боковое окно выдачи. Скорость выдачи заготовки на стан составляет от 40 до 80 штук в минуту в зависимости от сечения.

Действующая система управления методической печи Стана "400" расположены в помещении КИПиА.

Первичные приборы и исполнительные элементы управления расположены на печи.

2.3 Описание действующей системы управления печи

Регулирование давления воздуха в пределах от 3,5 до 3,9 кПа подаваемого на горелки осуществляется вручную при помощи открытия и закрытия жалюзей нагревательщиком по средствам контроля показаний на напоромере.

Поддержание постоянного положительного давления в пространстве печи в пределах от 0,01 до 0,02 кПа осуществляется вручную при помощи открытия и закрытия шиберы дымососа нагревательщиком по средствам контроля показаний на тягонапоромере.

Управление температурными режимами печи осуществляется с щита КИПиА.

На каждой зоне осуществляется регулирование температуры в ручном или автоматическом режиме, а так же регулирование соотношения "газ-воздух" горючей смеси в ручном или автоматическом режиме. Переключение между режимами осуществляется при помощи ручного универсального переключателя.

Схемы управления томильной зоны, сварочной зоны верхнего и нижнего подогрева идентичны.

На рисунке 2.2 представлена структурная схема управления томильной зоной методической печи.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

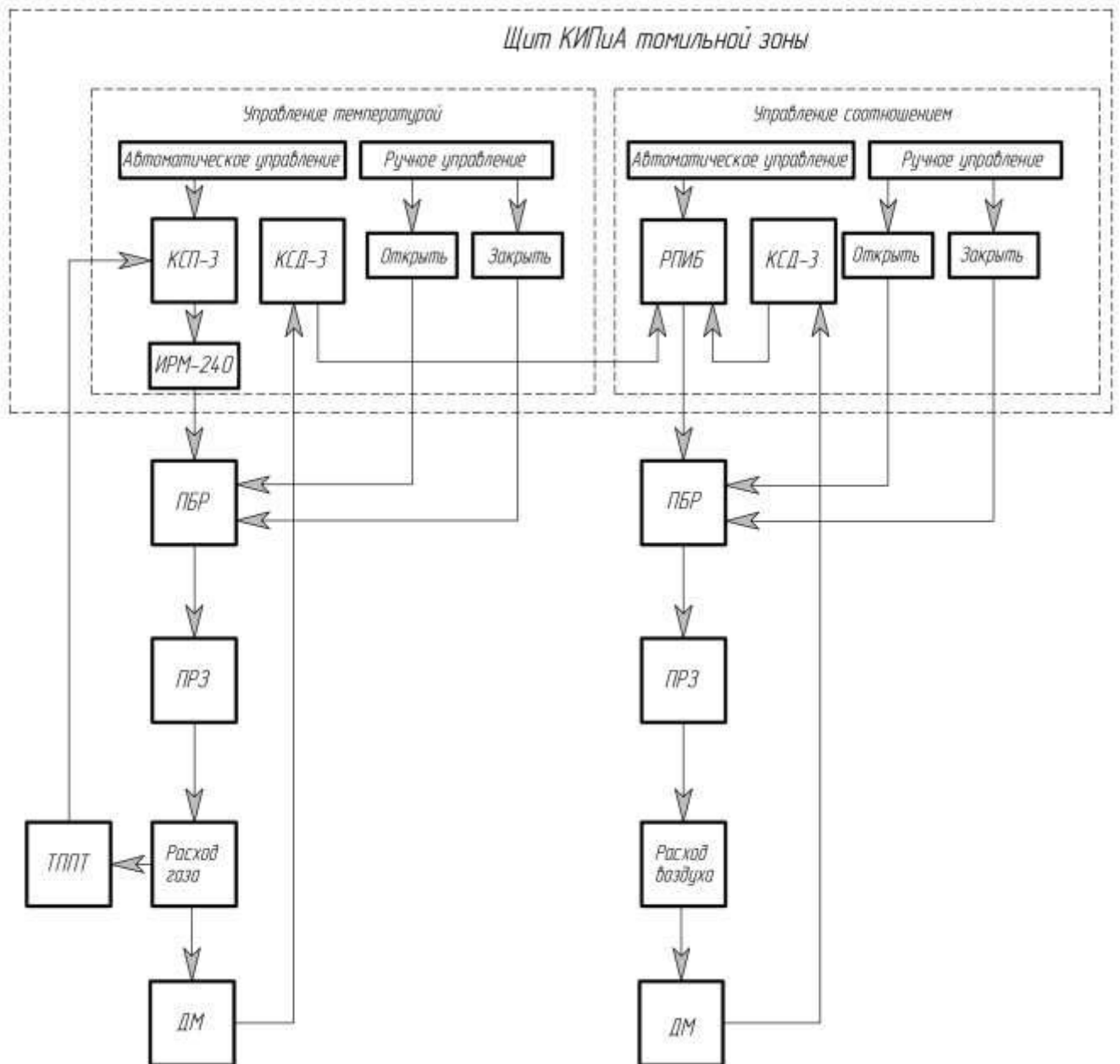


Рисунок 2.2 – Структурная схема управления томильной зоной

2.3.1 Автоматический режим управления температурой в зоне

Главным органом управления температурой в зоне является поворотной регулирующая задвижка (ПРЗ) определяющая количество газа поступающего в печь, управляемая исполнительным механизмом (ИМ). Для исключения залипания и обгорания контактов из-за частых включений исполнительный механизм ИМ запитан через пускатель бесконтактный реверсивный (ПБР).

В качестве первичного прибора применяется платинородиевый термопреобразователь, установленный в своде регулируемой зоны. Термо-ЭДС по компенсационному проводу передается на вторичный прибор КСП-3. С КСП-3 сигнал задания и действующее значение температуры передается на регулятор ИРМ-240. Регулятор ИРМ-240 сравнивает температуру задания с температурой в печи и формирует управляющий импульс на открытие или закрытие ПРЗ, тем самым изменяя расход газа на зону печи.

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

Расход газа в зоне определяется при помощи диафрагмы, разность давлений по импульсным трассам воздействует на мембрану дифференциального манометра (ДМ). Электрический сигнал поступает на вторичный прибор типа КСД-3. С КСД-3 аналоговый сигнал поступает на регулятор соотношения РПИБ. РПИБ управляет воздушной заслонкой, и подтягивает значение расхода воздуха к заданному соотношению.

2.3.2 Ручной режим управления температурой в зоне

В ручном режиме управления температурой в зоне управляющий сигнал на открытие и закрытие ПРЗ поступает с кнопок управления. В данном случае вторичный прибор КСП-3 только показывает и фиксирует температуру на диаграмме. Соотношение "газ-воздух" может оставаться в автоматическом режиме.

2.3.3 Автоматический режим управления соотношением "газ-воздух"

В автоматическом режиме управления в РПИБ поступает сигнал о расходе газа. Так же в него поступает сигнал с расходомера установленного на воздушном трубопроводе. В зависимости от настройки РПИБ формируется управляющий сигнал на открытие или закрытие воздушной ПРЗ. Значение соотношения «газ-воздух» горючей смеси задаются нагревальщиком печи.

2.3.4 Ручной режим управления соотношением "газ-воздух"

В ручном режиме управления соотношением "газ-воздух" количество поступающего воздуха в зону печи регулируется нагревальщиком при помощи кнопок открытия и закрытия ПРЗ. В данном случае регулятор РПИБ не участвует в управлении.

Количество воздуха потребляемого зоной регистрируется на диаграмме прибором КСД-3.

2.4 Недостатки действующей системы управления методической печи

2.4.1 Давление воздуха для горения на печь

Давление воздуха в воздушной магистрали регулируется вручную за счет открытия и закрытия жалюзей на входе дутьевого вентилятора. Оптимальное давление воздуха для работы газовых горелок и правильного расчета соотношения «газ-воздух» составляет 3,5 кПа.

При данном виде регулирования давление воздуха в магистрали не постоянное и колеблется в пределах от 0,8 до 4 кПа, как показала практика. Все зависит от темпа работы прокатного стана и скорости выдачи заготовки из печи.

С тем учетом, что нагревальщик не может постоянно отслеживать показания на тягонапорометре расположенном на щите КИПиА давление воздуха, за частую отличается от номинальных параметров, что в свою очередь негативно влияет на процесс смесеобразование в горелках.

Соотношение «газ-воздух» отклоняется от заданного, что приводит к неравномерному нагреву и недогреву, влекущих за собой образованию рванин на по-

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

верхности металла, чешуйчатости, повышенному шлакообразованию и налипанию шлака на металл. Как правило, после проката такой заготовки, она попадает в брак. [5]

Так же данный вид регулирования вследствие необоснованной загрузки электродвигателя вентилятора влечет за собой повышенный расход электроэнергии.

2.4.2 Давление в пространстве печи

Отвод отходящих газов и поддержание постоянного положительного давления так же имеет важную роль в процессе нагрева заготовки. Для избежания подсоса холодного воздуха в пространстве печи поддерживается положительное давления, в пределах от 0,01 до 0,025 кПа, для этого дымовой канал оборудован шибером, после которого установлен дымосос. Открытие и закрытие шибера производится вручную нагревальщиком. В условиях плавающего темпа выдачи заготовки на стан необходима постоянная корректировка рабочего положения шибера. Давление в печи определяется по тягонапоромеру ТНМП. В связи с тем, что нагревальщик не всегда успевает отследить изменение давления в пространстве печи, происходит подсос холодного воздуха из окружающей среды, что влечет за собой охлаждение нагреваемой заготовки, что так же негативно влияет на качество проката металла.

2.4.3 Недостатки контрольно измерительных приборов и автоматики

Для регулирования температуры и соотношения «газ-воздух» на методической печи используются контрольно измерительные приборы и автоматика, разработанная во второй половине XX века. Это такие приборы как КСП-3, КСД-3, ИРМ-240, РПИБ и другие.

Поддерживать данные приборов в рабочем состоянии становится все сложнее, из-за отсутствия запчастей, и квалифицированных рабочих. Так же недостатком данных приборов является точность измерений в виду использования сложных механических связей и устаревшей элементной базы.

Использование таких приборов увеличивает степень риска получения брака готовой продукции за счет некачественного регулирования соотношения «газ-воздух» и отклонения от заданных температурных режимов. [6]

Выводы по разделу два:

При рассмотрении конструкции печи выявлены следующие недостатки действующей системы управления:

- отсутствие автоматического регулирования давления воздуха на горение;
- отсутствие автоматического регулирования разряжения в печи;
- физический износ КИПиА.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

3.1 Требования к системе управления

Методическая печь предназначена для нагрева заготовки для обслуживания Стана «400». Равномерность температуры нагрева заготовки на выходе должна составлять ± 10 °С.

Система управления методической печи должна быть обслуживаемой, с возможностью восстановления после сбоев и отказов, функционировать в непрерывном режиме с остановками на техническое обслуживание. Отказы по любой функции системы не должны приводить к неисправностям и авариям технологического оборудования.

Система должна учитывать все действующие нормы и правила по безопасности на средства вычислительной техники.

Комплекс технических средств должен состоять из типовых и унифицированных узлов и стандартных устройств, датчики и преобразователи информации должны иметь унифицированные выходные сигналы.

В системе управления должна предусматриваться защита информации от воздействия следующих факторов: аварий в системе электропитания и кратковременных резких изменений напряжения питания с помощью источников бесперебойного питания; несанкционированных действий пользователя путем программной защиты, хранения эталона программного обеспечения и нормативно-справочной информации на резервных носителях, периодического копирования информации на резервных носителях и сверке её с эталоном, своевременной замене эталона и его защите от несанкционированного доступа организационными мерами.

Система должна реализовать такие функции как: стабилизацию теплового режима печи; стабилизацию параметров газа и воздуха подаваемых на горение; автоматическое управление температурным режимом нагрева заготовок; общий контроль, учет и визуализация параметров технологического процесса.

Нагрев в печи производится с помощью импульсных плоскофакельных горелок, максимальная температура нагрева составляет 1300 °С.

Каждая горелка управляется блоком управления горелкой (далее по тексту БУГ) и состоит из пилотной и основной горелки. Пилотная горелка оснащена устройством для электророзжига и контроля пламени с помощью ионизационного электрода. Основная горелка оснащена ультрафиолетовым датчиком для контроля пламени (активен до 850 °С).

Температура нагрева регулируется в автоматическом режиме, по зонам.

Регулятор температуры (контроллер) по специальной программе (ПЛК) регулирует мощность горелок по зонам, с целью обеспечения заданной температуры нагрева и выдержки.

Работа горелок – периодическое включение и выключение. Горелки циклически включаются и выключаются одновременно или по переменному, таким обра-

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

зом достигается равномерность температуры в зонах печи. Мощность регулируется изменением времени паузы при работе горелок.

Пилотные горелки не отключаются, обеспечивая быстрый пуск основных горелок. Суммарная мощность пилотных горелок составляет 750 кВт. Работа пилотных горелок обеспечивает режим работы печи на малом газу, не давая ей охладиться ниже 800 °С.

Для правильной пропорции газа и воздуха в случае изменения температуры воздуха предусматривается измерение температуры воздуха подаваемого на горелки. Относительно температуры подаваемого на горелки воздуха поддерживается подходящее давление. На газовой линии перед каждой горелкой встроен регулятор давления (редуктор), который поддерживает постоянное давление газа.

Автоматическое регулирование температуры по зонам печи на стадии выдержки и поднятии температуры производится от сигнала термопреобразователя, расположенного в данной зоне печи.

В пространстве печи постоянно измеряется давление, относительно атмосферного. Сигнал от датчика давления поступает на ПЛК. По определенному алгоритму ПЛК управляет дымососом по средством частотного преобразователя и шиббером, поддерживая давление в печи в пределах от 0,01 до 0,025 кПа.

Управление температурными режимами по зонам, а так же контроль всех остальных параметров и функций методической печи выполняется в ПЛК, информация выводится на панель оператора, расположенную у окна выдачи и автоматизированное рабочее место (АРМ) нагревательщика расположенное в помещении КИПиА.

Панель оператора имеет сенсорное управление и имеет простой и информативный вид. Смонтированное оборудование для регулирования, управления и сигнализации размещены на пульте оператора. Система обеспечивает регулирование температурой по зонам печи в автоматическом режиме, используя выходной аналоговый сигнал от термопреобразователей отдельных зон.

ПЛК подключен к АРМ и общается по сети Ethernet. На панели оператора инсталлирована специальная программа контроля и мониторинга, которая обеспечивает общую визуализацию работы печи.

Данные о работе сохраняются в специальных файлах технических картах термообработки. Программа работает в среде Microsoft Windows. Есть возможность подключения АРМ нагревательщика к заводской сети, для быстрого доступа к технологическим картам термообработки.

Измерение температуры в печи производится в четырех точках:

- томильная зона – измерение температуры под сводом;
- сварочная зона верхнего подогрева – измерение температуры под сводом;
- сварочная зона нижнего подогрева – измерение температуры под глиссажными трубами;
- методическая зона – измерение температуры в хвосте печи.

Регулирование температуры в печи производится в трех отапливаемых зонах, это томильная зона, сварочная зона нижнего подогрева и сварочная зона верхнего подогрева.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Защиту от максимального давления в пространстве печи обеспечивает реле давления.

Защиту от максимального и минимального давления газа в газопроводе обеспечивают два отдельных реле давления.

Реле минимального давления – при давлении ниже заданного дискретный сигнал подается на ПЛК, который в свою очередь выдает сигнал об ошибке и перекрывает главный газовый клапан. На экране панели оператора и станции оператора выдается информативное окно, с причиной отключения.

Датчик максимального давления – при давлении выше заданного дискретный сигнал подается на ПЛК, который в свою очередь выдает сигнал об ошибке и перекрывает главный газовый клапан. На экране панели оператора и станции оператора выдается информативное окно, с причиной отключения.

3.2 Разработка структурной схемы системы управления методической печи

Система управления методической печи составлена по принципу иерархического распространения управления, в виде трехуровневой структурной системы.

Нижний уровень (КИП):

- датчики давления;
- датчики расхода;
- датчики температуры;
- блоки управления горелками;
- частотные преобразователи;
- исполнительные устройства (заслонки и клапана с электроприводом).

Средний уровень (контроллерный):

- ПЛК;
- панель оператора;
- аппараты управления и сигнализации.

В верхний уровень входит автоматизированное рабочее место (АРМ) нагревательщика, которое представляет из себя персональный компьютер (ПК).

АРМ хранит всю доступную информацию о технических процессах печи, а так же осуществляет визуальный контроль работы печи.

В качестве операционной системы используется Microsoft Windows 10.

Информация с первичных датчиков поступает на средний уровень управления ПЛК. Он осуществляет следующие функции [7]:

- сбор, обработка и хранение информации о состоянии оборудования;
- настройки технологических карт нагрева металла;
- параметры технологических процессов;
- автоматическое регулирование по зонам;
- исполнение команд с панели оператора;
- обмен информацией с АРМ.

Структурная схема системы управления методической печи представлена на рисунке 3.1 и приведена в графической части, 13.03.02.2021.341.00.00 Э1.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

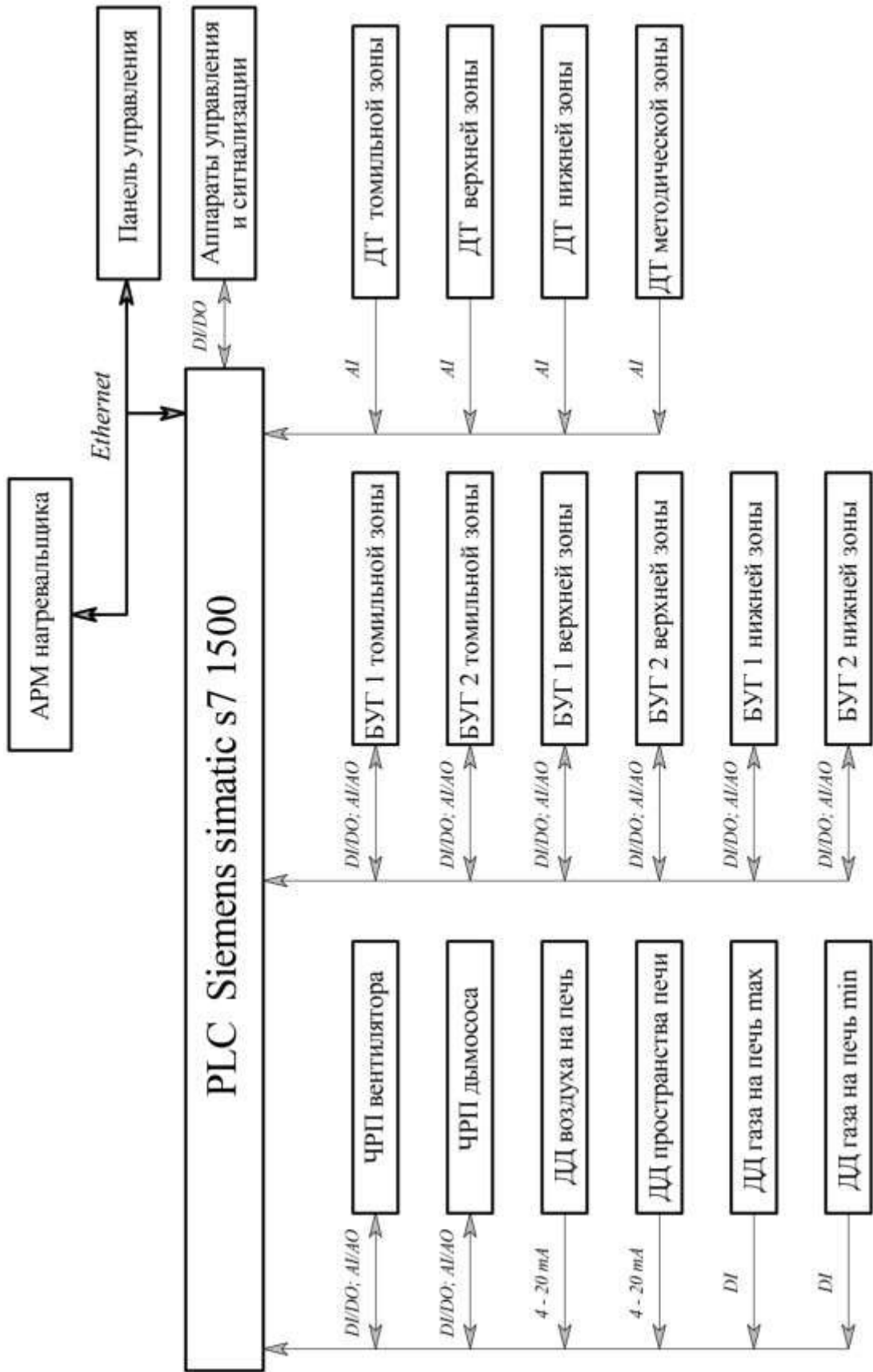


Рисунок 3.2 - Структурная схема системы управления методической печи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.3 Разработка функциональной схемы

Функциональная схема управления методической печи относится к техническим документам, организующих функционально-блочные структуры отдельного узла управления и регулирования технологических процессов, а так же оснащений объектов управлений приборами и средствами автоматизации.

Все элементы системы управления представлены в виде обусловленных картинок, соединенных в общую систему линиями функциональных связей.

Функциональная схема системы управления методической печи приведена в графической части, 13.03.02.2021.341.00.01Э2.

Схема включает в себя следующие локальные системы регулирования:

- температуры и давление воздуха на горение;
- регулирование температуры в отапливаемых зонах печи за счет изменения время включения горелок.

Выводы по разделу три:

Методическая печь содержит три отапливаемых зоны, каждая зона отапливается двумя импульсными горелками. Каждая горелка имеет пилотную горелку, которая включена постоянно и обеспечивает работу печи на малом газу.

Контроль работы горелок обеспечивают блоки управления горелками.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

4 ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

4.1 Выбор контроллера и его конфигурации

Выбор применяемого ПЛК является важным этапом проектирования системы управления печи.

Система управления методической печи Стана "400" предполагает подключение термопреобразователей, датчиков давления и температуры с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, а так же дискретных входов и выходов.

В качестве главного элемента системы управления методической печи выбран промышленный контроллер серии Simatic S7 1500. Данный контроллер положительно зарекомендовали себя на ООО "ЗМЗ". На рисунке 4.1 представлен внешний вид контроллера.



Рисунок 4.1 — Вид внешний контроллера Siemens Simatic S7 1500

Модульное исполнение ПЛК S7-1500 позволяет максимально адаптировать его к требованиям решаемой задачи. Контроллер не имеет принудительного охлаждения. В случае модернизации системы контроллер обеспечивает свободное наращивание функциональных возможностей. Повышенная степень защиты программы и данных обеспечивают разработчиков дополнительным уровнем безопасности.

Установка всех модулей ПЛК осуществляется на профильную шину S7-1500. Допустима установка до 32 модулей контроллера в одну монтажную стойку. Последовательность размещения модулей произвольна.

С помощью съемных дисплеев, которыми комплектуются все модули ЦПУ S7-1500, эксплуатационные характеристики контроллера заметно повышаются. Благодаря применению съемного дисплея можно, без применения программатора, произвести изменение различных параметров, в том числе изменить IP-адрес, имя станции и т.д. На дисплей можно выводить диагностическую информацию и ава-

рийные сообщения, а в системе распределенного или локального ввода-вывода можно отображать состояние модулей, а так же отображать серийные и заказные номера и версии ПО модулей системы. Удаление и установку дисплея можно производить в процессе работы контроллера.

Контроллер S7-1500 поддерживает функцию подключения к Industrial Ethernet с помощью встроенного интерфейса PROFINET центрального процессора или посредством коммуникационного процессора серии CP 1513-1.

Внешний вид центрального процессора CPU 1513-1 PN изображен на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 – Внешний вид центрального процессора CPU 1513-1 PN

Центральный процессор CPU 1513-1 PN имеет среднюю производительность и оснащен памятью программы и данных среднего объема. Он предназначен для построения систем управления, использующих для своей работы системы локального и распределенного ввода-вывода.

Работает как в режиме контроллера так и интеллектуального прибора ввода-вывода информации.

Общие сведения:

— встроенная рабочая память, RAM (для программы 300 Кбайт, для данных 1,5 Мбайта);

— загрузочная память (Съемная карта памяти SIMATIC Memory Card общей ёмкостью до 32 Гбайт);

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

- типовое время выполнения логических операций (40 нс);
- количество подключаемых модулей ввода-вывода на систему (не более 1024);

4.2 Выбор блока управления горелками

Для управления горелками выбраны блоки управления горелками BCU 480 фирмы Kromshroder, далее по тексту BCU 480.

BCU 480 предназначены для управление основными и плотными горелками импульсного и непрерывного режимов работы, неограниченной мощности, в соответствии с EN 746-2. Микропроцессорная система управления обеспечивает быструю реакцию автоматики управления.

Данные блоки управления осуществляют следующие функции:

Осуществление контроля пламени с помощью УФ датчика и ионизации на электроде запальной свечи.

Индикация состояния горелки на цифровом LED дисплее.

Визуальный контроль и адаптация для специального применения с помощью компьютерного программирования и программного обеспечения.

Герметичный корпус со встроенными гермоводами.

Функция управления воздушным клапаном.

Встроенный интерфейс шины обмена данных PROFIBUS-DP.

BCU 480 прошли сертификацию в России, США, Канаде и Европе.

Для поддержания в печи заданной температуры планируется применение импульсных горелок фирмы BLOOM. Блоки управления горелками BCU 480 подходят для этих целей. Они способны осуществлять ступенчатое управление основной и пилотной горелками импульсного действия. [23]

Пример подключения BCU 480 для управления горелками в импульсном режиме приведен на рисунке 4.3.

Управление температурным режимом осуществляется за счет изменения времени включения и выключения основной горелки. Основная горелка зажигается после поступления управляющего сигнала от пилотной горелки. После запуска основной горелки, пилотная горелка автоматически отключается. Когда основная горелка отключается, пилотная горелка автоматически включается, что позволяет сократить время запуска основной горелки.

Наличие пламени основной горелки контролируется УФ - датчиком.

Тип выбранного блока управления горелками - BCU 480-5-3-1LW3GBUV.

Расшифровка обозначения:

5 - время запуска пилотной горелки 5 с.;

3 - время запуска основной горелки 3 с.;

1 - время минимального цикла работы 1 с.;

L - функция управления воздушным клапаном главной горелки;

W - напряжение питания ~230 В, -15/+10%, 50/60 Гц;

3 - запальный трансформатор TZI 7,5-12/100;

GB - наличие шильдика кодов неисправностей на русском языке;

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

UV - наличие УФ датчика.

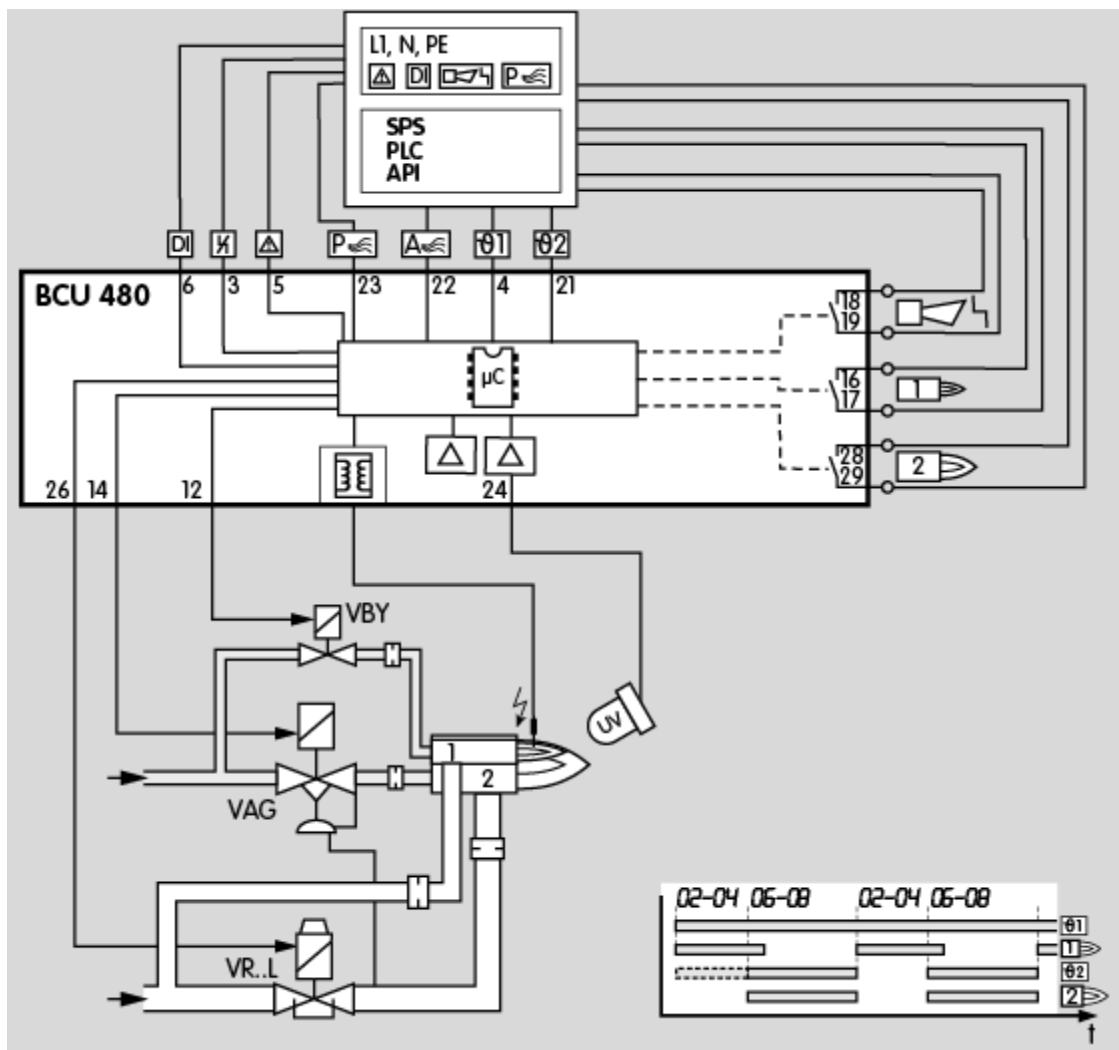


Рисунок 4.3 — Пример подключения BCU 480

В таблице 4.1 приведены входные и выходные сигналы, используемые для подключения BCU 480.

Таблица 4.1 – Список входных и выходных сигналов BCU 480

Наименование сигнала	Тип сигнала
Разрешение на включение BCU 480	DI
Сброс ошибки	DI
Включение пилотной горелки	DI
Пилотная горелка работает	DO
Включение главной горелки	DI
Главная горелка работает	DO
Продувка	DI
Ошибка	DO

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

4.3 Выбор частотного преобразователя

Для питания двигателя вентилятора выбран универсальный промышленный частотный преобразователь фирмы АВВ, серии АСS880.

Частотные преобразователи фирмы АВВ серии АСS880 упрощают систему управления техпроцессом без ограничения возможностей.

Приводы данной серии без труда конфигурируются в соответствии с установленными требованиями различных отраслей промышленности, включая горнодобывающую, металлургическую и нефтегазовую. Серия приводов широко применяется для управления компрессоров, вентиляторов и насосов. [24]

Внешний вид частотного преобразователя АВВ серии АСS880 представлен на рисунке 4.4.



Рисунок 4.4 – Внешний вид частотного преобразователя АСS880

Преимуществами данной серии является:

- понятная и интуитивно-управляемая панель управления;
- интегрированные функции безопасности;
- обширные возможности подключения к сетям автоматизации;
- оптимизатор энергопотребления и информация по энергоэффективности для мониторинга и экономии энергоресурсов;
- простота ввода в эксплуатацию и техобслуживания;
- поддержка различных видов электродвигателей.

Частотные преобразователи серии АСS880 обеспечивают широкий диапазон стандартных интерфейсов. Кроме того, они оснащены тремя дополнительными слотами, которые могут использоваться для подключения расширений, включая

модули адаптеров полевой шины, дополнительные модули ввода-вывода, модули обратной связи и модуль функции безопасности.

Частотные преобразователи фирмы АВВ положительно зарекомендовали себя на ООО "ЗМЗ".

В таблице 4.2 представлено описание входов и выходов частотных преобразователей АВВ серии ACS880.

Таблица 4.2 – Описание входов-выходов частотного преобразователя ACS880

Тип входа/выхода	Количество, шт	Описание
Аналоговые входы, (ХАІ)	2	Входной ток: от -20 до 20 мА, $R_{вх}:100\text{Ом}$ Входное напряжение: от -10 до 10 В, $R_{вх}>200\text{кОм}$ Разрешение: 11 бит + знаковый бит.
Аналоговые выходы, (ХАО)	2	От 0 до 20 мА, $R_{н}<500\text{Ом}$ Разрешение: 11 бит + знаковый бит.
Цифровые входы, (ХDІ)	6	Тип входа: NPN/PNP (от DI1 до DI5), NPN (DI6) DI6 (XDI:6) так же может использоваться как вход для термистора PTC.
Цифровой вход блокировки (DIL)	1	Тип входа: NPN/PNP
Цифровые входы/ выходы (XDIO)	2	Входы: 24 В, логические уровни: "0"<5В, "1">15В $R_{вх}:2\text{кОм}$ Фильтрация: 0,25 мс Выход: Суммарный ток выхода от источника 24В постоянного тока ограничен до 200 мА Может быть настроен как вход и выход для серии импульсов
Релейные выходы (XRO1, XRO2, XRO3)	3	250 В переменного тока/30 В постоянного тока, 2 А
Безопасное отключение крутящего момента (XSTO)	1	Для запуска привода оба контура должны быть замкнуты
Канал связи между приводами (XD2D)	1	Физический уровень: EIA-485
Встроенный Modbus	1	EIA-485
Панель управления/ подключение ПК	1	Тип разъема: RJ-45

Исходя из линейки каталога частотных преобразователей промышленного назначения на рабочее напряжение в диапазоне от 380 до 660 В для вентилятора выбран частотный преобразователь типа ACS880-01-087А-3, для дымососа - ACS880-01-206А-3. Номинальные характеристики выбранных частотных преобразователей указаны в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Номинальные характеристики частотных преобразователей

Тип ЧП	Номинальные значения			Работа с небольшой перегрузкой		Работа в тяжелом режиме	
	I_n , А	I_{max} , А	P_n , кВт	I_{Ld} , А	P_{Ld} , кВт	I_{Hd} , А	P_{Hd} , кВт
ACS880-01-087A-3-R5	87	122	45	83	45	72	37
ACS880-01-206A-3-R7	206	287	110	196	110	169	90

Номинальные характеристики приведены для температуры воздуха 40 °С. При более высокой температуре (до 55 °С) наблюдается снижение номинальных характеристик на 1%.

Внешние габаритные размеры выбранных частотных преобразователей указаны в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Внешние габаритные размеры частотных преобразователей

Тип ЧП	Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Вес, кг
ACS880-01-087A-3-R5	87	122	45	23,4
ACS880-01-206A-3-R7	206	287	110	54

В таблице 4.5 приведены входные и выходные сигналы, используемые для подключения ACS880.

Таблица 4.5 – Список входных и выходных сигналов ACS880

Наименование сигнала	Тип сигнала
Разрешение на включение ACS880	DI
Регулирование	AI
Работа	DO
Ошибка	DO

4.4 Выбор термопреобразователей

Термопреобразователи (термопары) являются электротехническими изделиями, применяются во многих отраслях промышленности. Основой работы термопар является термоэлектрический эффект, открытый Зеебеком в 1821 году. Эффект основан на последовательном соединении двух разнородных проводников из металла. В месте соединения проводников, при нагреве образуется термо ЭДС. Место нагрева называется горячим спаем. Величина термо-ЭДС зависит от материала данных проводников.

Таким образом, при нагреве проводников термопреобразователя, и при измерении разности потенциалов можно преобразовать полученное значение ЭДС в температуру.

Для более точных измерений, температуру холодного спая (место соединения термопары с вторичным прибором) не должна меняться. Для этого используют компенсационные провода.

На данный момент существует большое количество термопреобразователей, в которых применяются разные сочетания металлов. Так как материал из которых сделан термопреобразователь разный, то и выходные характеристики у них разные. Чем выше напряжение на выходе термопары, тем выше разрешение измерения, что в свою очередь повышает точность и повторяемость результатов измерений. Существует таблица соотношений между разрешением измерений и диапазоном температур, которые дают отдельные виды термопреобразователей, подходящие для определенных измерений.

На рисунке 4.5 представлен график зависимости напряжения термо-ЭДС от температуры различных типов термопреобразователей.

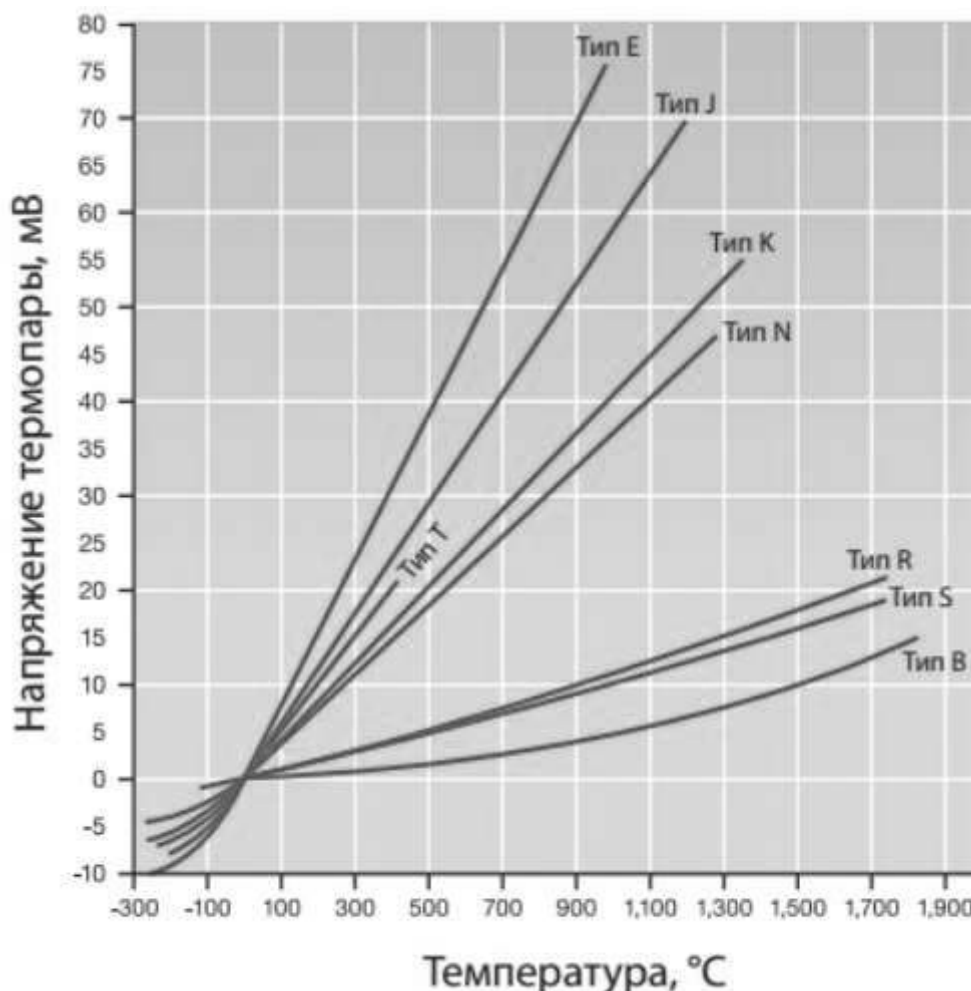


Рисунок 4.5 — График зависимости напряжения термо-ЭДС от температуры различных типов термопреобразователей

Исходя из графика зависимости напряжения термо-ЭДС от температуры, представленного на рисунке 4.5 для измерения температуры в диапазоне от 600 до 1300 С° хорошо подходят термопара градуировок (R), (S) и (B).

Рассмотрим данные виды термопреобразователей подробнее.

Термопреобразователи типа (R) и (S) состоят из платинородия и платины.

Тип (R) - содержание платины 13% , остальное платинородий.

Тип (S) - содержание платины 10% , остальное платинородий.

Данные термопары способны работать в температурном диапазоне от -50 до 1760 С°, имеют чувствительность 10 мкВ/С°. Таким образом отлично подходят для измерения высоких температур.

Длительное воздействие высоких температур повышает зернистость структуры металла, что приводит к механическому повреждению.

Термопары градуировок (R) и (S) обладают высокой стабильностью работы, но являются очень дорогостоящими, так как изготавливаются из драгоценных металлов.

Термопреобразователи типа (B) платинородий - платинородиевые, содержат платины 30% родия и платины 6% родия.

Данные термопары способны работать в температурном диапазоне от 0 до 1820 С°, имеют чувствительность 10 мкВ/С°. Их обычно применяют на чистом воздухе или окислительных средах. Их лучше не подвергать восстановительным средам.

Из-за повышенного содержания родия в термопреобразователях градуировки (B) удалось уменьшить рост зерна в проводниках, за счет чего увеличен температурный режим данных термопар. Таким образом отлично подходят для измерения высоких температур.

Руководствуясь данной информацией, и исходя из того, что на заводе в основном для измерения высоких температур применяются термопары с градуировкой (S) целесообразней применять данную градуировку.

Производственная компания ТЕСЕЙ, является основным поставщиком термопреобразователей на завод.

Для увеличения ресурса работы платинородиевых термопар данное предприятие уменьшает влияние таких факторов как загрязнение электродов металлами, восстановленными из газовой фазы при разложении окислов материала чехлов и изоляторов, перенос родия с электрода на электрод, загрязнение электродов различными примесями, которые содержатся в окружающей среде. [25]

Для нормальной работы термопреобразователь должен выступать из свода печи на 100 мм. Исходя из толщины свода печи 400 мм, и для удобства обслуживания, длина термопреобразователя составляет 1000 мм.

Выбранный тип термопреобразователей для томильной, верхней сварочной и нижней сварочной зон: ТППТ 01.20-022-А1-И1-К799-12-1000/400, изображена на рисунке 4.6.



Рисунок 4.6 — Внешний вид термопреобразователя

Расшифровка типа исполнения:

ТППТ - тип термопреобразователя градуировки (S);

01.20 - модификация, для измерения температуры газообразных сред;

0 - штатный кабельный ввод;

22 - алюминиевая головка с защелкой, изображена на рисунке 4.7;

A - диаметр термоэлектродов (положительный 0.5мм, отрицательный 0.5 мм);

1 - класс допуска по ГОСТ Р 8.585-2001;

И - изолированное исполнение горячего спая;

1 - 1 пара термоэлектродов;

K799 - материал защитного чехла керамика K799;

12 - наружный диаметр чехла - 12 мм;

1000 - монтажная длина - 1000 мм;

400 - длина чехла - 400 мм.

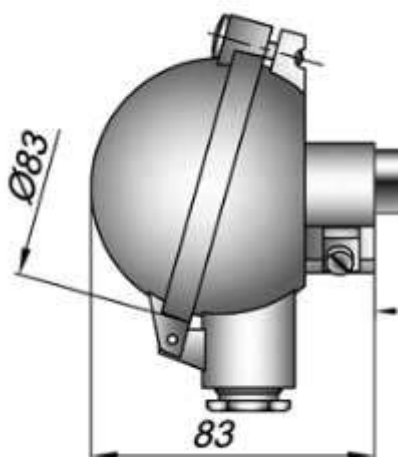


Рисунок 4.7 — Габаритные размеры алюминиевой головки с защелкой

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР

Лист

37

Выбранный тип термопреобразователей для измерения температуры в хвосте печи: КТНН 01.06-022-К1-И-Т45-20-1000, изображена на рисунке 4.8.



Рисунок 4.8 — Внешний вид термопреобразователя

Расшифровка типа исполнения:

КТНН - термопреобразователя градуировки (N);

01.06 - модификация, для измерения температуры газообразных сред;

0 - штатный кабельный ввод;

22 - алюминиевая головка с защелкой, изображена на рисунке 4.10;

К1 - класс допуска по ГОСТ Р 8.585-2001;

И - изолированное исполнение горячего спая;

Т45 - материал защитного чехла сплав ХН45Ю;

20 - наружный диаметр чехла - 20 мм;

1000 - монтажная длина - 1000 мм.

Подключение каждого термопреобразователя к контроллеру производится через отдельный вход для аналогового сигнала.

4.5 Выбор термометров сопротивлений

Термометры сопротивления (термопреобразователи сопротивления) – это электротехнические изделия, предназначенные для измерения температуры, принцип действия которых основан на зависимости сопротивления чувствительного элемента от температуры.

Преимуществом применения термометров сопротивлений является их высокая стабильность работы, а так же характеристика зависимости сопротивления от температуры близкой к линейной.

Недостаток применения термометров сопротивлений в том, что для более точного измерения температуры необходимо использовать трехпроводную или четырехпроводную схему подключения.

Самыми распространенными в настоящее время являются термопреобразователи медные и платиновые, градуировок 100 П, 50 П, 100 М, 50М.

Выбор термометров сопротивлений зависит от рабочей среды и диапазона измеряемой температуры. При выборе термометров сопротивлений необходимо

обращать внимание на длину погружаемой части и длину соединительного кабеля.

Схемы соединения термометров сопротивлений представлены на рисунке 4.9.



Рисунок 4.9 – схемы подключения термометров сопротивлений.

Двухпроводная схема подключения (рисунок 4.9 А) используется в местах, где не требуется высокой точности измерений, в ней не учитывается сопротивление линии. Данная схема не применяется для термометров сопротивления класса А и АА по [8].

Трехпроводная схема подключения (рисунок 4.9 Б) обеспечивает более точное измерение температуры, за счет учета сопротивления одной измерительной линии.

Четырехпроводная схема подключения (рисунок 4.9 В) самая точная, способна обеспечить полное исключение сопротивления линии проводников подключенных к нему.

Для унификации применяемых термометров сопротивления по заводу принято решение использовать оборудование производственной компании «ТЕСЕЙ» с установленными измерительными преобразователями унифицированного выходного сигнала постоянного тока 4- 20 мА по [9], ТСПТ 107-А21-Р100-В3Н10-С10-8-250/150. Внешний вид термометра сопротивления представлен на рисунке 4.10.

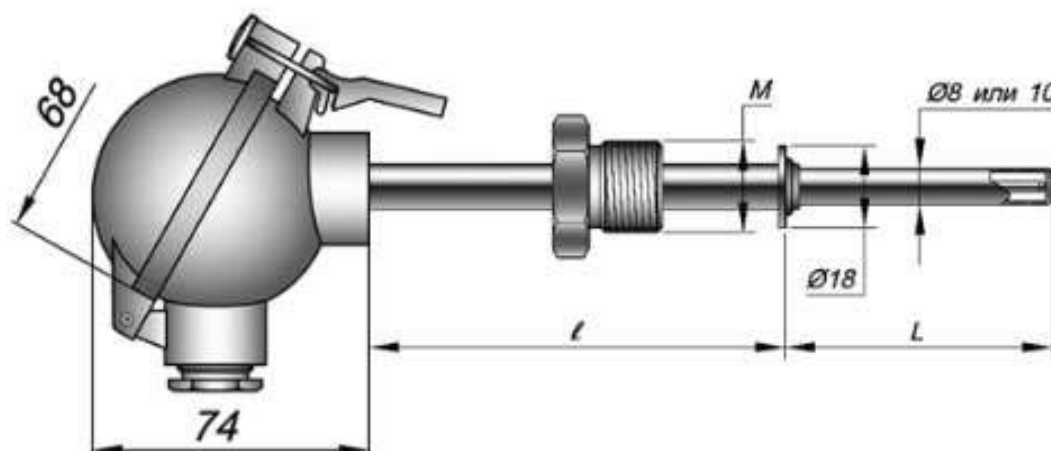


Рисунок 4.10 — Внешний вид термометра сопротивления

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

Расшифровка исполнения ТСПТ 107-022-Р100-А3Т40-С10-8-100/150:

ТСПТ – термометр сопротивления платиновый;

107 – вариант исполнения, с гайкой;

0 – штатный кабельный ввод клеммной головки;

22 - алюминиевая головка с защелкой, изображена на рисунке 4.7;

Р100 – градуировка Pt100, в соответствии с ГОСТ 6651-2009;

А – класс допуска по ГОСТ 6651-2009;

3 – трехпроводная схема подключения;

Т40 – унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4-20 мА;

С10 – материал чехла сталь 12Х18Н10Т;

8 – наружный диаметр чехла;

100 – монтажная длина до рабочего конца – 100мм;

150 – размер от места уплотнения до головки - 150 мм.

Подключение каждого термометра сопротивления к контроллеру производится через отдельный вход для аналогового сигнала.

4.6 Модули ввода-вывода

Модуль вывода дискретных сигналов SM 1522, DQ 32x =24VDC/0.5A ST
Внешний вид представлен на рисунке 4.11.



Рисунок 4.11 — Внешний вид модуля SM 1522

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР

Лист

40

Модуль ввода дискретных сигналов SM 1521, DI 32x =24VDC HF. Внешний вид представлен на рисунке 4.12.



Рисунок 4.12 – Внешний вид модуля SM 1521

Модуль вывода аналоговых сигналов AI 8x U/I/RTD/ST, 16 бит.
 Модуль ввода аналоговых сигналов AQ 4 x U/I ST, 16 бит.

Конструкция модуля ввода-вывода представлена на рисунке 4.13

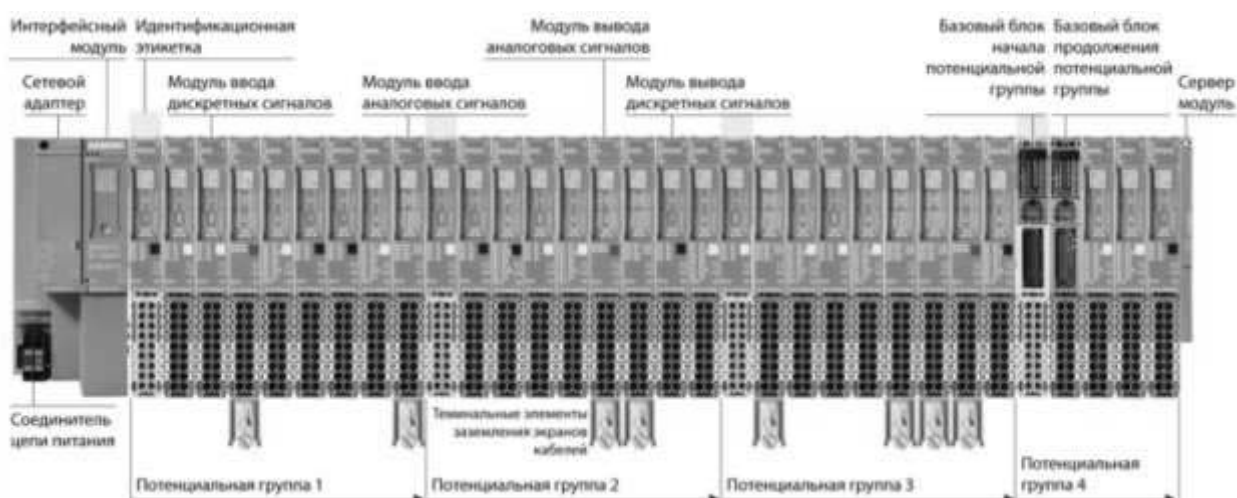


Рисунок 4.13 – Конструкция модулей ввода-вывода

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

4.7 Панель оператора

Для управления методической печи используется автоматизированное рабочее место оператора АРМ, но в виду того, что при выдачи заготовки из печи нагреватель не может постоянно находиться на рабочем месте у АРМ, появляется необходимость установки панели оператора на пульте выдачи заготовки.

Выбрана панель оператора SIMATIC HMI KTP1200 Basic.

Параметры панели оператора SIMATIC HMI KTP1200 Basic:

- широкоформатный сенсорный TFT дисплей 65536 цветов;
- диагональ экрана 12";
- разрешение 1280* 800;
- 10 функциональных клавиш;
- встроенный интерфейс USB-Host;
- встроенный интерфейс PROFINET, 1x RJ45, 10/100 Мбит/с;
- проектирование в среде WinCC (TIA Portal) от V13.

4.8 Выбор датчиков давления

Датчики давления Метран-150 положительно зарекомендовали себя на ООО "ЗМЗ". Для преобразования давления в унифицированный токовый сигнал 4-20 mA избыточного давления, нагнетаемого вентилятором используем модель Метран -150CG-1. Предел его измерений составляет от 0,25 кПа до 6,3 кПа. Давление перегрузки 10 МПа. Степень защиты от воздействия пыли и воды IP66. [22]

Для преобразования давления в унифицированный токовый сигнал 4-20 mA разности давлений атмосферного и в печи используем модель Метран-150CD-0. Предел его измерений составляет от 0,01 кПа до 0,63 кПа. Давление перегрузки 4 МПа. Степень защиты от воздействия пыли и воды IP66.

Выводы по разделу четыре:

Выбраны элементы системы управления, позволяют поддерживать заданные технические характеристики оборудования для обеспечения точности регулирования температуры по зонам печи.

Выбранные блоки управления горелками ВСУ 480 обеспечивают минимальный цикл включения горелкой 1 секунда, время запуска основной горелки 3 секунды.

5 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Система управления методической печи должна поддерживать температуру в зонах на установленном уровне согласно технологической карты $\pm 10^{\circ}\text{C}$ в автоматическом режиме. Коэффициенты теплоемкости и теплоотдачи были подобраны из учета времени нагрева печи с температуры простоя 800°C .

Для моделирования процессов нагрева металла в печи составлена схема системы автоматического регулирования (САР), в программе VisSim учитывающая потери тепла на нагрев заготовки, а так же потери тепла в окружающую среду и переход тепла в другие зоны.

Схема регулирования температуры в методической печи Стана "400" представлена на рисунке 5.1

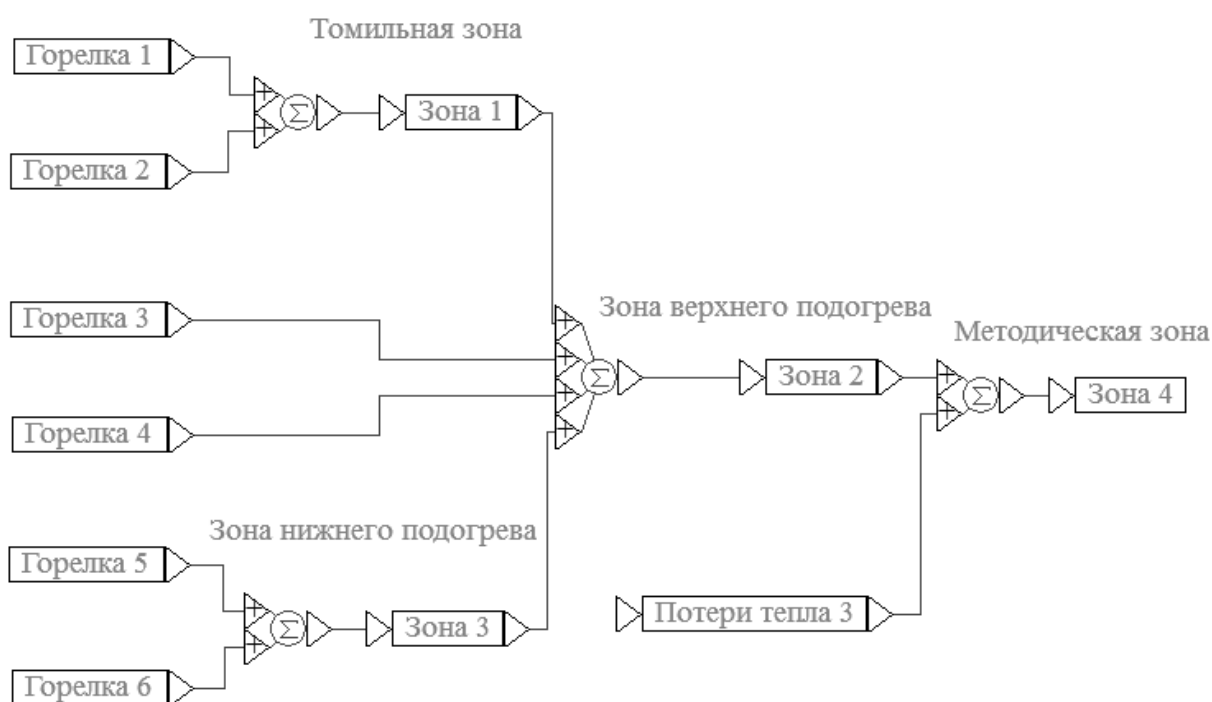


Рисунок 5.1 – Схема регулирования температуры в методической печи Стана "400"

Тепло в томильной зоне распределяется на:

- поддержание температуры заготовки;
- окружающую среду, через футеровку и окно выдачи;
- сварочную зону верхнего подогрева.

Схема регулирования температуры в томильной зоне представлена на рисунке 5.2

Тепло в сварочной зоне верхнего подогрева распределяется на:

- основной нагрев заготовки;
- окружающую среду, через футеровку;
- методическую зону.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Схема регулирования температуры в сварочной зоне верхнего подогрева представлена на рисунке 5.3

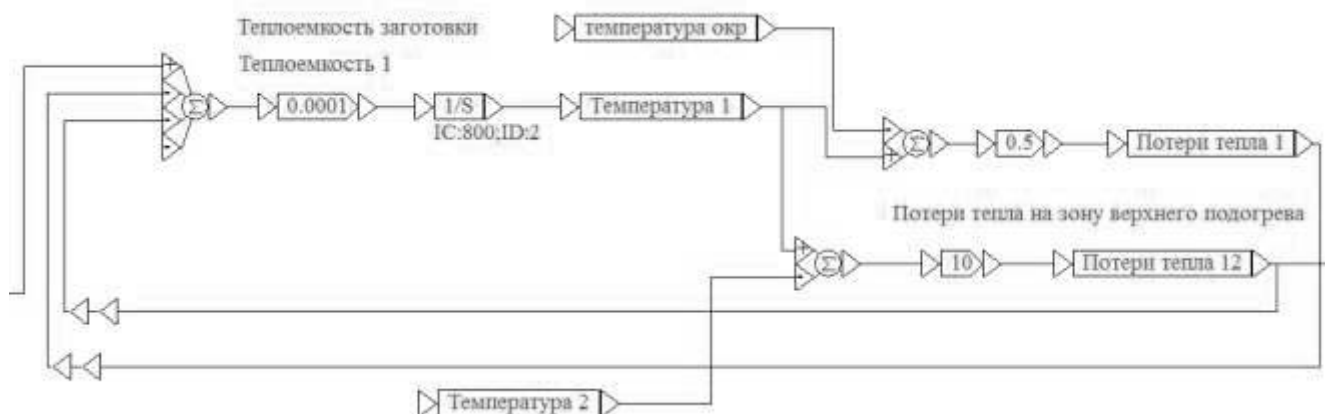


Рисунок 5.2 – Схема регулирования температуры в томильной зоне



Рисунок 5.3 – Схема регулирования температуры в сварочной зоне верхнего подогрева

Тепло в сварочной зоне нижнего подогрева распределяется на:

- основной нагрев заготовки;
- окружающую среду, через футеровку;
- методическую зону.

Схема регулирования температуры сварочной зоне нижнего подогрева представлена на рисунке 5.4

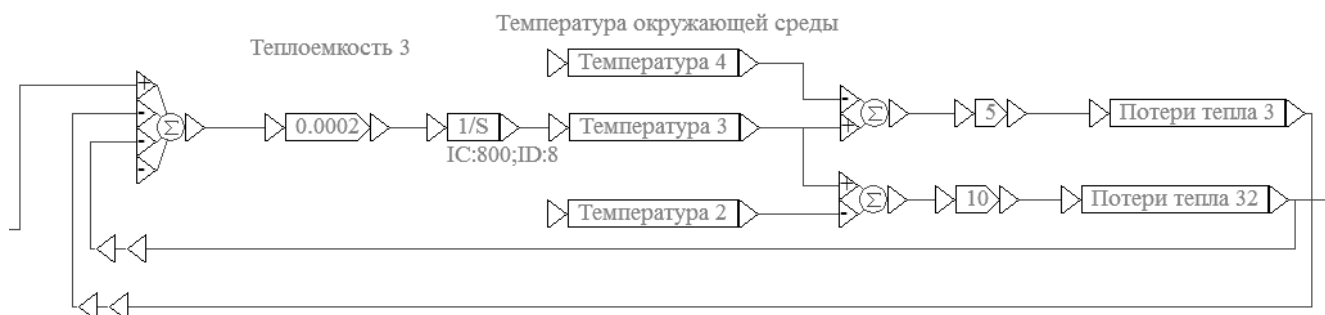


Рисунок 5.4 – Схема регулирования температуры в сварочной зоне нижнего подогрева

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Суммарная мощность газовых горелок в томильной зоне составляет 5000 кВт, суммарная мощность запальных горелок составляет 250 кВт.

Суммарная мощность газовых горелок в верхней сварочной зоне составляет 7000 кВт, суммарная мощность запальных горелок составляет 250 кВт.

Суммарная мощность газовых горелок в нижней сварочной зоне составляет 9000 кВт, суммарная мощность запальных горелок составляет 250 кВт.

Схемы управления горелками одинаковые, представлены на рисунке 5.5.



Рисунок 5.4 – Схема управление горелками

На рисунке 5.5 представлена уставка температур задания по зонам.

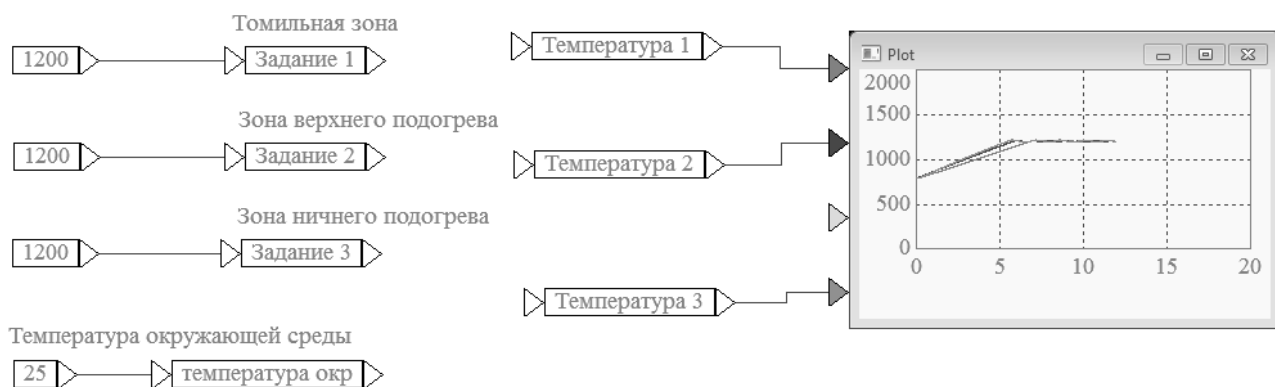


Рисунок 5.5 – Уставка температуры задания по зонам

На рисунке 5.6 представлены результаты расчета – график набора температуры с температуры простоя 800 °С и выход на режим 1200 °С в томильной зоне, зоне верхнего и нижнего подогрева.

Выход на режим согласно технологии составляет 8 часов. При этом были учтены запаздывания термопреобразователей и время реагирования блока управления горелками.

Время выхода печи на режим 8 часов.

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

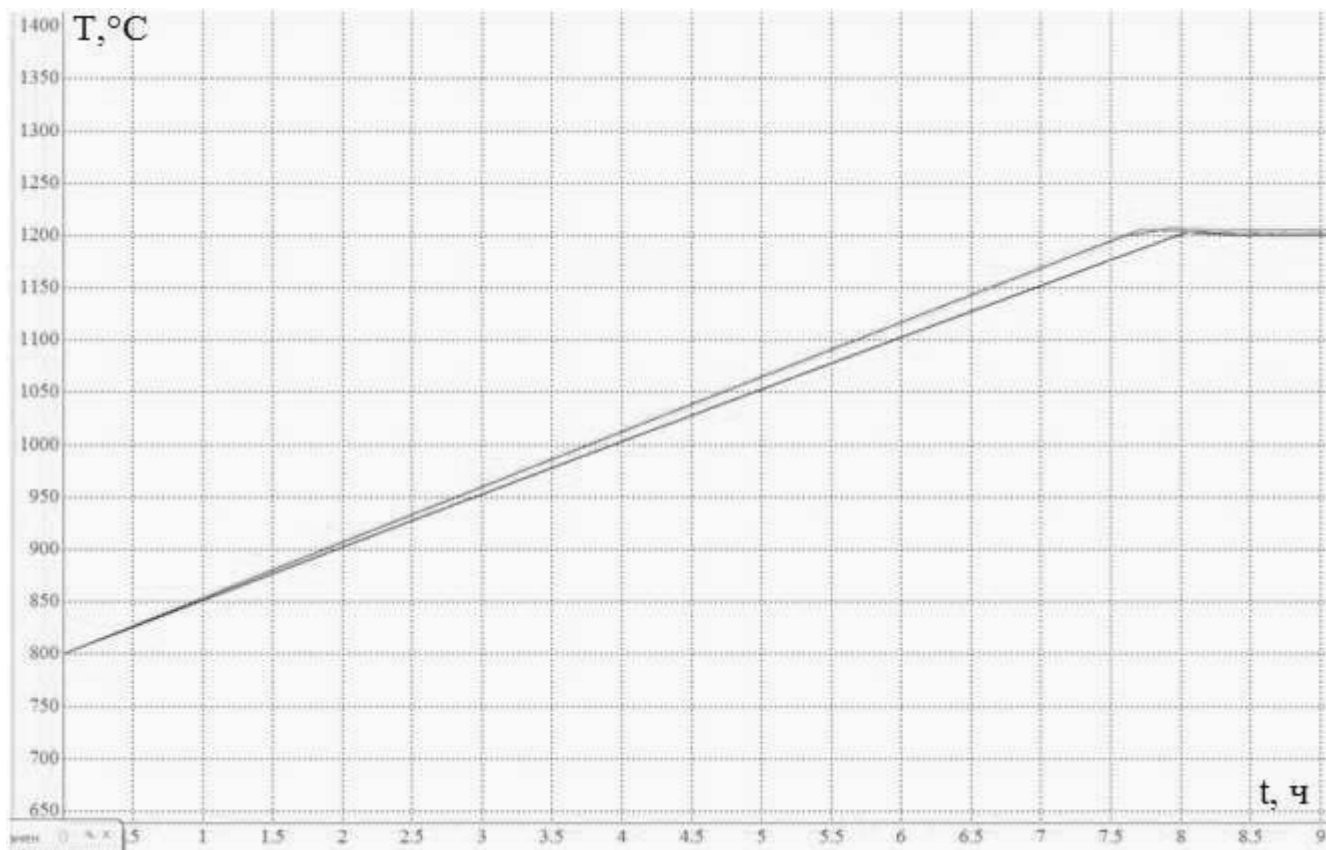


Рисунок 5.6 – Уставка температуры задания по зонам

На рисунке 5.7 определены перепады температуры в пространстве печи. По графику определили, что максимальная температура в печи равна 1205,5 °С, а минимальная 1199,5°С, при заданной температуре 1200 °С. Разность температур T_{\max} , °С и T_{\min} , °С в составляет 6 °С.

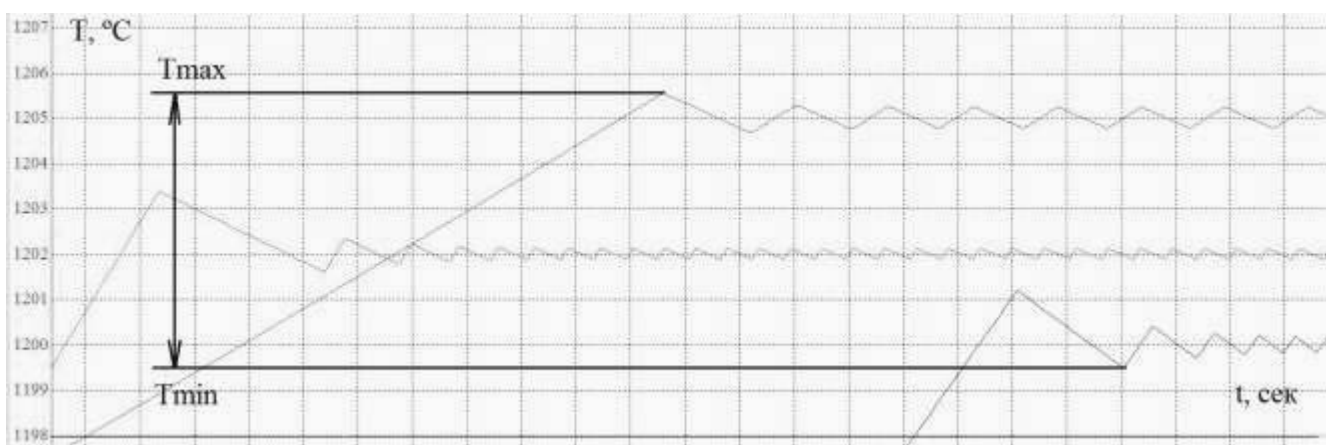


Рисунок 5.7 – Разброс температуры нагрева ΔT по зонам

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При выходе на режим среднее время работы горелки составляет 11 секунд, периодичность включений 26 секунд. График включения форсунки нижней зоны представлен на рисунке 5.8.

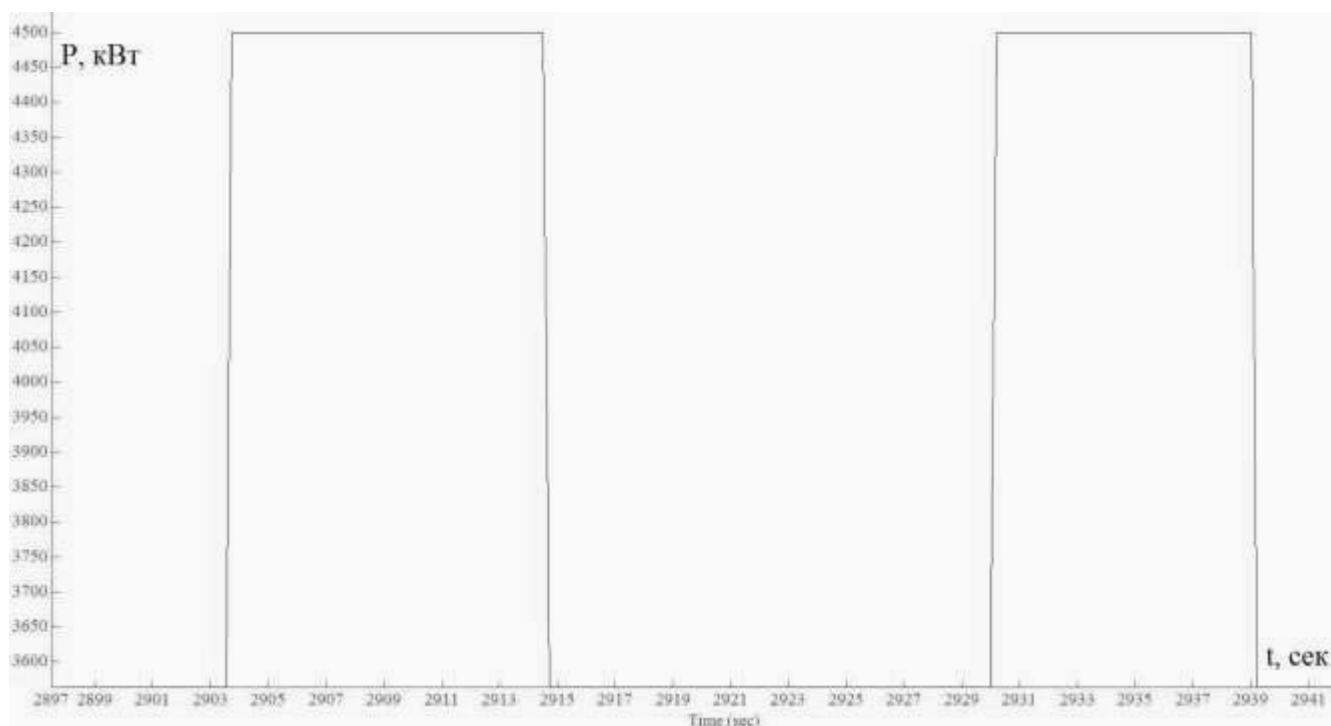


Рисунок 5.3 – График периодичности включения форсунки нижней сварочной зоны

Выводы по разделу пять:

Произведено математическое моделирование системы управления печи, рассчитаны отклонения температуры в пространстве печи, которые составляют $+5,5^{\circ}\text{C}$, $- 0,5^{\circ}\text{C}$, что входит в требуемый диапазон $\pm 10^{\circ}\text{C}$. При выходе на режим среднее время работы горелки составляет 11 секунд, периодичность включений 26 секунд.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Долгосрочные или краткосрочные вложения капитала в производство - инвестирование.

Основные причины инвестирования, это расширение списка выпускаемой продукции, наращивание объемов производства или модернизация имеющегося оборудования с целью повышения качества выпускаемой продукции.

Принимаемые решения по инвестированию зависят от вида инвестиций, стоимости и окупаемости предлагаемого проекта, ограниченности финансовых ресурсов и рисков принятия решений.

Предложение о модернизации системы управления методической печи Стана "400" поступило после принятия решения о замене газовых горелок типа "труба в трубе" на современные импульсные горелки фирмы Bloom.

Опыт использования данных горелок на печах Bosio, пущенных в эксплуатацию в 2019 году показал высокое качество регулирования температурных режимов в печи. Но замена только газовых горелок не решает всей проблемы, так как современные импульсные горелки требуют современную систему управления.

В таблице 6.1 приведены данные о убытках предприятия по причине отказов КИПиА и некачественного регулирования температурных режимов.

Таблица 6.1 — Убытки предприятия по причине отказов КИПиА и некачественного регулирования температурных режимов

Год	Количество брака, т.	Сумма убытка, р.
2018	188	18 315 000
2019	195	20 475 000
2020	203	21 841 000

Затраты на электрооборудование для модернизации системы управления методической печи Стана "400" приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 — Затраты на электрооборудование для модернизации системы управления методической печи Стана "400"

Наименование оборудования	Количество, шт.	Стоимость за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Панель оператора SIMATIC HMI KTP1200	1	40 000	40 000
Шкаф Rittal TS 1200*1400*500	1	64 000	64 000
Частотный преобразователь ACS880-01-087A-3-R5	1	248 000	248 000
Частотный преобразователь ACS880-01-206A-3-R7	1	506 000	506 000
ПЛК Simatic S7-1500	1	135 000	135 000
Модуль ввода дискретных сигналов 6ES7 521-1BL10-0AA0	2	37 000	74 000
Модуль вывода дискретных сигналов 6ES7 522-1BL10-0AA0	3	35 000	105 000

Окончание таблицы 6.2

Наименование оборудования	Количество, шт.	Стоимость за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Модуль ввода аналоговых сигналов 6ES7 532-5HD00-0AB0	2	49 000	98 000
Модуль вывода аналоговых сигналов 6ES7 531-7QD00-0AB0	1	26 000	26 000
Блок управления горелкой BCU 480	6	50 000	300 000
Термопреобразователь ТППТ 01.20-022-A1-И1-K799-12-1000/400	3	100 000	300 000
Термопреобразователь КТНН 01.06-022-K1-И-T45-20-1000	1	14 000	14 000
Термометр сопротивления ТСПТ 107-A21-P100-B3N10-C10-8-250/150	2	6 500	13 000
Метран-150CG-1	1	125 000	125 000
Метран-150CD-0	1	125 000	125 000
Газовые горелки Bloom	6	200 000	1 200 000
Итого:			3 085 000
В том числе НДС 18 %			555 300

Расчёт капитальных вложений

C_m - стоимость монтажных работ, в среднем составляет 20 % от стоимости оборудования, руб.:

$$C_m = 0,2 \cdot C_{об},$$

где $C_{об}$ - стоимость оборудования, руб. (таблица 6.2).

$$C_m = 0,2 \cdot 3085000 = 617000$$

В транспортные расходы входят затраты по доставке материалов, комплектующих и оборудования до потребителя.

$C_{тр}$ - транспортные расходы, они в среднем составляют от 5 % до 7 % от стоимости оборудования, руб.. Принимаем транспортные расходы 7 %:

$$C_{тр} = 0,07 \cdot C_{об},$$

$$C_{тр} = 0,07 \cdot 3085000 = 215900 \text{ руб.}$$

$C_{но}$ - стоимость неучтенного оборудования может составлять до 20 % от стоимости оборудования, руб.:

$$C_{но} = 0,2 \cdot C_{об},$$

$$C_{но} = 0,2 \cdot 3085000 = 617000 \text{ руб.}$$

$C_{\text{мно}}$ - стоимость монтажа неучтенного оборудования составляет 20 % от стоимости монтажа, руб.:

$$C_{\text{мно}} = 0,2 \cdot C_{\text{м}},$$

$$C_{\text{мно}} = 0,2 \cdot 617000 = 123100 \text{ руб.}$$

K - суммарные капитальные затраты на модернизацию системы управления методической печи Стана "400" составят, тыс. руб.:

$$K = C_{\text{об}} + C_{\text{м}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{ю}} + C_{\text{мно}}$$

$$K = 3085000 + 617000 + 215950 + 617000 + 123400 = 4658000 \text{ руб.}$$

Исходя из количества убытков по причине отказов КИП и А и некачественного регулирования температурных режимов в 2020 году, которые составили 21841000 рублей, при капитальных затратах на модернизацию системы управления методической печи в 4658000 рублей, рассчитаем срок окупаемости - P .

$$P = \left(\frac{4658000}{21841000} \right) * 12 = 2,5 \text{ мес.}$$

Срок окупаемости составляет 2,5 месяца.

Экономическая оценка модернизация системы управления методической печи Стана "400" представлена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 — Экономическая оценка модернизации системы управления методической печи Стана "400"

Наименование	Единицы измерения	Результат
Стоимость электрооборудования	руб.	3 085 000
Стоимость неучтенного оборудования	руб.	617 000
Транспортные расходы	руб.	215 900
Стоимость монтажных работ	руб.	617 000
Стоимость монтажа неучтённого оборудования	руб.	123 100
Итого:	руб.	4 658 000
Срок окупаемости менее 3-х месяцев.		

Вывод по разделу шесть:

Капитальные затраты на модернизацию системы управления методической печи Стана "400" составляют 4 658 000 рублей, срок окупаемости не превысит 3 месяцев.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

В состав разработанной системы управления входит оборудование, принцип действия которого основан на преобразовании электроэнергии. Эксплуатация данного оборудования сопровождается возможностью, в частных случаях, травмирования, под воздействием электрического тока.

При исполнении своих должностных обязанностей нагревательная методическая печь подвергается различным физическим и психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам в соответствии с [12]:

– физическим вредным факторам:

а) повышенный уровень электромагнитного поля;

б) повышенная вибрация;

в) повышенный уровень шума;

г) тепловое излучение;

– психофизиологическим факторам:

а) статическая нагрузка;

б) гиподинамия;

в) нервно-эмоциональная нагрузка (переутомление, перенапряжение зрительных анализаторов).

Среди всевозможных аварийных ситуаций важно назвать появление высокого напряжения на корпусе щита КИПиА, а так же панели оператора вследствие нарушения изоляции проводов и кабелей.

Источникам шума вблизи методической печи является: дутьевой вентилятор, механический толкатель, прокатный стан, вентиляторы охлаждения, газовые горелки, мостовые краны.

Источником вибрации является: дутьевой вентилятор, прокатный стан, дымосос, механический толкатель, и мостовые краны.

Во время работы из окна выдачи методической печи может вылетать копоть, гарь и окалина. Возможно выбивание языков пламени.

7.2 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

Анализ условий эксплуатации оборудования.

Так как методическая печь стана "400" расположена в непосредственной близости от него, то работа на ней постоянно сопровождается непосредственно вблизи с источниками вибрации, шума, повышенной запыленности, вредных газов, электромагнитных помех, работой грузоподъемных механизмов.

Требования к микроклимату помещений эксплуатации.

При проведении работ на участке прокатного Стана "400" необходимо соблюдать санитарные нормы допустимого уровня освещенности и шума в соответствии с [13].

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Производственные и вспомогательные помещения цеха должны отапливаться, вентилироваться и иметь систему кондиционирования воздуха, для обеспечения нормального температурного режима и чистоты воздуха, снижение содержания вредных веществ в воздухе по [14] в соответствии с гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений. Отопление помещения осуществляется от батарей отопления и тепловых регистров. Температура в помещении поддерживается в пределах 20 °С при постоянном присутствии обслуживающего персонала. Это соответствует санитарным нормам проектирования промышленных предприятий. В помещениях должны соблюдаться определенные параметры микроклимата.

По [13] категория работ нагревателя методической печи приравнивается к классу Пб. Допустимая величина показателей микроклимата на рабочем месте производственных помещений для категории работ Пб приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Допустимые величины показателей микроклимата

Время года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб (233-290)	15 – 22	15 – 75	0,2 – 0,4
Теплый	Пб (233-290)	16 – 27	15 – 75	0,2 – 0,5

Шум на рабочих местах нормируется согласно [15]. В данных нормативных документах рассмотрены два метода нормирования уровня шума: по предельному спектру и по интегральному показателю, т.е. - эквивалентному уровню шума в дБА. Выбор метода нормирования зависит в первую очередь от временных характеристик шума. По данным характеристикам шума можно разделить на постоянные, уровень звука которых за восьмичасовой рабочий день на 5 дБА, и непостоянные, или типовая характеристика которых изменяется за рабочий день больше чем на 5 дБА.

Возможными источниками поражения электрическим током при работе с оборудованием является щит управления, работающий от переменного напряжения 220 В.

Категория помещения по степени опасности поражения электрическим током нормируется в соответствии с [16]. Помещение КИПиА по степени опасности поражения электрическим током относится к категории II – помещения с повышенной опасностью.

В соответствии с [17] напряжение прикосновения и тока, протекающего через тело человека при нормальном режиме работы электроустановок при переменном токе частотой 50Гц, не должен превышать двух вольт и 300 миллиампер соответственно. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и ток при аварийном режиме электроустановки напряжением до 1000В и частотой

50 Гц, не должен превышать 220 вольт и 220 миллиампер соответственно при продолжительности воздействия от 1 до 0,8 микросекунд.

Размер зоны рабочего пространства нагревательщика составляет 2,5 м². В рабочем процессе нагревательщику приходится перемещаться крайне редко.

Технологические особенности процесса выполнения работ регламентируются по [18].

7.3 Охрана труда

7.3.1 Общие требования

К самостоятельной работе нагревательщиками металла допускаются работники не моложе 18 лет, признанные годными медицинской комиссией, обученные по профессии «нагревательщик металла», имеющие право обслуживать газопотребляющие агрегаты, прошедшие стажировку, сдавшие экзамены по охране труда в цеховой комиссии, аттестованные на 1-ю группу по электробезопасности и допущенные к самостоятельной работе распоряжением начальника цеха.

При приеме на работу рабочий проходит вводный инструктаж в отделе охраны труда. Допуск к самостоятельной работе осуществляется после прохождения:

- первичного инструктажа на рабочем месте;
- проверки знаний инструкций по охране труда;
- проверки знания правил безопасного ведения работ;
- обучение по программе подготовки персонала;
- стажировки на рабочем месте от пяти до десяти смен.

Допуск к работе (самостоятельной) оформляется распоряжением по цеху.

Необходимо знать опасные и вредные производственные факторы на участке:

- движущиеся механизмы и машины;
- подвижные механизмы производственного оборудования;
- передвигающиеся объекты перераздела;
- уровень шума на рабочем месте, превышающий норму;
- запыленность воздуха в районе рабочей зоны;
- высокое напряжения в электрической цепи;
- недостаток естественного освещения;
- пониженная или повышенная температура оборудования;
- пониженная или повышенная температура воздуха;
- острые кромки и заусенцы на поверхности заготовок, инструмента и оборудования;
- яркое свечение металла на выходе из печи.

Для питья применять воду только из пурифайеров или специально оборудованных питьевых точек.

Принимать пищу в специально оборудованных помещениях или столовых.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Запрещается приём пищи, а также хранение пищевых продуктов на рабочих местах.

При заболевании или травмировании следует обратиться в медпункт, сообщить мастеру или начальнику смены. Так же необходимо сообщить о получении травмы по пути на рабочее место или с работы, в ходе выполнения работ, в том числе за территорией предприятия, по заданию работодателя.

В случае возникновения несчастного случая на производстве необходимо освободить пострадавшего от действия травмирующего фактора;

- оказать доврачебную помощь пострадавшему;
- немедленно вызвать скорую медицинскую помощь;
- сообщить о случившемся случае мастеру или начальнику.
- сохранить до обследования обстановку на рабочем месте и состояния оборудования такими, какими они являлись на момент происшествия, если они не угрожают жизни и здоровью окружающих и не повлекут аварий.

В соответствии с [19] нагревальщику металла полагается выдача следующих средств индивидуальной защиты:

- костюм огнестойкий для защиты от повышенных температур сроком носки 1 год;
- куртка огнестойкая на утепляющей прокладке сроком носки 2 год;
- ботинки кожаные с защитным подноском сроком носки 1 год;
- рукавицы для защиты от высоких температур и расплавленного металла сроком носки 1 месяц;
- перчатки с полиемерным покрытием сроком носки 2 месяц;
- каска защитная сроком носки 3 года;
- подшлемник подкаска сроком носки 1 год;
- очки защитные до износа;
- беруши до износа;
- средство защиты органов дыхания (СИЗОД) до износа;
- жилет сигнальный сроком носки 1 год;
- белье нательное сроком носки 6 месяцев;

Курение разрешено только в специально отведенных и оборудованных местах.

Нарушение требования инструкций по охране труда работник несет ответственность в установленном Законодательством РФ порядке.

7.3.2 Требования охраны труда перед началом работы

Одеть положенные по типовым нормам спецодежду и спецобувь, иметь при себе положенные по типовым нормам другие средства индивидуальной защиты. Надеть каску.

Присутствовать на сменновстречном собрании, получить задание на производства работ.

Узнать у нагревальщика металла предыдущей смены об имевших место нарушениях требований инструкций, в том числе по охране труда и неисправностях и о принятых для их устранения мерах.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Взять у нагревальщика металла предыдущей смены ключ-бирку на право управления механизмами толкателя и выталкивателя. Пробным включением убедиться в исправности механизмов.

Проверить:

- Наличие и достаточность освещения рабочей зоны.
- Чистоту рабочих мест, проходов, закрепленной территории. Отсутствие на рабочих местах, проходах и закрепленной территории посторонних предметов.
- Исправность плитового настила вокруг печи и на рольгангах, и надежность его укладки.
- Исправность переходных мостиков, их перильных ограждений и площадок.
- Наличие свободных проходов к газопроводам, газовому оборудованию нагревательных устройств, к приборам и шиберам.
- Наличие схем разводки газопроводов, выписок из технологических инструкций, плана ликвидации аварии и инструкции по технической эксплуатации, нумерации задвижек, плакатов и знаков безопасности в газоопасных местах.
- Соответствие нумерации задвижек схеме разводки газопровода.
- Исправность газопроводов и их арматуры.
- Исправность футеровки печи.
- Исправность заслонок рабочих окон печей, надежность их крепления.
- Наличие и исправность рабочего инструмента и приспособлений.
- Исправность водоохлаждаемой арматуры печей, соответствие давления и температуры воды разрешенными пределами.
- Наличие и работоспособность контрольно-измерительных приборов, автоматики печей, звуковой и световой сигнализации.
- Наличие и исправность заземления корпусов электродвигателей механизмов и токопроводящих перемычек на фланцевых соединениях газопроводов.
- Исправность корпусов командоконтроллеров толкателей и выталкивателей, а так же кнопочных аппаратов управления.
- Надежность фиксации рукояток командоконтроллеров в нулевом (нерабочем) положении и устройств самовозврата кнопок кнопочных аппаратов управления в исходное положение после прекращения нажатия.
- Наличие и исправность ограждений движущихся и вращающихся частей оборудования.
- Стабильность горения факела горелок печей без отрыва и проскакивания пламени.
- Отсутствие утечек газа.
- Исправность сигнализации дозрывных концентраций газа.
- Исправность металлоконструкций печей.
- Правильность продвижения заготовок в нагревательной печи.

Проверить работоспособность оборудования на «холостом» ходу, при этом проверить работу блокировки, исключающей работу механизма толкателя при нахождении выталкивателя в печи.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

При выявлении во время осмотра и опробования нарушения требований инструкций по охране труда, а так же неисправностей необходимо сообщить об этом мастеру и не приступать к работе до их устранения.

7.3.3 Требования охраны труда во время работы

Необходимо выполнять работы, оговорённые в должностной инструкции, при условии, что безопасные способы их выполнения известны.

Розжиг и отключение горелок печей необходимо осуществлять в соответствии с требованиями инструкции № 9-г по технической эксплуатации печи.

Поджигание газа выходящего из горелок, следует осуществлять факелом на рукоятке длиной не менее 1м.

Нагрев металла необходимо вести в соответствии с требованиями технологической инструкции и технической эксплуатации печи.

Необходимо постоянно следить за процессом нагрева, состоянием газо- и воздухопроводов, системой охлаждения элементов печи и показаниями контрольно- измерительных приборов.

В процессе нагрева не следует допускать большого выбивания пламени из печи, для этого необходимо выбирать режим, обеспечивающий полное сгорание газа.

Необходимо осуществлять контроль за :

- Правильность продвижения металла в печи.
- Исправность механизмов открывания заслонок печи.
- Исправностью блокировки, исключающей работу толкателя при нахождении выталкивателя в печи.
- Давлением и расходом газа.
- Показаниями контрольно-измерительных приборов.

Подсаживание в печь недокатов и заготовок-настроек следует производить по наклонному рольгангу через окно выдачи, включением роликов и последующим проталкиванием при помощи лома, при этом следует уменьшить подачу в рабочем пространстве печи воздуха и газа и отключить толкатель и выталкиватель.

Необходимо следить, чтобы после выталкивания заготовки из печи на ее место проталкивалась одна заготовка.

Выдача из печи первой, после пуска стана, заготовки должна производиться по команде мастера стана или старшего вальцовщика.

Подавать заготовку от печи следует после окончания прокатки в обжимной клети предыдущей заготовки и, убедившись, что в опасной зоне нет работников.

7.3.4 Во время работы запрещается:

- Работать неисправным и не соответствующим характеру работ инструментом;
- Допускать посторонних работников на рабочие площадки печей и на площадки обслуживания газопроводов и их арматуры;

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Доложить мастеру о результатах сдачи смены.

7.4 Производственная санитария

В Прокатном цехе №1 осуществляется постоянный контроль за соблюдением требований санитарных норм и правил. Проводятся целевые мероприятия, направляемые в первую очередь на предупреждение возникновения заболеваний рабочих на производственной площадке. Условия труда и отдыха находятся под постоянным контролем. Отслеживается выполнение мер коллективной и индивидуальной защиты работников от неблагоприятного воздействия микроклимата.

При проведении работ в Прокатном цехе №1 необходимо обеспечивать соблюдение санитарных норм в соответствии с [13].

В цехе используется смешанное освещение.

Естественное освещение обеспечивается через боковые окна, а искусственное освещение общее, обеспечивающее освещённость в 200 лк.

Для обеспечения установленных параметров освещённости используются светодиодные лампы мощностью от 15 до 40 Вт и световым потоком до 2200 лм. Так как в цеховом помещении присутствует пыль, то для освещения используются светильники пылевлагозащищённые исполнения тип ПВЛ.

Для поддержания в прокатном цехе нормативных значений параметров микроклимата и удаления из воздуха пыли предусмотрено наличие естественной неорганизованной вентиляции и системы искусственной вентиляции, а также местной вентиляции в рабочей зоне стана.

Для уменьшения уровня шума и для защиты работников используется дистанционное управление электрооборудованием, а также применяется экранирование очагов повышенного уровня шума, в которых часть звуковых волн поглощается, часть отражается, а часть проходит беспрепятственно.

Для снижения уровня вибрации от оборудования использовать специальные конструкции фундамента, снижающие уровень вибрации до значения не выше допустимого.

7.5 Эргономика и производственная эстетика

Планировка рабочего места играет важную роль в производственном процессе. Практикой доказано, что планировка рабочего места должна удовлетворять требованиям удобного выполнения работ, а так же экономией пространства и времени работающего, для рационального использования рабочего помещения и удобства его обслуживания.

Эргономика нормируется по [20].

Есть определенные рекомендации по окрашиванию оборудования. Например, стационарное оборудование окрашивают в светло-серый или салатный цвет, а подвижные машины и механизмы в тёмные (броские) тона, такие как вишнёвый или коричневый. Вращающиеся детали чаще окрашивают в красный цвет, а защитные кожухи в жёлтый. Для лучшего отражения света потолок окрашивают

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

в белый цвет, а места на которые постоянно оседает пыль и грязь окрашивают в чёрные, коричневые или серые цвета.

Компоновка рабочего места в пространстве.

Конструкция рабочего места для нагревательщика методической печи Стана "400" должна обеспечивать выполнение стандартных операций в пределах зоны досягаемости поля зрения и досягаемости. Зона досягаемости для среднестатистического размера человека приведены на рисунках 7.5.1 и 7.5.2.

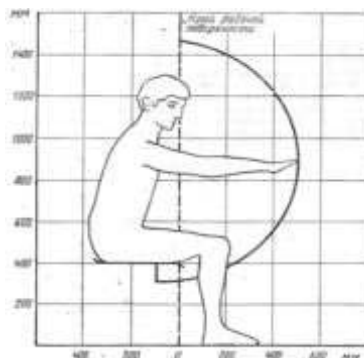


Рисунок 7.5.1 – Зона досягаемости в вертикальной плоскости

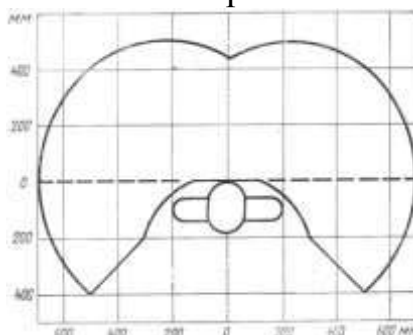


Рисунок 7.5.2 – Зона досягаемости в горизонтальной плоскости при высоте рабочей поверхности над полом 725 мм

Выполнение частых операций должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля, приведенных на рисунке 7.5.3

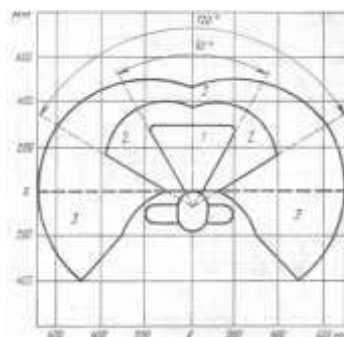


Рисунок 7.5.3 – Зоны выполнения операций вручную

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Особенности конструкции рабочего места должны обеспечивать оптимальное положение сотрудника, что достигается за счет регулирования высоты сидения и подставки под ноги. Высота рабочей поверхности берется по номограмме для работающего ростом 1800 мм. Оптимальная рабочая зона для рабочих более низкого роста достигается за счет увеличения высоты роста, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом от 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего.

Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте. Ширина должна быть от 300 мм, длина от 400 мм. Поверхность подставки должна быть рифленой. По переднему краю следует предусматривать бортик высотой до 10 мм.

7.6 Противопожарная и взрывобезопасность

Категория зданий и класс помещений по взрывобезопасности и пожароопасности:

- здание и помещение стана "400" – В и П-2а;
- помещение нагревательного – категория Д.

Методическая печь стана "400" отапливается природным газом. Природный газ хорошо поддерживает процесс горения и способствует распространению огня, а его концентрация в воздухе 4,4 % является нижним концентрационным пределом распространения пламени. В связи с этим все газоопасные места на ООО "ЗМЗ" оборудуются датчиками дозрывных концентраций или сигнализаторами загазованности.

В нашем случае газоопасные места в зоне методической печи оборудованы световой и звуковой сигнализацией. Используются датчики дозрывных концентраций СТГ-3.

Сигнализация дозрывных концентраций ежемесячно опробовывается на срабатывание, а весь парк датчиков СТГ-3 ежегодно проходит поверку.

В цехе имеются пожарные краны и гидранты оборудованные пожарными рукавами со стволами. Пожарные краны установлены в специально отведенных местах, в ящиках.

На участке так же имеются первичные средства пожаротушения, к ним относятся:

- углекислотные огнетушители марок ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8;
- ящики с песком и пожарные щиты, оборудованные лопатами, ведрами, баграми и топорами.

Для оповещения персонала о пожаре в помещениях цеха предусмотрена звуковая и световая пожарная сигнализация. Во всех производственных помещениях предусмотрены пожарные эвакуационные выходы. На каждом участке имеется план эвакуации.

Одним из основных мероприятий по предупреждению возникновения пожара является инструктаж персонала.

При возникновении пожара персонал должен незамедлительно:

- отключить электроустановки;

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

- сообщить диспетчеру завода о возникновении пожара;
- поставить в известность вышестоящих руководителей;
- приступить к тушению и локализации очага пожара имеющимися средствами пожаротушения.

7.7 Экологическая безопасность

Согласно [21] воздухообмен в прокатном цехе №1 производится с использованием естественной и принудительной вентиляции.

Естественная вентиляция в помещении осуществляется за счет использования фрамуг, окон и форточек.

Принудительная вентиляция – приточно-вытяжная.

Одним из основных мероприятий пооптимизации параметров микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях является обеспечение надлежащего воздухообмена.

Напротив рабочей площадки стана в продольной стене оборудованы отверстия, которые обеспечивают поступление свежего воздуха в нутрь помещения. При этом свежий воздух не перемешиваясь вытесняет загрязненный воздух, находящийся в цехе.

7.8 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Источником чрезвычайных ситуаций в прокатном цехе №1 (далее по тексту ЧС) может стать опасное природное явление, авария или применение средств поражения, в результате чего может произойти ЧС. К природным ЧС на ООО "ЗМЗ" относятся оползни, обледенения и ливни.

Следствием стихийных бедствий, нарушений технологии производства и правил эксплуатации оборудования, а так же мер безопасности может явиться авария или катастрофа в мехзале Стана "400".

Для прокатных станов характерны высокиетемпературы, поэтому наиболее вероятной причиной возникновения ЧС можетбыть пожар. Для уменьшения вероятности возникновения пожара на производственном участке необходимо применять защитные экраны и рационально располагать оборудование. Все помещения должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения, а так же схемами эвакуации.

Нагревательные элементы должны знать и чётко соблюдать, а так же требовать от других выполнения в прокатном цехе №1 правил пожарной безопасности, следить за наличием средств пожаротушения на участке, а в случае пожара уметь воспользоваться ими. Ответственные на участке лица за пожарную безопасность ежедневно должны проверять состояние электрооборудования и средств пожаротушения, а так же их комплектность. На участке прокатного стана оборудован пожарный стенд, укомплектованный средствами пожаротушения и инструментами. Проходы к пожарному стенду должны быть постоянно свободными.

Работоспособность прокатного цеха №1 при пожаре во многом повышается за счет оперативности пожарной дружины.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Еще одним фактором, возможного появления ЧС, является расположение завода в низине реки. Этот факт способствует подтоплению предприятия в период половодья. Устойчивость работы предприятия в случае затопления обеспечивается расположением электрооборудования на отметке 2,0 и выше нулевого уровня. В случае подтопления на производственных участках предусмотрено отключение электроснабжения.

Выводы по разделу семь:

Дано краткое описание рассматриваемого объекта, произведен анализ вредных и опасных производственных факторов. Разработана инструкция по охране труда, в которой отражены основные пункты. Рассмотрен вопрос эргономики рабочего места. Раскрыты вопросы обеспечения безопасности при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

2 Введение в ПЛК: что такое программируемый логический контроллер – <https://www.compel.ru>

3 Программируемый контроллер нового поколения SIMATIC S7-1500 – <https://www.siemens-pro.ru>

4 ПЛК 160. Контроллер программируемый логический. Руководство по эксплуатации – <https://www.owen.ru>

5 Новокщеновой, С.М. Дефекты стали/ С.М. Новокщеновой, М.И. Виноград. – Москва.: Издательство "Металлургия", 1984. – 200 с.

6 Салтыков, А. Ю. Модернизация автоматизированной системы управления методической печью / А. Ю. Салтыков, А. Е. Соловинюк, А. А. Силаев. – Москва.: Издательство "Молодой ученый", 2017. – 140с.

7 Громаков, Е.И. Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2010.

8 ГОСТ 6651-2009 Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля.

9 ГОСТ 26.011 – Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные.

10 Системы автоматизации – <https://new.siemens.com/ru/.html>

12 Приказом Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н.

13 СанПиН 2.2.4.548-96 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

14 ГОСТ 12.1.005 – Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

15 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

16 Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 7-е изд. – М.: Госэнергонадзор, 2015. – 464 с.

17 ГОСТ 12.1.038-82 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

18 ГОСТ 12.2.049-80 – Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

19 Приказ Минтруда России от 09.12.2014 N 997н "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением.

20 ГОСТ Р 56274-2014 – Общие показатели и требования в эргономике.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

- 21 СП 52.13330.2011 – Естественное и искусственное освещение.
- 22 Датчика давления Метран-150 – <https://www.emerson.ru>
- 23 Блоки управления горелками ВСУ-480 – <https://kromshroder.ru>
- 24 ACS880 Универсальные промышленные приводы – <https://new.abb.com>
- 25 Датчики температуры ТППТ, ТПРТ, ТПВР – <http://www.tesey.com>
- 26 Трофимова, С.Н. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 204 с.
- 27 Матушкина, О.Е. Экономика предприятия: учебное пособие. / О.Е.Матушкина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 42с.

					13.03.02.2021.341.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65