

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве

Кафедра Технологические процессы и оборудование
машиностроительного производства

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент Савлов О.В.
УКБЗ Трех конструкций
10.06.2016 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
Сергеев С.В.
10.06.2016 2016 г.

«Система автоматического управления линии закалки деталей»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ-220301.2016.068.00 ПЗ ВКП

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности,
доцент

Некрутов В.Г.
29 мая 2016 г.

Руководитель проекта,
преподаватель

Константинов Ю.В.
30 мая 2016 г.

Организационно-экономический
раздел, преподаватель

Казакова Н.В.
30 мая 2016 г.

Автор проекта
студент группы У-КФл-601

Головко А.Н.
30 мая 2016 г.

Нормоконтролер, доцент

Сергеев Ю.С.
31 мая 2016 г.

Усть-Катав 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве

Кафедра технологических процессов и оборудования
машиностроительного производства
Специальность 220301 Автоматизация технологических процессов и
производств (машиностроение)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



С.В. Сергеев

30 / 03

2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускной квалификационный проект студента
Головки Алексей Николаевич
Группа У-КФл-601

- 1 Тема проекта: Система автоматического управления линией закалки деталей
утверждена приказом ректора ЮУрГУ от 15 апреля 2016 г. № 661
- 2 Срок сдачи студентом законченного проекта 1 июня 2016 г.
- 3 Исходные данные к работе (проекту)
 - 3.1 Материалы преддипломной практики
 - 3.2 Руководство по эксплуатации
 - 3.3 Справочная литература

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

Введение

1 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий, и решений

2 Описание закалочной линии:

2.1 Характеристика устройства закалочной-отпускной печи и принцип её работы

2.2 Принцип работы закалочной линии

2.3 Анализ тенденций развития систем управления термическими процессами на базе микропроцессорной и компьютерной техники

2.4 Анализ управляемости процессов закалки и высокого отпуска

2.5 Обзор современных компьютерных систем управления

2.6 Техническое задание на проект

3 Модернизация и моделирование системы управления линии закалки

3.1 Модернизация структуры системы управления линии

3.2 Модернизация подсистемы автоматического регулирования температуры в электропечах закалочной линии

3.3 Проектирование и конструирование устройства автоматического регулирования температуры в электропечах

4 Проектирование программно-логической поддержки системы управления линии закалки

4.1 Разработка алгоритма управления закалочной линии

4.2 Выбор устройства управления

4.3 Модернизация датчиков позиционирования

4.4 Разработка программы управления линией закалки

5 Технико-экономические показатели

6 Безопасность жизнедеятельности

Заключение

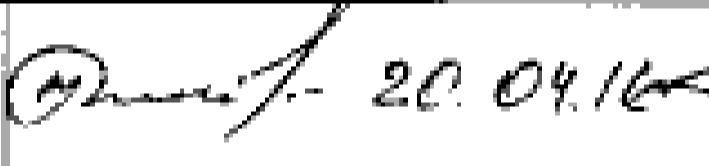
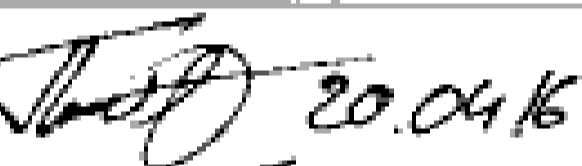


Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1 Тема, цель, задачи проекта. Плакат	(1 лист)
2 Линия закалки. <u>Габаритный чертёж</u>	(2 листа)
3 Алгоритм работы системы управления. <u>Теоретический чертёж</u>	(1 лист)
4 АСУ. Схема электрическая, структурная. Э1	(1 лист)
5 АСУ. Схема электрическая принципиальная. Э3	(1 лист)
6 Терморегулятор, схема электрическая принципиальная. Э3	(1 лист)
7 Результаты расчета экономической эффективности. Плакат	(1 лист)
8 Выводы по проекту. Плакат	(1 лист)

Всего 9 листов

6 Консультанты по работе (проекту), с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)







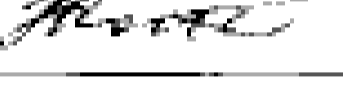


Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Организационно-экономический	Казакова Н.В.	 20.04.16	 20.04.16
Безопасность жизнедеятельности	Некрутов В.Г.	 19.04.16	 20.04.16



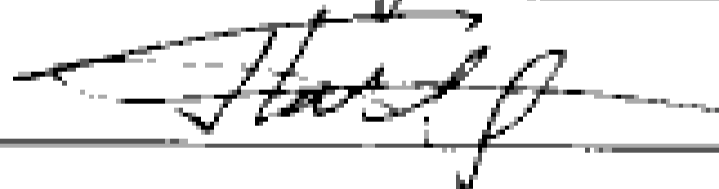
7. Дата выдачи задания 21 марта 2016 г.

Руководитель  Ю.В. Константинов

Задание принял к исполнению  А.Н. Головки

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускного квалификационного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении руководителя
Введение	28.03.16 - 29.03.16	
Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	04.04.16 - 12.04.16	
Описание системы закалки	12.04.16 - 14.04.16	
Разработка задач по модернизации автоматизированной системы управления линией закалки	16.04.16 - 30.04.16	
Экономическая часть	1.05.16 - 2.05.16	
Безопасность жизнедеятельности	3.05.16 - 25.05.16	
Заключение	26.05.16	
Оформление пояснительной записки	27.05.16 - 31.05.16	
Графическая часть	28.05.16 - 26.05.16	

Заведующий кафедрой _____  С.В. Сергеев
 Руководитель проекта _____  Ю.В. Константинов
 Студент _____  А.Н. Головкин






АННОТАЦИЯ

Головко А.Н. Система автоматического управления линией закалки деталей. – г. Усть-Катав: филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве, кафедра ТПиОМП; 2016 г., 77с. 8 илл. Библиографический список 16 наим., 9 листов чертежей ф. А1.

В данном выпускном квалификационном проекте (ВКП) выполнена разработка системы автоматического управления линией закалки деталей, дано описание этой системы, принцип её работы. Был выполнен расчёт математической модели управляющего устройства, разработан терморегулятор, произведён обзор и выбор управляющего контроллера.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности. Произведена идентификация и анализ опасностей и вредностей при эксплуатации данной линии. Разработаны мероприятия по снижению опасностей и вредностей на организм человека, проведена оценка пожаробезопасности. Оценено воздействие процессов закалки металлов на окружающую среду и способы ее защиты.

Выполнено экономическое обоснование модернизации, в ходе которого была рассчитана экономия на годовых эксплуатационных издержках при внедрении модернизированного оборудования, срок окупаемости и рентабельность капитальных вложений.

					220301.2016.068.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система автоматического управления линией закалки деталей	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Головко А.Н.		30.06		Б	4	77
Провер.		Кол. Ланчинов		30.06				
Реценз.		Слепов В.В.						
И. Контр.		Сергеев Ю.С.						
Утверд		Сергеев С.В.						
					Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве Кафедра ТПиОМП			

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	8
2 ОПИСАНИЕ ЗАКАЛОЧНОЙ ЛИНИИ.....	19
2.1 Характеристика устройства закалочной-отпускной печи и принцип её работы.....	19
2.2 Принцип работы закалочной линии.....	20
2.3 Анализ тенденций развития систем управления термическими процессами на базе микропроцессорной и компьютерной техники.....	22
2.4 Анализ управляемости процессов закалки и высокого отпуска.....	24
2.5 Обзор современных компьютерных систем управления.....	26
2.6 Техническое задание на проект.....	29
2.6.1 Наименование и область применения объекта автоматизации.....	29
2.6.2 Основание для разработки.....	29
2.6.3 Цель и назначение разработки.....	29
2.6.4 Условия эксплуатации модернизированной системы управления....	29
2.6.5 Технические требования.....	30
2.6.6 Стадии и этапы разработки.....	30
2.6.7 Порядок контроля и приемки.....	30
3 МОДЕРНИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИИ ЗАКАЛКИ.....	32
3.1 Модернизация структуры системы управления линии.....	32
3.2 Модернизация подсистемы автоматического регулирования температуры в электропечах закалочной линии.....	32
3.2.1 Определение математической модели устройства регулирования температуры в электропечах закалочной линии.....	32
3.2.2 Выбор способа регулирования.....	35
3.2.3 Выбор технической реализации регулятора.....	36
3.3 Проектирование и конструирование устройства автоматического регулирования температуры в электропечах.....	36
3.3.1 Моделирование устройства регулирования температуры.....	36
3.3.2 Разработка схемотехники устройства регулирования температуры.....	48
3.3.3 Расчёт безотказности устройства регулирования температуры.....	51
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИИ ЗАКАЛКИ.....	54
4.1 Разработка алгоритма управления закалочной линии.....	54
4.2 Выбор устройства управления.....	55
4.3 Модернизация датчиков позиционирования.....	58
4.4 Разработка программы управления линией закалки.....	60

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	63
5.1 Расчет фактического годового фонда рабочего времени.....	63
5.2 Расчет сметы капитальных затрат.....	65
5.3 Расчет экономического эффекта.....	66
6 БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	67
6.1 Анализ опасных и вредных факторов, возможных при проектировании, производстве и эксплуатации объекта.....	69
6.2 Расчёт общего искусственного освещения производственного помещения.....	72
6.3 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях на пожаро-взрывоопасных объектах.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	77

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация производственных процессов с каждым годом углубляется и расширяется во многих отраслях промышленности, захватывает народное хозяйство, а также другие сферы. Современные машиностроительные заводы уже немыслимы без автоматических линий, установок, станков с ЧПУ, роботов и другого автоматизированного оборудования – все это значительно облегчило труд рабочих, снизило показатели травматизма на рабочем месте и т.д. Автоматизация производственных процессов позволяет резко повысить их производительность без потери качества выпускаемой продукции, использовать более рационально трудовые ресурсы, что в свою очередь приводит к экономии энергии и дает огромный экономический эффект, который всегда был главным показателем новой техники, а сегодня, в условиях рыночной экономики – тем более.

Автоматизация производственных процессов имеет, конечно, и свои недостатки. Такие как безработица, появление новых опасных и вредных факторов, свойственных внедряемому оборудованию, но это решаемые проблемы. Основной же проблемой является то, что все предприятия и различные научные институты и лаборатории находятся в глубоком экономическом кризисе, что очень тормозит развитие научной мысли и введение новейших технологий в производство.

Актуальность выбранной темы дипломной работы состоит в следующем. Процесс автоматизации машиностроения идет уже не одно десятилетие и оборудование, изготовленное несколько лет назад, уже морально устаревает. Если рассмотреть базовый комплект закалочной линии, то она имеет устройства управления, состоящие из реле, электромеханических счетчиков и т.д. Эти элементы электроавтоматики менее надежны, сложны в изготовлении и стоят дороже, трудоемки в переналадке на другие алгоритмы управления, имеют малое быстродействие и т.д.

Предлагаемый контроллер в качестве системы управления, лишен многих недостатков, значительно меньше по габаритным размерам, энергопотреблению и стоимости, также данный контроллер имеет устройство связи с персональным компьютером типа IBM PC. Кроме того, он имеет возможность расширения по числу входных и выходных сигналов.

Появление микропроцессорных средств обеспечило гибкую программную и программно-аппаратную реализацию алгоритмов функционирования СУ. Появилась возможность без особых затруднений вносить изменения и дополнения в управляющую программу.

Целью дипломной работы является повышение производительности линии закалки деталей, качества закаливаемых деталей, облегчения труда оператора.

Таким образом, для достижения указанной цели нужно решить следующие задачи: модернизировать систему управления, разработать способ регулирования температуры, обеспечить четкое управление технологическими параметрами для качественной закалки деталей.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Общие сведения о ПЛК

Программируемый логический контроллер, представляет собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.

Принцип работы ПЛК несколько отличается от «обычных» микропроцессорных устройств. Программное обеспечение универсальных контроллеров состоит из двух частей. Первая часть — это системное программное обеспечение. Проводя аналогию с компьютером можно сказать, что это операционная система, т.е. управляет работой узлов контроллера, взаимосвязи составляющих частей, внутренней диагностикой. Системное программное обеспечение ПЛК расположено в постоянной памяти центрального процессора и всегда готово к работе. По включению питания, ПЛК готов взять на себя управление системой уже через несколько миллисекунд. ПЛК работают циклически по методу периодического опроса входных данных.

1.2 Отечественные аналоги ПЛК

Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК150 предназначен для решения широкого спектра задач по автоматизации технологических процессов любой сложности. Это достигается за счет:

- поддержкой разнообразных стандартных интерфейсов и протоколов связи;
- большого количества дискретных входных и выходных сигналов;
- возможность расширения входов и выходов (как дискретных, так и аналоговых, путем подключения модулей ввода/вывода, в том числе сторонних производителей);
- возможность подключения средств отображения (индикаторных панелей, компьютеров и другого оборудования);
- надежной среды программирования CODESYS с библиотеками функциональных блоков (ПИД-регулятор с автонастройкой, блок управления 3-х позиционными задвижками и т.д.), диск с полнофункциональным дистрибутивом входит в комплект поставки;
- встроенных часов реального времени и встроенного аккумуляторного источника резервного питания.

Внешний вид контроллера представлен на рисунке 1.1.

Технические характеристики сведены в таблицу 1.1.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

220301.2016.068.00 ПЗ

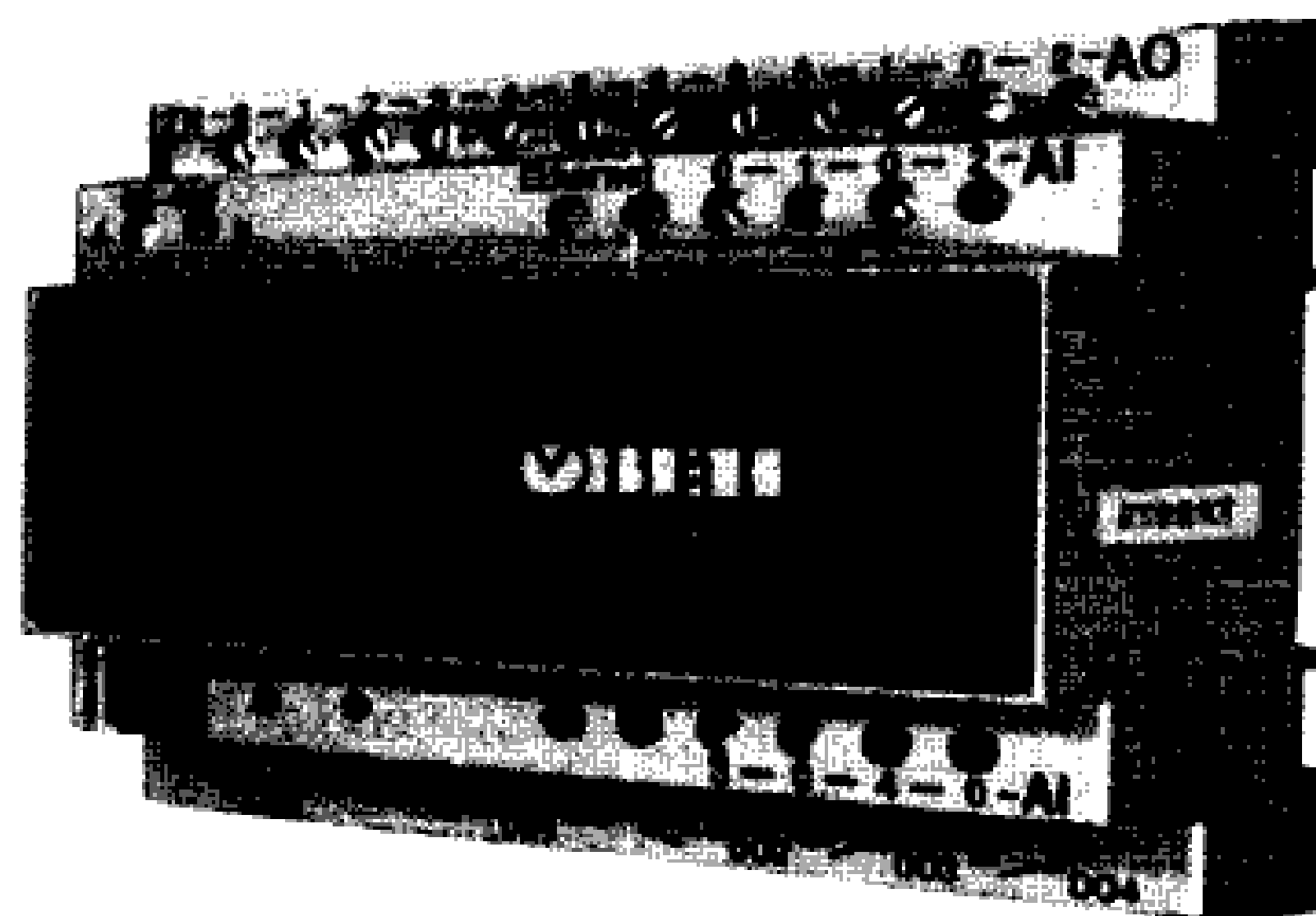


Рисунок 1.1 – ПЛК ОВЕН 150

Таблица 1.1 – Техническая характеристика ПЛК ОВЕН 150

Параметр	Значение
Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN-рейку (ширина 35 мм), длина 105 мм (6U), шаг клемм 7,5 мм
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания: ПЛК100-24 ПЛК100-220	18... 29 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В) 90... 264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47... 63 Гц
Потребляемая мощность, не более ПЛК100-24 ПЛК100-220	6 Вт 10 Вт
Индикация передней панели	1 индикатор питания 8 индикаторов входов 12 индикаторов выходов

Логический микропроцессорный контроллер ЛОМИКОНТ предназначен для решения задач управления в энергетической, химической, металлургической, строительной и других отраслях промышленности. Внешний вид представлен на рисунке 1.2.

Ломиконт может работать как на нижнем уровне крупной распределенной АСУТП (связываясь с ЭВМ верхнего уровня по каналу цифровой последовательной связи), так и автономно, решая комплекс задач логического управления, регулирования, представления и документирования информации о процессе управления.



Рисунок 1.2 – ПЛК Ломиконт

Ломиконт - программируемый контроллер, однако для работы с ним не требуются программисты: составлять для Ломиконта программу управления конкретным объектом может проектировщик системы управления, не знакомых с методами программирования, и работать с Ломиконтом может эксплуатационный персонал, связанный с обслуживанием традиционной релейной и аналоговой аппаратуры и не знакомый с вычислительной техникой.

Ломиконт оборудован переносным микропроцессорным портативным пультом с экраном, клавиатурой, встроенным вычислителем и собственным источником питания. Пульт входит в проектно-компонованную часть, что позволяет при желании заказать один пульт для нескольких контроллеров. Экран вмещает 160 буквенно-цифровых и специальных символов - 10 строк по 16 символов. Пульт имеет четырехпроводную цифровую связь с Ломиконтом по интерфейсу ИРПС. Клавиатура расположена на откидной передней крышке пульта, в закрытом состоянии предохраняющей экран от повреждений.

Ломиконт содержит встроенную непрерывно функционирующую программно-аппаратурную систему текущего контроля, обнаруживающую большинство возможных неисправностей. Контроль ведется на двух уровнях - аппаратном и программном. Текущий контроль основан на том, что выдача ложного управляющего сигнала приводит к значительно более серьезным последствиям, чем отсутствие требуемого сигнала. Поэтому выходной управляющий сигнал формируется только в том случае, если система контроля в каждом цикле подтверждает правильность результатов.

Ломиконт состоит из микропроцессоров с управлением, запоминающего устройства программ, блока оперативной памяти данных, устройства связи с объектом и панели оператора.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ломиконт ПЛМК-256, имеющий до 256 входов и выходов, осуществляет сбор, логическую и арифметическую обработку дискретных аналоговых и импульсных сигналов, поступающих с объекта управления, и формирует дискретные и аналоговые команды управления по законам алгебры логики и арифметических операций. Ломиконты с успехом могут заменять громоздкие релейные системы автоматики и расширять возможности автоматического регулирования путем программирования алгоритмов управления технологическим процессом. Программирование ведется по законам Булевой алгебры логики, как при синтезе релейно-контактных систем.

Ломиконт Л-110 - одиночный контроллер, рассчитанный на большое (до 900) число каналов ввода-вывода. Аппаратуру ломиконта Л-110 располагают в одном, двух или трех каркасах. Базовый комплект размещен в первом каркасе; во втором и третьем (и частично в первом) каркасах смонтированы модули УСО.

Ломиконт Л-112 - дублированный контроллер, состоящий по существу из двух связанных между собой контроллеров Л-110, один из которых находится в работе, а второй - в горячем резерве.

Таблица 1.2 – Основные данные ПЛК Ломиконт

Параметр	Значение
Число входов: дискретных аналоговых импульсных	до 512 до 128 до 8
Число выходов: дискретных аналоговых импульсных	до 256 до 64 до 32
Число таймеров	до 72
Число счетчиков	до 128
Коммутирующая способность выходных контактов	48V; 0,2A
Входные и выходные аналоговые сигналы	0-5; 0-20; 4-20mA; -10...+10V
Предел допускаемой основной погрешности	0,5%
Питание от однофазной сети переменного тока: напряжение частота	220V 50Hz

РЕМИКОНТ Р-130 - это компактный малоканальный многофункциональный контроллер общепромышленного назначения, обеспечивающий автоматическое регулирование и логическое управление технологическими процессами. Эффективность применения РЕМИКОНТ Р-130 обеспечивается за счет высокой надежности реализуемых

как простых, так и достаточно сложных функций управления небольшими агрегатами в низовых звеньях автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Приборостроительная промышленность выпускает РЕМИКОНТ Р-130 двух модификаций - регулирующей и логической.

Модель предназначена для решения задач автоматического регулирования технологических параметров. Логическая модель реализует логический режим программного пошагового управления. Регулирующая модификация позволяет реализовать локальное, каскадное, программное, супервизорное, многосвязное регулирование. Архитектура этой модели обеспечивает возможность вручную и автоматически включать, отключать, переключать и реконфигурировать контуры регулирования, причем все эти операции выполняются безударно независимо от сложности структуры. Внешний вид представлен на рисунке 1.3.

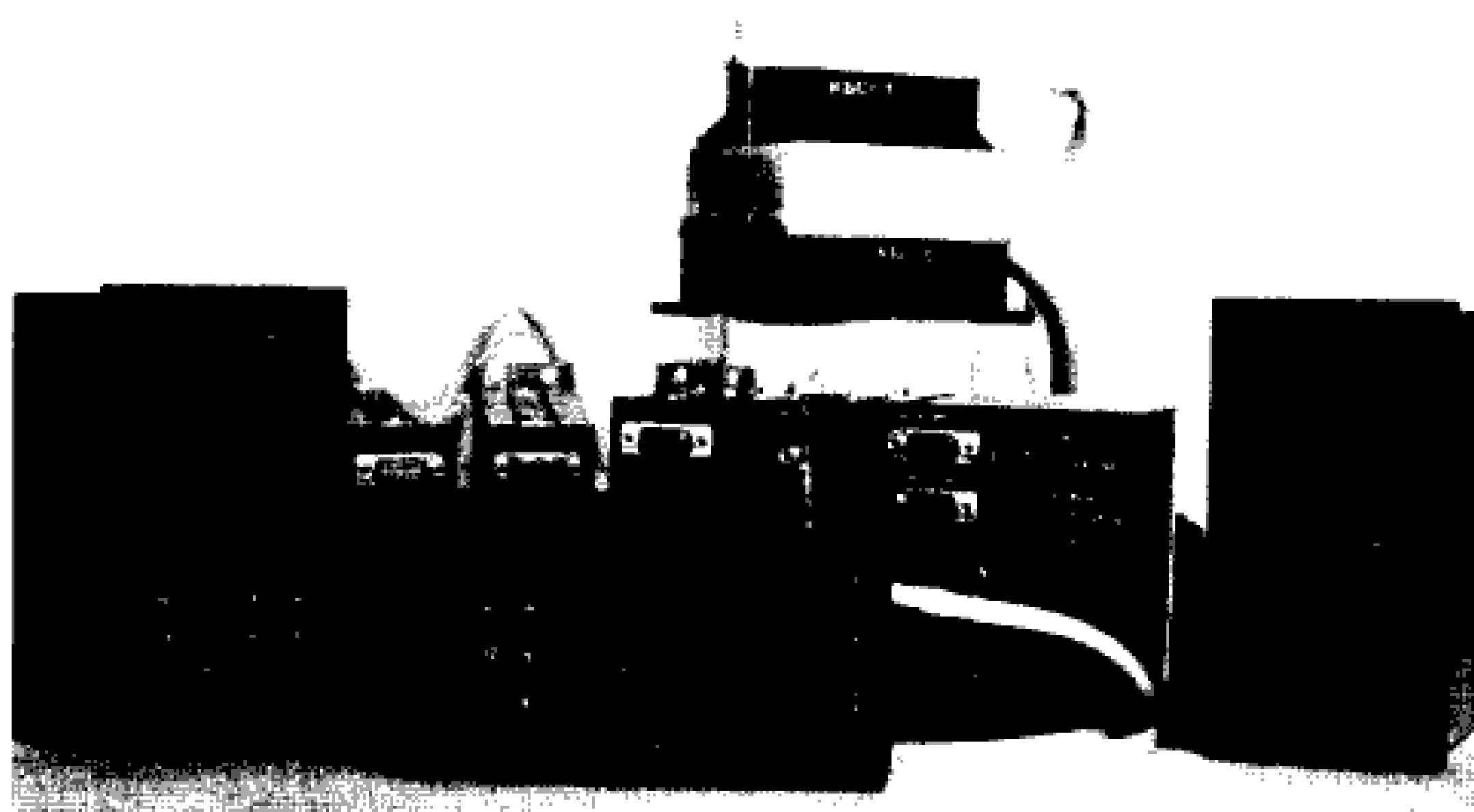


Рисунок 1.3 – ПЛК Ремиконт Р-130

Блок контроллера БК-1 выполняет функции:

- преобразования аналоговых и дискретных входных сигналов в цифровую форму;
- преобразования сигналов, представленных в контроллере в цифровой форме, в аналоговые и дискретные выходные сигналы;
- обработки поступающей информации в соответствии с требуемыми алгоритмами управления;
- обработки дискретных аварийных сигналов;
- приема и передачи сигналов через интерфейсный канал цифровой последовательной связи;
- оперативного контроля и управления с помощью индикаторов, и

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

клавиш, расположенных на лицевой панели блока. На задней панели блока БК-1 расположен легкоъемный аккумулятор, состоящий из 3 элементов, подключенных непосредственно к модулю процессора без разрушения информации.

Технические характеристики контроллера микропроцессорного Ремиконт Р-130 следующие.

Объем памяти: ПЗУ – 32 кбайт, ОЗУ – 8 кбайт, ППЗУ – 8 кбайт.

Текущее время (таймеры, программные задатчики и т.д.), постоянные времени, интервалы от 0 до 819 с, от 0 до 819 ч.

Время цикла – от 0.2 до 2 с.

Количество алгоблоков – 99.

Количество алгоритмов в библиотеке – 76.

Погрешности преобразования: АЦП - $\pm 0.4\%$; ЦАП - $\pm 0.5\%$.

Время сохранения информации при отключении питания – 10 лет.

Каналы интерфейсной связи – ИРПС или RS232C.

Скорость обмена – 1,2; 2,4; 4,8; 9,6 кбит/с.

Потребляемая мощность контроллера – 15 В А.

Напряжение питания – 220В или 240В переменного тока, 24В постоянного тока (при отсутствии блока БП-1).

Условия эксплуатации: температура от 1 до 45°C, влажность до 80%.

1.3 Зарубежные промышленные логические контроллеры

Промышленные контроллеры Mitsubishi Electric ALPHA открывают действительно новые возможности для создания современных систем управления. Разработанные для автоматизации промышленного оборудования, эти контроллеры обладают расширенными функциональными возможностями. Новейшие идеи, реализованные в ALPHA XL, позволили расширить как программные, так и аппаратные возможности устройств управления. В систему команд добавлены пятнадцать новых функциональных блоков (математические операции, функции передачи текстовых сообщений SMS&PWM). Объем памяти, предоставляемой пользователю для решения задач управления, увеличен до 200 функциональных блоков (почти в три раза). Аппаратные возможности новых контроллеров расширены за счет увеличения размеров встроенного дисплея, введением второго коммуникационного порта RS-232 и добавлением опций расширения, открывающих новые возможности, в том числе в обработке аналоговых сигналов, например, при контроле температурного режима. Внешний вид и устройство ПЛК Mitsubishi Electric ALPHA представлены на рисунке 1.4.

Состав контроллера:

- AL2-2DA - модуль расширения, 2 аналоговых выхода по току (4-20мА) или напряжению (0-10В), 12 бит.

- AL2-4EX - модуль расширения, 4 цифровых входа =24В.

- AL2-4EX-A2 - модуль расширения, 4 цифровых входа ~240В.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- AL2-4EYR - модуль расширения, 4 релейных выхода (2А).
- AL2-4EYT - модуль расширения, 4 транзисторных выхода (0,5А).
- AL2-EEPROM-2 - модуль расширения памяти.
- AL2-2PT-ADP - аналоговый вход для Alpha XL; PT100 0-10 В, 2 канала.
- AL2-2TC-ADP - аналоговый вход для Alpha XL; К-тип терморпары 0-10 В, 2 канала.
- AL2-ASI-BD - модуль ASI-интерфейса для Alpha XL.

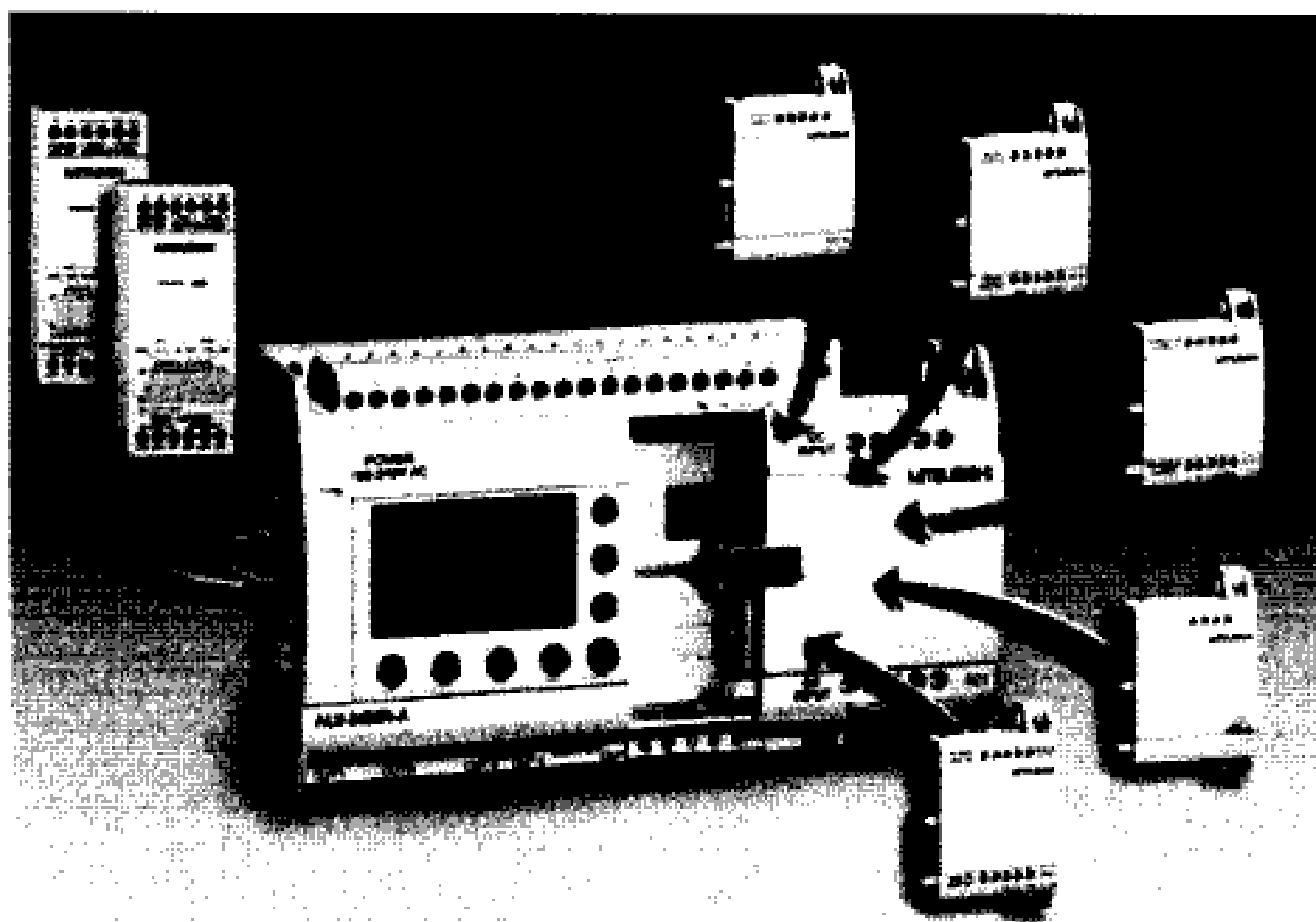


Рисунок 1.4 – ПЛК Mitsubishi Electric ALPHA AL2-10MR-A

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-200 предназначены для построения относительно простых систем автоматического управления, отличающихся минимальными затратами на приобретение аппаратуры и разработку системы. Контроллеры способны работать в реальном масштабе времени и могут быть использованы как для построения узлов локальной автоматики, так и узлов, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети Industrial Ethernet, PROFIBUS-DP, AS-Interface, MPI, PPI, MODBUS, системы телеметрии, а также через модемы. Внешний вид представлен на рисунке 1.5.

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-200 имеют:

- Сертификат Госстандарта России, подтверждающий соответствие требованиям стандартов ГОСТ Р.
- Метрологический сертификат Госстандарта России.
- Разрешение на применение федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

220301.2016.068.00 ПЗ

– Экспертное заключение о соответствии функциональных показателей интегрированной системы автоматизации SIMATIC S7 отраслевым требованиям и условиям эксплуатации энергопредприятий РАО “ЕЭС России”.

– Морские сертификаты Российского реестра, LRS, ABS, GL, DNV, BV, NK.

– Международные сертификаты DIN, UL, CSA, FM, CE.

– Программируемые контроллеры S7-200 характеризуются следующими показателями:

– Эффективное программирование на языках STL, LAD и FBD.

– Высокое быстродействие. Время выполнения 1К логических инструкций не превышает 0.22мс.

– Наличие конфигурируемых ретранзитных областей памяти для необслуживаемого сохранения данных при перебоях в питании контроллера.

– 3-уровневая парольная защита программы пользователя.

– Универсальность входов и выходов центральных процессоров: стандартные дискретные входы и выходы, входы скоростного счета, импульсные выходы.

– Нарастивание количества обслуживаемых входов и выходов за счет использования модулей расширения и/или систем распределенного ввода-вывода на основе AS-Interface.

– Универсальность встроенного интерфейса центральных процессоров: поддержка протоколов PPI/ MPI/ USS/ MODBUS, свободно программируемый порт.

– Наличие съемных клеммных блоков для подключения внешних цепей, упрощающих выполнение операций монтажа и замены вышедших из строя модулей.

– Поддержка обработки рецептурных данных.

– Использование картриджа памяти для регистрации данных и сохранения электронных версий технической документации.

– Возможность редактирования программы без перевода центрального процессора в режим STOP.

– Использование страничной адресации блоков данных.

Семейство объединяет в своем составе модули центральных процессоров; коммуникационные модули; модуль позиционирования EM 253; модуль весоизмерения, модули ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов; модули блоков питания.

Максимально может быть использовано 7 различных модулей расширения. Все модули способны работать в диапазоне температур от 0 до +55°C. Для более жестких условий эксплуатации могут использоваться модули семейства SIPLUS S7-200 с диапазоном рабочих температур от -25 до +70°C.

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

220301.2016.068.00 ПЗ

Таблица 1.3 – Технические характеристики

Параметр	Значение				
	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Центральные процессоры					
Объем памяти программ (EEPROM), КБ (вкл/выкл редактирование в режиме RUN)	4	4	8 / 12	12 / 16	16 / 24
Объем памяти данных, КБ	2	2	8	10	10
Время выполнения инструкций	0,2 мкс				
Арифметика с плавающей запятой	Поддерживается				
ПИД-регулирование	Поддерживается				
Скоростной счет, кГц	4x30 2x20	4x30 2x20	6x30 2x20	4x30 +2x200 2x100	6x30 2x20
Импульсные выходы, кГц	только в моделях с транзисторными выходными каскадами				
Количество таймеров / счетчиков / флагов	256 / 256 / 256				
Время хранения данных при отключении питания без/с буферной батареей	50 часов / 200 дней		100 часов / 200 дней		
Кол-во встроенных портов RS 485	1	1	1	2	2
Кол-во встроенных входов-выходов	6 DI + 4 DO	8 DI + 6 DO	14 DI + 10 DO	14 DI +10 DO 2 AI + 1 AO	24 DI + 16 DO
Кол-во модулей расширения, не более	–	2	7	7	7
Макс. кол-во входов-выходов системы	6 DI + 4 DO	40 DI + 38 DO; 8(0)AI + 2(4)AO	94 DI + 74 DO; 28(0)AI+7(14)AO	94 DI + 74 DO; 30(2)AI + 8(15)AO	128 DI + 120 DO; 28(0)AI + 7(14)AO

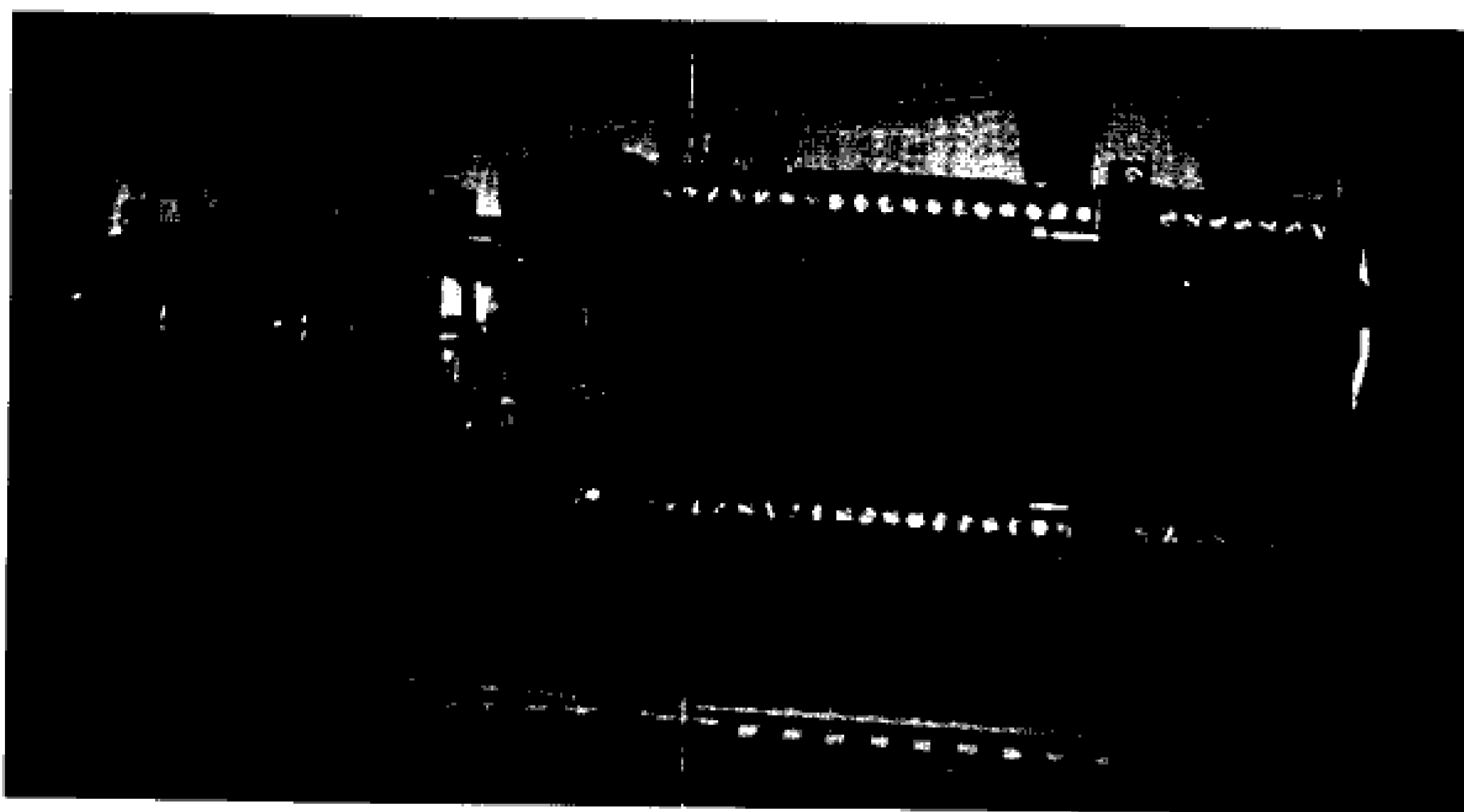


Рисунок 1.5 – ПЛК SIMATIC S7-200

Компания Allen Bradley — Rockwell Automation — Rockwell Software является одним из мировых лидеров по производству программируемых логических контроллеров (PLC), компонентов с управляющей логикой, программного обеспечения для промышленной автоматизации, устройств управления движением и электронных интерфейсов для операторов.

Контроллеры Allen-Bradley DataSite RTU для систем телемеханики и вычисления расхода. Создавая устойчивую к воздействию окружающей среды систему телемеханики, Вы убедитесь в том, что контроллеры DataSite являются прекрасным выбором для экстремальных условий эксплуатации, которые обычно встречаются в нефтяной и газовой промышленности, трубопроводах, системах передачи и распределения электроэнергии.

Контроллер DataSite RTU особенно хорошо подходит для работы в условиях, требующих широкого диапазона рабочих температур и малого энергопотребления, например, на удаленных объектах, где электроснабжение осуществляется от солнечных батарей или ветрогенераторов. Внешний вид контроллера представлен на рисунке 1.6.

Основные характеристики микроконтроллеров DataSite RTU:

- 32-битный процессор со встроенной многозадачной операционной системой реального времени (RTOS);

- Ввод/вывод: 8 аналоговых входов (2 из них с интерфейсом HART точка-точка), 2 аналоговых выхода, 8 дискретных входов, 4 дискретных выхода, 3 импульсных входа;

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- Встроенные интерфейсы: Ethernet, два последовательных порта (RS232/RS485), один порт HART с многоточечным режимом (multidrop). Поддержка Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP;
- 6Мб FLASH, 1Мб RAM и 32Кб памяти на сегнетоэлектриках (FeRAM) для долговременного хранения заданных параметров;
- Технология HiBeam обеспечивает функционирование в качестве веб-сервера и сервера событий. Просмотр и изменение данных контроллера через интернет при помощи стандартного браузера.



Рисунок 1.6 – ПЛК фирмы Allen-Bradley

Выводы по разделу один

В данной части проанализированы управляющие устройства – логические контроллеры отечественного и иностранного производства, применяемые в промышленности. Подробно рассмотрены особенности их применения, функциональные возможности и технические характеристики.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2 ОПИСАНИЕ ЗАКАЛОЧНОЙ ЛИНИИ

2.1 Характеристика устройства закалочной-отпускной печи и принцип её работы

Линия предназначена для закалки в масле и последующего высокого отпуска углеродистых и легированных стальных штамповок, отливок и т.д. массой до 40 кг с максимальным диаметром 350 мм, максимальной длиной 160 мм и максимальной массой 40 кг.

В состав линии входят:

1. Электродпечь толкательная;
2. Бак закалочный;
3. Электродпечь конвейерная;
4. Бак замоченный;
5. Система гидравлическая;
6. Пульты управления;
7. Шкафы управления.

Техническая характеристика линии

1. Установленная мощность линии:	976 – 1070 кВт
2. Установленная мощность нагревателей:	940 – 1034 кВт
3. Номинальная температура толкательной электродпечи:	1000 - 1050 °С
4. Номинальная температура конвейерной электродпечи:	650 - 700 °С
5. Число электрических зон толкательной электродпечи:	4
конвейерной электродпечи:	4
6. Допустимая температура нагрева масла в закалочном баке:	80 °С
7. Производительность при массе изделий в одном поддоне 145 кг:	1300 кг/ч
8. Периодичность проталкивания поддонов:	6.5 мин
9. Напряжение питающей сети:	380 В
10. Среда в электродпечах:	воздух
11. Среда в закалочном баке:	масло минеральное
12. Среда в замоченном баке:	вода
13. Расход воды:	36 м ³ /час
14. Удельный расход электроэнергии:	0.546 кВт*ч/кг
15. Мощность холостого хода:	151 кВт
16. Размеры рабочего пространства	
электродпечь толкательная:	
ширина	800мм
длина	900мм
высота	300мм
электродпечь конвейерная:	
ширина	1100мм

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

длина	11000мм
высота	300мм
17.Масса линии:	130т
18.Масса футеровки:	62.2т

В термолинии происходят следующие технологические процессы: закалка в масле и высокий отпуск.

Закалка – это термическая обработка, заключающаяся в нагревании, стали до температуры выше критической или температуры растворения избыточных фаз, выдержке и последующем охлаждении со скоростью, превышающей критическую.

Инструментальные стали подвергают закалке в основном для повышения твердости, износостойкости и прочности, а конструкционные для повышения прочности, твердости, достаточно высокой пластичности и вязкости, износостойкости.

Чтобы уменьшить хрупкость и напряжения, вызванные закалкой, стальные изделия во второй электропечи подвергают высокому отпуску.

Высокотемпературный отпуск проводят при температуре 500-680 °С. Отпуск полностью или частично устраняет внутренние напряжения, возникшие при закалке. Чем меньше скорость охлаждения после отпуска, тем меньше остаточных напряжений.

Основной частью закалочной линии являются конвейерные электропечи, назначение которых закалка в масле и высокий отпуск.

2.2 Принцип работы закалочной линии

Перед пуском линии все механизмы должны находиться в исходном положении, печи разогреты до рабочей температуры, вентиляторы конвейерной печи включены, система маслоохлаждения должна функционировать, конвейер замоченного бака работать. Только после выполнения этих условий оператор загружает поддон изделиями и нажимает кнопку, разрешающую начало цикла. Дальнейшая работа линии идёт автоматически.

Оператор загружает пустой поддон, нажимает кнопку, разрешающую начало очередного цикла проталкивания поддонов. По истечении цикла реле времени подаёт команду на подъём загрузочной заслонки. В крайнем положении заслонки 1SQ1, который подаёт команду на остановку заслонки и ход толкателя вперёд. Толкатель подаёт поддон в камеру печи, а вновь загруженный на его место. В крайнем положении толкатель воздействует на 1SQ2, который подаёт команду на возврат толкателя назад (в исходное положение). В исходном положении толкатель воздействует на 1SQ3, который подаёт команду на остановку толкателя, опускание загрузочной заслонки.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Закрытая заслонка воздействует на 1SQ4, который подаёт команду на отключение привода механизма подъёма заслонки. Одновременно 1SQ4 в совокупности с нажатым 1SQ12 (скиповая тележка к баке) выдаёт команду на подъём разгрузочной заслонки. В верхнем положении заслонки срабатывает 1SQ5, который отключает привод механизма подъёма заслонки и подаёт команду на включение привода таскателя.

Таскатель заходит в печь, захватывает поддон и в крайнем положении воздействует на 1SQ6, который подаёт команду на возврат таскателя с поддоном. Изделия высыпаются из поддона в закалочный бак. В крайнем положении таскатель воздействует на 1SQ7, который отключает привод таскателя и подаёт команду на опускание разгрузочной заслонки. Заслонка внизу воздействует на 1SQ8, который отключает привод механизма подъёма заслонки и выдаёт команду на включение конвейера возврата поддонов. При движении конвейер снимает поддон с ползунотаскателя и переносит в направлении загрузки. При этом поддон вызывает срабатывание 1SQ11. Отсутствие срабатывания 1SQ11 запрещает начало очередного цикла, блокируя открывание загрузочной заслонки, чем исключается авария, связанная с заталкиванием в печь очередного поддона при неисправности разгрузочных механизмов (поддон не извлечён). Поддон, находившийся на полпути электропечи, при этом приходит на сторону загрузки и укладывается на наклонные направляющие загрузочного стола, а конвейер при своём дальнейшем движении воздействует на 1SQ9, который подаёт команду на отключение привода конвейера и включение привода поворота направляющих. Направляющие опускаются и укладывают поддон на загрузочный стол. Поддон при этом воздействует на 1SQ10, который отключает привод направляющих и сигнализирует о наличии поддона на загрузочном столе.

Одновременно с ходом толкателя (назад) в исходное положение, подаётся команда на подъём тележки закалочного бака.

Необходимо следить за тем, чтобы возврат штока цилиндра таскателя в исходное положение по времени на 5...7 сек. Был больше подъёма скиповой тележки до верхнего положения (1SQ13).

1SQ13 подаёт команду на возврат тележки вниз (в бак). При движении тележки в бак при помощи кранового механизма включается элеваторный подъёмник окалины, т. е. он перемещается только в одном направлении и периодически.

Срабатывание 1SQ8, кроме отключения привода механизма подъёма заслонки и включения привода конвейера возврата поддонов, выдаёт команду на подачу масла в плунжеры натяжки конвейерной электропечи. С выдержкой времени 3...10 сек. отключается подача масла на плунжеры и включается гидропривод конвейера. Конвейер с изделиями перемещается в камеру электропечи. В крайнем положении цилиндра привода конвейера срабатывает 2SQ1, подающий команду на возврат цилиндра в исходное положение. В исходном положении цилиндр воздействует на 2SQ2 и отключается.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Из конвейерной электропечи изделия во время перемещения конвейера через разгрузочную горловину высыпаются в замочечный бак, где они охлаждаются в воде и с помощью конвейера выгружаются в транспортную тару.

Возможна также работа линии в ручном режиме.

2.3 Анализ тенденций развития систем управления термическими процессами на базе микропроцессорной и компьютерной техники

В машиностроении и металлургии стоит задача термообработки изделий разных размеров. Для ответственных изделий необходимо поддержание равномерного температурного поля на всей поверхности изделия, а также точное соблюдение графика термообработки, причем этот график может иметь довольно сложную форму.

В настоящее время перед разработчиками систем управления термическими процессами стоит задача создать систему, соответствующую, а по некоторым возможностям превосходящую известные зарубежные аналоги.

Работа в условиях цеха и необходимость отображения большого объема информации привели многие предприятия к решению использовать двухуровневую систему. Также высокий уровень промышленных помех и большая протяженность компенсационных проводов от датчиков температуры требуют гальванической развязки и хорошего фильтра.

Разрабатываемая система должна в автоматическом и (или) автоматизированном режимах, используя существующие возможности управления, обеспечивать термообработку заданной марки материала при максимальной производительности электропечного агрегата с ограничениями по удельному расходу электроэнергии и сохранности оборудования за счет ограничения токов с высокой стороны печных трансформаторов.

Управление термическими процессами в мощных электропечах с помощью локальных систем автоматизации не позволяет достичь технико-экономических показателей в связи с объективным влиянием технологического персонала на ход процесса. Основным путем решения проблемы является согласованное управление всеми сторонами процесса с помощью вычислительной техники.

Для достижения поставленной задачи необходимо решить ряд вопросов, главными из которых являются:

- 1) проведение обследования электропечи, разработка методов и средств борьбы с помехами в информационно-измерительных каналах;
- 2) системотехнический синтез системы, предусматривающий максимально возможный автоматический ввод информации в систему и использование датчиков и исполнительных механизмов с высокими метрологическими характеристиками и показателями надежности;

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

3) выбор надежной операционной системы и базовых программных средств для создания комплекса, практически не требующего обслуживания и сопровождения;

4) выдача задания на выполнение проектов привязки;

5) сопровождение проектирования и монтажа технического обеспечения;

6) разработка и внедрение информационной подсистемы;

7) исследование электропечи с помощью информационной подсистемы, разработка адекватной объекту управления математической модели и надежных алгоритмов управления;

8) разработка программного обеспечения с акцентом на надежность и удобство интерфейса оператора;

9) отладка, опытная эксплуатация и внедрение системы в промышленную эксплуатацию;

10) обучение и подготовка для работы с системой обслуживающего и эксплуатационного персонала.

Недооценка любого из приведенных вопросов, как показывает практика, приводит к тому, что разрабатываемые АСУТП не оправдывают возлагаемых на них надежд и в какой-то степени дискредитируют саму идею компьютерного управления сложными термическими процессами.

Применение двухуровневой системы в современном управлении термическими процессами дает следующие преимущества:

1) широкий выбор трансляторов и отладчиков;

2) возможность использования настольных компьютеров для написания и отладки управляющей программы без дополнительных технических средств;

3) наличие достаточного количества квалифицированных специалистов, знающих архитектуру IBM PC;

4) достаточная производительность для применения алгоритмов любой сложности.

Все это позволяет, в настоящее время, в сжатые сроки написать и отладить управляющую программу.

На многих предприятиях системы управления термическими процессами построены на программно-аппаратной базе 1993-94 годов, а выбор средств оптимизировался по критериям достижения максимальной надежности и функциональности в условиях жестких финансовых ограничений. Время подтвердило стратегическую и тактическую правильность принятых решений: переход к наиболее перспективным средствам автоматизации и вытеснение закрытых систем управления.

Дальнейшая автоматизация систем управления термическими процессами будет развиваться за счет расширения функциональных возможностей систем управления, разработки более гибкого математического и программного обеспечения с элементами искусственного интеллекта.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2.4 Анализ управляемости процессов закалки и высокого отпуска

Управление технологическим процессом осуществляется на основании получаемой информации – параметров, которые характеризуют какое-то свойство процесса.

В закалочной линии на технологический процесс влияют два важных технологических параметра: температура и скорость движения конвейерной ленты (для конвейерной печи); и температура и время прогрева деталей (для толкательной печи). Поддержание температуры на заданном уровне сказывается на качестве получаемой продукции как в процессе закалки, так и в процессе высокого отпуска. Скорость движения конвейерной ленты задает общую продолжительность прогрева деталей и влияет на твердость.

Продолжительность нагрева в печи должна обеспечить прогрев изделия по сечению и завершение фазовых превращений, но не должна быть слишком большой, чтобы не вызвать рост зерна и обезуглероживание поверхностных слоев стали.

Общая продолжительность нагрева:

$$\tau_{\text{общ}} = \tau_{\text{сп}} + \tau_{\text{ив}}, \quad (2.1)$$

где $\tau_{\text{сп}}$ – продолжительность сквозного прогрева до заданной (конечной) температуры; $\tau_{\text{ив}}$ – продолжительность изотермической выдержки при данной температуре, не зависящая от форм и размера изделия.

Для определения $\tau_{\text{общ}}$ пользуются справочными данными, эмпирическими формулами, но чаще используются опытные данные, которые приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Продолжительность нагрева изделий для закалки

Условия нагрева	Продолжительность нагрева на 1 мм сечения (или толщины изделия), с		
	Круглого	квадратного	прямоугольного
В электропечи	40-50	50-60	60-75

Эти данные не являются единственными, на некоторых заводах приняты следующие скорости нагрева на 1 мм сечения: в электропечи 1,5-2 с.

Величина $\tau_{\text{ив}}$ должна быть минимальной, но должна обеспечивать завершение фазовых превращений в стали и необходимую концентрацию углерода и легирующих элементов в аустените.

Продолжительность изотермической выдержки при заданной температуре для деталей машин часто принимают равной 15-25 % от продолжительности сквозного прогрева.

На термическую обработку деталей влияет также и среда нагрева. Так в электрических печах взаимодействие печной атмосферы с поверхностью нагреваемого изделия приводит к окислению и обезуглероживанию стали.

Охлаждение при закалке должно обеспечивать получение структуры мартенсита в пределах заданного сечения изделия (определенную прокаливаемость) и не должна вызывать закалочных дефектов: трещин, деформаций, коробления, и высоких растягивающих остаточных напряжений в поверхностных слоях.

Управление технологическим процессом представляет собой информационный процесс, обеспечивающий выполнения какого-либо материального процесса и достижение их определенных целей. В автоматизации технологического процесса всегда имеется определенная доля ручного физического труда, она зависит от степени совершенства самого процесса. Чем он совершеннее, тем меньше доля ручного труда, расходуемого в управлении.

Для обоснования модернизации линии закалки проведем его анализ по двум показателям:

- управляемость;
- сложность.

Управляемость закалочной линии можно разделить на два уровня: управление технологической операцией и управление технологическим процессом.

На уровне управления технологической операцией (закалка в масле, высокий отпуск) происходит получение информации о выпуске деталей, технологических потерях и браке, параметрах технологических операторов, контрольных измерениях температуры в тепловых зонах, масла, фильтрация полученной информации, а также контроль соответствия режима функционирования операции термообработки контрольным границам. Обычно перечисленных функций достаточно, чтобы управлять относительно простыми технологическими операциями.

На уровне управления технологическим процессом термообработки осуществляется управление процессом сбора информации с технологических операций и её интеграции. При получении информации проверяют соответствие математической модели процесса термообработки реальному ходу технологического процесса.

Сложность объекта автоматизации определяется числом элементов, входящим в него, и связей между ними. Известны несколько критериев классификации автоматизированных систем управления.

Основные функциональные признаки системы управления линии закалки – управление по программе с предварительно заданными воздействиями, измерение, индикация, регистрация и регулирование параметров, а также выполнение логических операций.

Таким образом, система управления относится к классу АСУ технологическими установками, агрегатами или процессами со средним числом контролируемых, регулируемых и оптимизируемых параметров.

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220301.2016.068.00 ПЗ				

2.5 Обзор современных компьютерных систем управления

Для правильного выбора устройства управления необходимо знать технические характеристики распространенных устройств управления.

Далее приведем характеристику наиболее широко распространенных ПК [<http://www.platan.ru/shem/index.html/>].

ПК типа "Фудзилог"- расширяемый по входам и выходам мини-ПК, предназначенный для автоматизации промышленных механизмов малой и средней сложности. Он состоит из основного процессорного блока, включающего 24 входа и 16 выходов, а также трех дополнительных расширительных блоков на 16 входов и 8 выходов или только на 16 входов. Таким образом, можно компоновать систему в диапазоне 47-112 входов/выходов.

Выходные блоки выполняются в трех вариантах: релейные выходы (типа R), семисторные (типа S) и транзисторные (типа T). Нагрузочная способность всех выходов - 2А при переменном напряжении 220В; постоянного напряжения 30В для типа R, переменного от 80 до 220В для типа S и от 19 до 60В для типа T.

Емкость памяти 1024 шага, что позволяет реализовать различные алгоритмы управления оборудования. Рабочая программа хранится в памяти типа EPROM с ультрафиолетовым стиранием.

Система команд 7 базовых инструкций, позволяющих реализовать простые функции типа И, ИЛИ, НЕ и др., а также 8 функциональных инструкций.

Существенные недостатки кроются в организации процессорного модуля. Такими недостатками являются: программное обеспечение низкого уровня, не позволяющее реализовать сложные алгоритмы управления; отсутствие возможности реализации управления непрерывными процессами; недружественный с РС интерфейс.

ПК типа NS-915 производства Чехословацкой фирмы "Тесла" нашел широкое распространение в отечественном машиностроении, для реализации управления различным технологическим оборудованием.

Основные технические характеристики:

- 1) Объем памяти хранения программ до 4 Кб 16-ти разрядных слов. Память статического типа с подпиткой от аккумулятора
- 2) Количество входов/выходов до 512 в зависимости от конфигурации
- 3) Время выполнения команды около 5 нс.

В состав контроллера входят следующие модули:

модуль устройства сравнения СА-25;

модуль логического оператора NL-04;

модуль арифметического устройства NN-03.

Эти три блока образуют центральный модуль, выполняющий операции считывания и обработки команд, запрос состояния адресуемых операндов, передачу управляющих сигналов на выходные регистры, слежение за порядком обработки программы.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Модуль входной 1В-19, позволяющий подключать 16 сигналов (24В, 0.01мА). Всего может быть подключено 16 таких модулей, т.е. 256 входов.

Модуль выходной OS-11 для подключения 16-ти устройств (24В, 0.2А). Всего может быть подключено до 16 таких модулей, т.е. 256 выходов.

Система команд содержит 20 команд которые можно разбить на 4 группы: базовые логические инструкции, инструкции ветвления, инструкции переноса и арифметические инструкции.

Комплекс ПК с количеством входов/выходов от 32 до 248 типа "МикроДат" является одной из первых отечественных мини-ПК модульного типа. Этот ПК представляет собой один или два блока выполненных на базе настенных компоновочных каркасов.

В состав ПК входят следующие модули:

модуль процессора;

модули ввода дискретных сигналов постоянного и переменного тока;

модули вывода дискретных сигналов постоянного и переменного тока;

модуль ввода импульсных сигналов;

модуль вывода непрерывных сигналов;

модуль последовательного ввода/вывода;

модуль адаптера;

расширители ввода/вывода до 32, 64, 128 сигналов.

Используется язык символьного кодирования, основанный на аппарате алгебры логики, поэтому исходное описание алгоритма работы электроавтоматики рекомендуется выполнять в релейно-контактном варианте.

Контроллер Micro-PC. Благодаря оригинальной концепции, принятой в Octagon, изделия этой фирмы в настоящее время являются одними из наиболее устойчивых к воздействию жестких внешних факторов на рынке встраиваемых персональных ЭВМ. Данная концепция обеспечивает высокий уровень надежности и функциональности. [1]

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

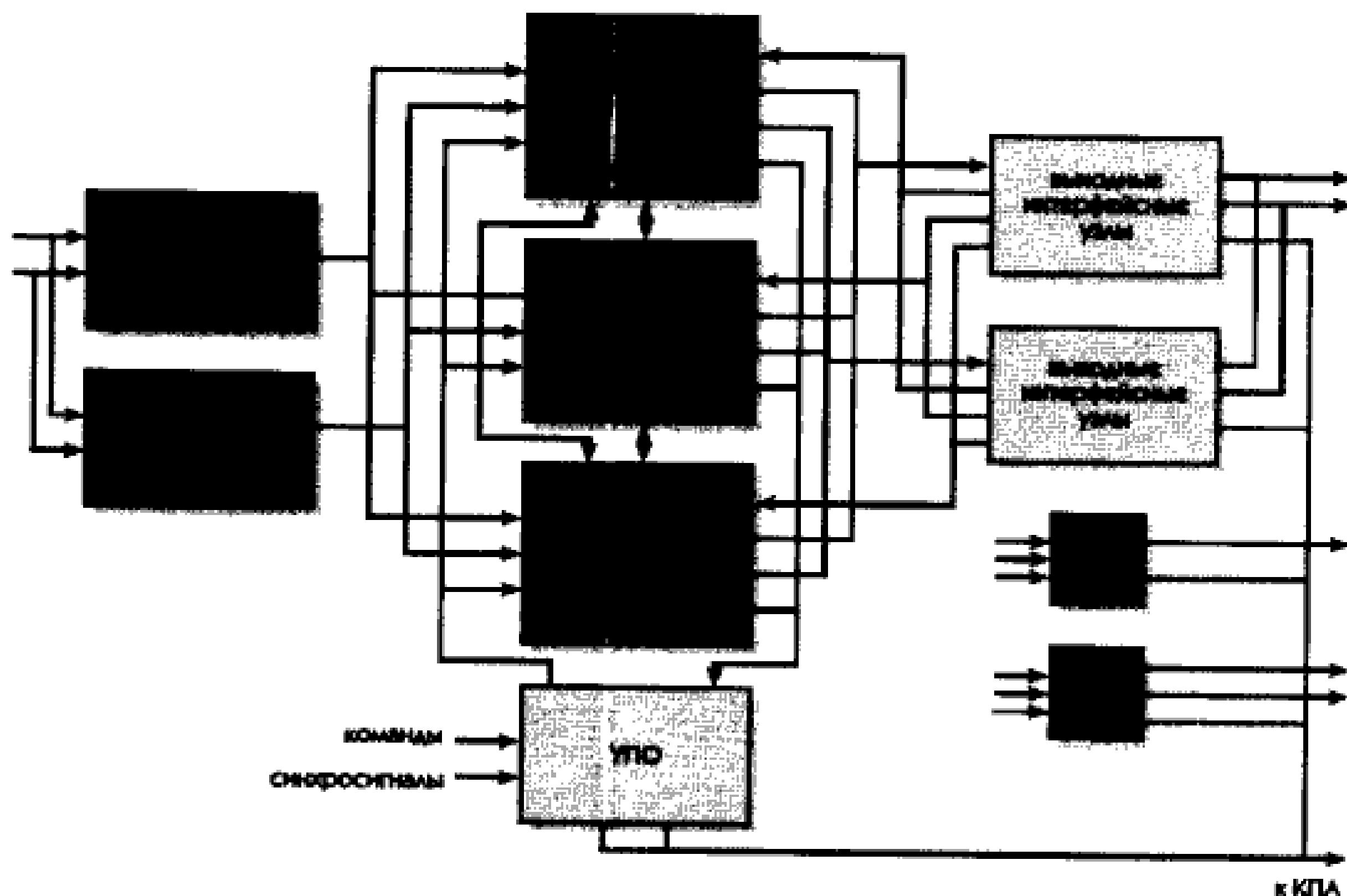


Рисунок 2.1 - Структурная схема контроллера

PC-совместимая архитектура и лежащая в ее основе системная магистраль ISA, проявили себя в качестве одного из наиболее распространенных стандартных решений в мире. Вычислительные системы фирмы Octagon нашли применения более чем в 35 странах.

Модули ЦП Octagon, могут устанавливаться в комнатные конструктивы, в то же время они очень устойчивы к воздействию климатических, механических факторов сохраняя работоспособность в диапазоне температур -40 до +85 градусов С, выдерживая одиночные удары до 20д и вибрацию 5д.

Благодаря применению элементной базы, изготовленной по RMON технологии, существенно снижено потребление энергии. Необходимо всего один источник питания 5 В, как правило, не требуется использование принудительного охлаждения.

Изделия Octagon имеют среднее время наработки на отказ от 10,27 до 26,25 лет; т.о. оборудованный Octagon гарантирует исключительную надежность.

Простота эксплуатации обеспечивается не только наличием библиотек базового ПО и документации содержащей указания по применению изделий, но также тем, что в системное ПЗУ модулей процессора помещена автоматически загружаемая ОС ROM-DOS, совместимая с MS-DOS. При этом не требуется производить каких-либо изменений положения переключателей.

Достаточно установить свою прикладную программу, и вы сразу готовы к работе. Таким образом, можно выделить положительные моменты:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220301.2016.068.00 ПЗ					Лист
										28

расширенный диапазон t от -40 до $+85^{\circ}\text{C}$;
малые, по сравнению с традиционными периферийными модулями,
габаритные размеры;
малое электропотребление;
гарантированная устойчивость к воздействию агрессивных сред, вибрации
и одиночных ударов;
высокая надежность;
простота в эксплуатации.

2.6 Техническое задание на проект

2.6.1 Наименование и область применения объекта автоматизации закально-отпускной линии – линия конвейерного типа.

Главными задачами данной линии являются закалка в масле и высокотемпературный отпуск стальных изделий. Область применения объекта автоматизации: металлургия, машиностроение, кузнечнопрессовое производство.

2.6.2 Основание для разработки

На основании задания кафедры кафедра ТПиОМП Южно-Уральского государственного университета, утвержденного приказом по университету, на разработку дипломного проекта на тему “Система автоматического управления линии закалки деталей”.

2.6.3 Цель и назначение разработки

Целью разработки является модернизация процесса термической обработки стальных изделий. В связи с ростом требований к деталям, изменяется подход к их обработке. Требуется более точное соблюдение технологического процесса. Разработки в этой области идут по пути создания системы управления на базе регулирующих программируемых контроллеров, которые в составе системы управления придают ей большую гибкость, точность соблюдения технологического процесса, удобство в работе.

2.6.4 Условия эксплуатации модернизированной системы управления

Климатические условия эксплуатации:
температура окружающего воздуха в диапазоне (от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$)
– относительная влажность не более 69 %
– атмосферное давление от 84 до 107 кПа
– запыленность не более 5 мг/м^3
– освещенность 120 – 170 Люкс

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Механические условия:

- уровень шума допустимый 76 дБ
- наличие помех от магнитных полей не должны превышать значения 250 мВб/м²

Условия питания системы:

- напряжение питания трёхфазным переменным током должно быть в пределах: (380 ± 20) В
- частота питающей сети должна быть (50 ± 2) Гц

2.6.5 Технические требования

Система управления должна соответствовать нормативно-технической документации по ГОСТ 13045-81 и требованиям Госгортехнадзора.

Монтаж приборов и электроаппаратуры, расположенной в шкафах электроавтоматики должен быть выполнен в соответствии с документацией на шкафы. Монтаж приборов и средств автоматизации, расположенных вне шкафов, монтаж электрических и трубных проводок необходимо выполнить в соответствии со схемой внешних проводок.

2.6.6 Стадии и этапы разработки

- Получение задания на разработку дипломного проекта.
- Сбор документации и анализ технологии термической обработки.
- Анализ путей модернизации системы управления линии.
- Разработка структуры системы управления.
- Выбор устройства управления и других технических средств системы управления.
- Разработка схемы подключения устройства управления.
- Разработка информационной структуры и программного обеспечения.
- Контроль и сдача дипломного проекта.

2.6.7 Порядок контроля и приемки.

Для контроля и приемки модернизированной системы управления создаются комиссии: со стороны подрядчика – сдаточная комиссия, а со стороны заказчика – приемочная. Для оценки работоспособности системы производятся испытания согласно методике проведения подобных испытаний.

Пробная партия изделий подвергается обработке в стандартных условиях реального производственного процесса. Изделия, прошедшие обработку, в результате пробных испытаний, подвергаются анализу на соответствие техническим параметрам.

Если параметры соответствуют норме, то подписывается приемно-сдаточный акт. Предоставляется вся сопроводительная документация заказчику.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Выводы по разделу два

в данной части рассмотрено устройство и принцип работы закалочной линии, определены цели разработки дипломного проекта, а также условия эксплуатации линии закалки, стадии и этапы разработки.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

3 МОДЕРНИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИИ ЗАКАЛКИ

3.1 Модернизация структуры системы управления линии

На линии закалки осуществляются следующие технологические операции:

- нагрев под закалку в масле;
- закалка в масле;
- высокий отпуск деталей.

Детали, поступающие в толкательную электропечь (закалочную), перемещаются по ней и нагреваются до температуры 1000 °С. После закалки деталей в масле, они помещаются в конвейерную (отпускную) электропечь и нагреваются до температуры 650 °С.

Электропечи состоят из четырёх тепловых зон каждая. В каждой зоне находятся электронагреватели и термопары.

Структурная схема модернизированной системы управления приведена на листе №3 графической части работы.

Модернизация системы управления линии закалки заключается в подключении программируемого контроллера. Входные сигналы обрабатываются специальной программой, которая с соответствия с поступившей информацией подаёт сигналы на выход к исполнительным устройствам.

Контроллер связан с машиной верхнего уровня через плату последовательной связи RS-232C для обеспечения ввода-вывода и редактирования программ пользователя, ввода-вывода информации для управления технологическими процессами.

3.2 Модернизация подсистемы автоматического регулирования температуры в электропечах закалочной линии

3.2.1 Определение математической модели устройства регулирования температуры в электропечах закалочной линии

Одним из наиболее сложных этапов при проектировании локальной замкнутой САР (систем автоматического регулирования) является получение математической модели объекта управления (то есть его идентификация). Для определения математической модели объекта управления и других устройств неизменяемой части системы используем материалы производственной практики и литературные источники, в которых приводятся конкретные сведения по статике и динамике элементов системы (прежде всего объекта управления). Это могут быть аналитические зависимости или экспериментально полученные данные.

Для получения математической модели объекта регулирования воспользуемся теоретическим методом.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Для объектов такого типа для упрощения расчетов принят ряд допущений:

1) Объект считается однородным и обладающим высокой теплопроводностью.

2) Считается, что количество тепловой энергии, отдаваемой объектом в окружающую среду пропорционально разности температур в начальный и конечный момент времени.

3) Окружающая среда обладает бесконечной теплоемкостью, т.е. при отдаче тепла температура среды существенно не меняется.

Опишем с помощью законов физики математическую модель печи.

На рисунке 3.1 показана тепловая модель печи. Часть энергии (dQ_1), полученной телом от внешнего источника расходуется на нагрев тела (dQ_2) а часть в результате тепловых потерь уходит в окружающую среду (dQ_3).

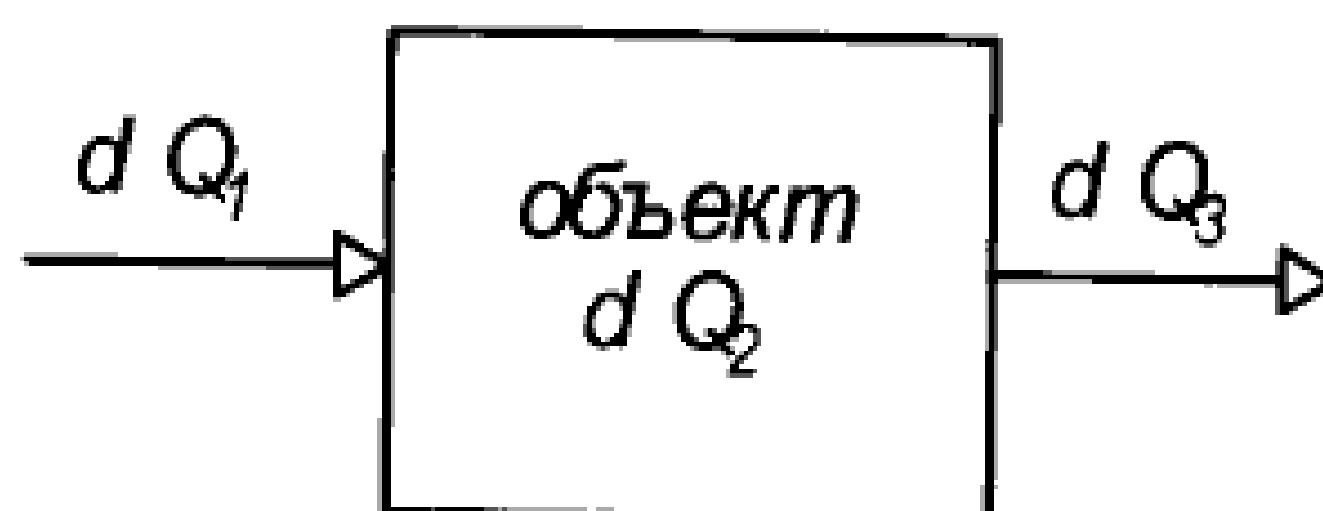


Рисунок 3.1 Тепловая модель прокаточной печи

dQ_1 - тепловая энергия подводимая к объекту; dQ_2 - тепловая энергия, идущая на нагрев; dQ_3 - тепловая энергия, отдаваемая в окружающую среду.

Энергия, подводимая к телу, описывается формулой:

$$dQ_1 = \Delta P \cdot dt, \quad (3.1)$$

где dt – время, в течении которого подводится энергия.

Энергия, идущая на нагрев, описывается формулой:

$$dQ_2 = c \cdot dt, \quad (3.2)$$

где c – коэффициент теплоемкости,

dt - изменение разности температур объекта и среды за интервал времени dt .

Энергия, отдаваемая в окружающую среду, описывается формулой:

$$dQ_3 = A \cdot \tau \cdot dt, \quad (3.3)$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

где A – коэффициент теплоотдачи,
 τ - разница температур объекта и среды ($\tau = \Theta_{об} - \Theta_{ср}$)
 dt - время, в течении которого подводится энергия
 Составим уравнение теплового баланса:

$$dQ_1 = dQ_2 + dQ_3 \quad (3.4)$$

Подставив в уравнение теплового баланса формулы (3.1),(3.2),(3.3), получим:

$$\Delta P \cdot dt = c \cdot d\tau + A \cdot \tau \cdot dt, \quad (3.5)$$

разделим обе части уравнения (13) на $A \cdot dt$ и получим

$$\frac{C}{A} \cdot \frac{d\tau}{dt} + \tau = \frac{\Delta P}{A} \quad (3.6)$$

Формула (3.6) является дифференциальным уравнением, описывающим тепловые процессы в печи.

При разработке модели объекта управления используем различные упрощения и представим его сочетанием типовых динамических звеньев. Например, объекты регулирования, обычно обладающие инерционностью, представляют в виде инерционного звена первого или второго порядка. Пространственное распределение регулируемой величины в конструкции объекта может учитываться в модели звеном чистого запаздывания.

Итак, объект представляет собой апериодическим звеном первого порядка с запаздыванием:

$$W_{об}(p) = \frac{k_{об}}{(T_{об}p + 1)} e^{-\tau_{об}p},$$

где $k_{об}$ - коэффициент передачи объекта;

$T_{об}$ - постоянная времени объекта;

$\tau_{об}$ - запаздывание.

$T_{об}$, $\tau_{об}$, $k_{об}$ определяем, используя кривые разгона печей /15/ и пользуясь теорией, изложенной в /12/.

Толкательная электропечь: $T_{об} = 3 \text{ ч} = 10800 \text{ с}$, $\tau_{об} = 3 \text{ мин} = 180 \text{ с}$, $k_{об} = 5 \text{ }^\circ\text{C/кВт}$ (1-я зона), $k_{об} = 10 \text{ }^\circ\text{C/кВт}$ (2-я зона), $k_{об} = 15 \text{ }^\circ\text{C/кВт}$ (3-я, 4-я зоны).

Конвейерная электропечь: $T_{об} = 2,6 \text{ ч} = 9360 \text{ с}$, $\tau_{об} = 3,5 \text{ мин} = 210 \text{ с}$, $k_{об} = 4 \text{ }^\circ\text{C/кВт}$ (1-я зона), $k_{об} = 9 \text{ }^\circ\text{C/кВт}$ (2-я, 3-я, 4-я зоны).

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2.2 Выбор способа регулирования

Для систем автоматического управления существует три основных способа регулирования [13]:

- регулятор, построенный на типовом звене (пропорциональный, интегральный, дифференциальный);
- регулятор, построенный на синтезе типовых звеньев (пропорционально-интегральный, пропорционально-дифференциальный, пропорциональный интегрально-дифференциальный и т.д.)
- позиционный регулятор (работающий по принципу «включил – выключил»)

Данная, достаточно простая, система, не требует от регулятора сложных преобразований, поэтому способ регулирования, основанный на сложных регуляторах построенных на синтезе типовых звеньев отпадают. Способ регулирования основанный на использовании стандартных регуляторов потребует соответствующих дорогостоящих исполнительных устройств, способных за малое время отработать задающий сигнал с регулятора. Остаётся самый простой способ регулирования с помощью позиционного регулятора. Системы автоматического регулирования, основанные на этом способе при соответствующих настройках, обеспечивают высокое качество регулирования и имеют не высокую стоимость, что тоже немаловажно.

Для данной подсистемы аналогового регулирования единственный параметр, который можно регулировать – температура нагревательного элемента. Все остальные параметры (температура окружающей среды, давление, влажность воздуха в помещении, скорость движения воздуха) следует оставить неизменными, так как их изменение усложнит математическую модель и потребует использования в подсистеме сложных регуляторов, что усложнит настройку и увеличит стоимость подсистемы.

Позиционные регуляторы обеспечивают хорошее качество регулирования для объектов с малым запаздыванием, не требуют настройки и просты в эксплуатации. Данные типы регуляторов еще называют Т- регуляторами. Они бывают с двухпозиционным и трехпозиционным законом регулирования. Двухпозиционные имеют дискретную выходную величину Y типа вкл/выкл. Т-регулятор включает или выключает выходное реле в зависимости от того, достигла или не достигла регулируемая величина заданного значения.

Исходя из соотношения $\tau_{об} / T_{об}$ выбираем тип регулятора. Так как $\tau_{об} / T_{об} < 0,1$ (объект с инерционностью и малым запаздыванием), то в данной САР Т-регулятор применять можно.

К недостаткам Т- регуляторов можно отнести то, что они практически неприменимы для систем с существенным транспортным запаздыванием $\tau_{об} > 0,2 T_{об}$ и для объектов без самовыравнивания, так как регулируемая величина далеко выходит за необходимые пределы регулирования.

						220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			35

3.2.3. Выбор технической реализации регулятора

Автоматические регуляторы, предназначенные для воспроизведения назначенного закона регулирования, делятся на две большие группы: регуляторы с аппаратной (схемной) реализацией закона регулирования и регулятора с программной реализацией (цифровые регуляторы).

По степени универсальности аппаратные (аналоговые) регуляторы делятся на два типа: регуляторы одной регулируемой величины (температуры, давления, расхода и т.д.) и универсальные регуляторы с унифицированными входными и выходными сигналами.

В данной дипломной работе для поддержания температуры используется аппаратный двухпозиционный терморегулятор.

3.3 Проектирование и конструирование устройства автоматического регулирования температуры в электропечах

3.3.1 Моделирование устройства регулирования температуры

Модель – специфическая форма отражения объекта при которой отражаются те свойства и закономерности объекта управления, которые важны в данном технологическом процессе. Для правильного управления объектом нужно знать закономерности существующими между входными и выходными характеристиками.

Автоматическая система регулирования с двухпозиционным регулятором (рисунок. 3.2) является наиболее характерным представителем нелинейных систем. Выбор двухпозиционного закона регулирования объясняется следующими фактами: наличием дискретных сигналов с датчиков, не критичность к точности поддержания заданной температуры, наличием исполнительных устройств с двумя состояниями: включено и выключено.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

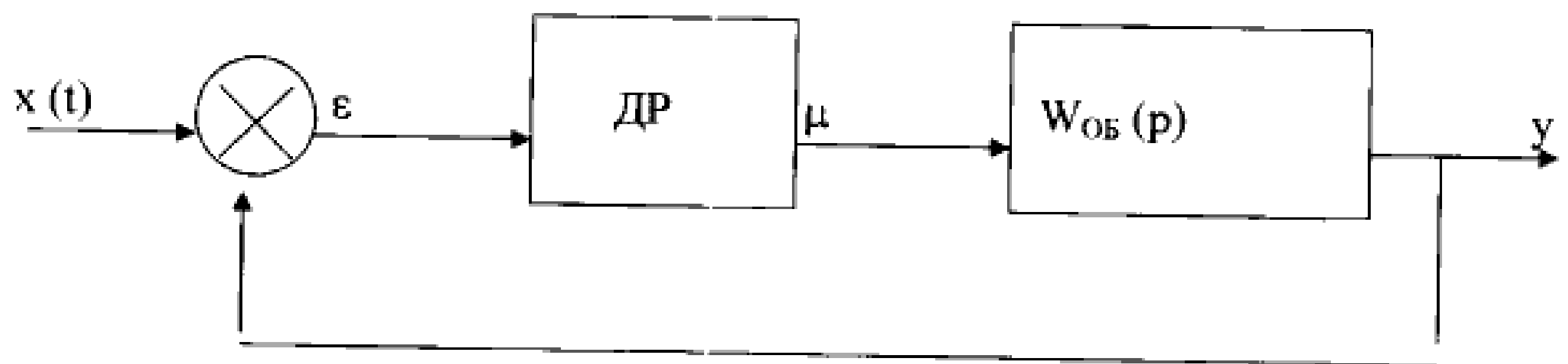


Рисунок. 3.2 Структурная схема АСР с двухпозиционным регулятором

В системе 2 электропечи (толкательная и конвейерная), каждая из которых разделена на 4 тепловых зоны. В каждой зоне поддерживается своя температура (кроме последних 2-х зон каждой электропечи, в которых поддерживается одинаковая температура) для поддержания заданного графика термообработки. Поэтому определим переходные процессы различных зон электропечей

Толкательная электропечь

1) первая зона

$$T_{об} = 10800 \text{ с}; \tau_{об} = 180 \text{ с}; k_{об} = 5 \text{ }^\circ\text{C/кВт}; \Theta_{зд} = 450 \text{ }^\circ\text{C}$$

фазное напряжение $U = 220 \text{ В}$; сопротивление нагревателя $R = 0,866 \text{ Ом}$

При включении регулятора количество энергии Q_1 в единицу времени, выделяемой нагревателем

$$Q_1 = 3 \cdot Q_{\Phi} = 3 \cdot U \cdot U / R = 167,7 \text{ кВт.}$$

Найдем необходимое количество энергии для поддержания заданного значения температуры. Так как в установившемся состоянии $Q_{зд} = k_{об} \Theta_{зд}$:

$$\Theta_{зд} = Q_{зд} / k_{об} = 90 \text{ кВт}$$

Находим регулирующее воздействие регулятора в относительных единицах при его включении:

$$B_1 = (Q_1 - Q_{зд}) / Q_{зд} = (167,7 - 90) / 90 = 0,86$$

и выключении:

$$B_2 = Q_{зд} / Q_{зд} = 1$$

Зона нечувствительности регулятора (устанавливаем сами):

$$2a = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220301.2016.068.00 ПЗ					Лист
										37

или в относительных единицах:

$$2a = 4 \text{ C}^\circ / 450 \text{ C}^\circ = 0,008$$

Коэффициент передачи в относительных единицах [12]:

$$k_{об} = 1$$

Находим длительность включения нагревательного элемента:

$$t_1 = 180 + 10800 * \ln((1 + 0,86) - (1 - 0,004) * e^{-180/10800}) / (0,86 - 0,004) = 524 \text{ с}$$

Длительность пауз:

$$t_2 = 180 + 10800 * \ln((1 + 0,86) - (0,86 - 0,004) * e^{-180/10800}) / (1 - 0,004) = 447 \text{ с}$$

Период колебаний:

$$T_{пер} = 524 + 447 = 971 \text{ с}$$

Диапазон колебаний регулируемой величины:

$$\Delta x = 1,86 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,008 * e^{-180/10800} = 0,045$$

или в абсолютных единицах:

$$\Delta x = 0,045 * 450 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Положительная и отрицательная амплитуда колебаний регулируемой величины соответственно равны:

$$x_1 = (1 - e^{-180/10800}) + 0,004 * e^{-180/10800} = 0,024$$

$$x_2 = 0,86 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,004 * e^{-180/10800} = 0,021$$

или в абсолютных единицах:

$$x_1 = 0,024 * 450 = 11 \text{ }^\circ\text{C}; \quad x_2 = 0,021 * 450 = 9 \text{ }^\circ\text{C}$$

Полученный разброс температуры удовлетворяет технологическому процессу.

2) вторая зона

$$T_{об} = 10800 \text{ с}; \quad \tau_{об} = 180 \text{ с}; \quad k_{об} = 10 \text{ }^\circ\text{C/кВт}; \quad \Theta_{зд} = 850 \text{ }^\circ\text{C}$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

фазное напряжение $U = 220 \text{ В}$; сопротивление нагревателя $R = 0,98 \text{ Ом}$

При включении регулятора количество энергии Q_1 в единицу времени, выделяемой нагревателем

$$Q_1 = 3 \cdot Q_{\Phi} = 3 \cdot U^2 / R = 148,2 \text{ кВт}$$

Найдем необходимое количество энергии для поддержания заданного значения температуры. Так как в установившемся состоянии $Q_{\text{зд}} = k_{\text{об}} \Theta_{\text{зд}}$:

$$\Theta_{\text{зд}} = Q_{\text{зд}} / k_{\text{об}} = 85 \text{ кВт}$$

Находим регулирующее воздействие регулятора в относительных единицах при его включении:

$$B_1 = (Q_1 - Q_{\text{зд}}) / Q_{\text{зд}} = (148,2 - 90) / 90 = 0,65$$

и выключении:

$$B_2 = Q_{\text{зд}} / Q_{\text{зд}} = 1$$

Зона нечувствительности регулятора в относительных единицах:

$$2a = 4 \text{ C}^\circ / 850 \text{ C}^\circ = 0,004$$

Коэффициент передачи в относительных единицах [12]:

$$k_{\text{об}} = 1$$

Находим длительность включения нагревательного элемента:

$$t_1 = 180 + 10800 \cdot \ln((1 + 0,65) - (1 - 0,002) \cdot e^{-180/10800}) / (0,65 - 0,002) = 522 \text{ с}$$

Длительность пауз:

$$t_2 = 180 + 10800 \cdot \ln((1 + 0,65) - (0,65 - 0,004) \cdot e^{-180/10800}) / (1 - 0,002) = 380 \text{ с}$$

Период колебаний:

$$T_{\text{пер}} = 522 + 380 = 902 \text{ с.}$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Диапазон колебаний регулируемой величины:

$$\Delta x = 1,74 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,004 * e^{-180/10800} = 0,038$$

или в абсолютных единицах:

$$\Delta x = 0,038 * 850 = 32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Положительная и отрицательная амплитуда колебаний регулируемой величины соответственно равны:

$$x1 = (1 - e^{-180/10800}) + 0,002 * e^{-180/10800} = 0,022$$

$$x2 = 0,86 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,002 * e^{-180/10800} = 0,017$$

или в абсолютных единицах:

$$x1 = 0,022 * 850 = 18 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad x2 = 0,017 * 850 = 14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Полученный разброс температуры удовлетворяет технологическому процессу.

3) третья зона

$$T_{об} = 10800 \text{ с}; \quad \tau_{об} = 180 \text{ с}; \quad k_{об} = 15 \text{ } ^\circ\text{C/кВт}; \quad \Theta_{зд} = 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$$

фазное напряжение $U = 220 \text{ В}$; сопротивление нагревателя $R = 1,42 \text{ Ом}$
При включении регулятора количество энергии Q_1 в единицу времени, выделяемой нагревателем

$$Q_1 = 3 * Q_{\Phi} = 3 * U * U / R = 102,3 \text{ кВт}$$

Найдем необходимое количество энергии для поддержания заданного значения температуры. Так как в установившемся состоянии $Q_{зд} = k_{об} \Theta_{зд}$:

$$\Theta_{зд} = Q_{зд} / k_{об} = 66,7 \text{ кВт}$$

Находим регулирующее воздействие регулятора в относительных единицах при его включении:

$$B_1 = (Q_1 - Q_{зд}) / Q_{зд} = (102,3 - 66,7) / 66,7 = 0,53$$

и выключении:

$$B_2 = Q_{зд} / Q_{зд} = 1$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Зона нечувствительности регулятора в относительных единицах:

$$2a = 4 \text{ C}^\circ/1000 \text{ C}^\circ = 0,004$$

Коэффициент передачи в относительных единицах[12]:

$$k_{об} = 1$$

Находим длительность включения нагревательного элемента:

$$t_1 = 180 + 10800 * \ln((1+0,53) - (1 - 0,002) * e^{-180/10800}) / (0,53 - 0,002) = 655 \text{ c}$$

Длительность пауз:

$$t_2 = 180 + 10800 * \ln((1+0,53) - (0,53 - 0,004) * e^{-180/10800}) / (1 - 0,002) = 335 \text{ c}$$

Период колебаний:

$$T_{пер} = 655 + 335 = 990 \text{ c}$$

Диапазон колебаний регулируемой величины:

$$\Delta x = 1,53 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,004 * e^{-180/10800} - 0,034$$

или в абсолютных единицах:

$$\Delta x = 0,034 * 1000 = 34 \text{ }^\circ\text{C}$$

Положительная и отрицательная амплитуда колебаний регулируемой величины соответственно равны:

$$x_1 = (1 - e^{-180/10800}) + 0,002 * e^{-180/10800} = 0,022$$

$$x_2 = 0,53 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,002 * e^{-180/10800} = 0,012$$

или в абсолютных единицах:

$$x_1 = 0,022 * 1000 = 22 \text{ }^\circ\text{C}; \quad x_2 = 0,012 * 1000 = 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

Полученный разброс температуры удовлетворяет технологическому процессу.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

4) четвёртая зона

$$T_{об} = 10800 \text{ с}; \tau_{об} = 180 \text{ с}; k_{об} = 15 \text{ }^\circ\text{C/кВт}; \Theta_{зд} = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$$

фазное напряжение $U = 220 \text{ В}$; сопротивление нагревателя $R = 1,581 \text{ Ом}$
При включении регулятора количество энергии Q_1 в единицу времени, выделяемой нагревателем

$$Q_1 = 3 \cdot Q_\Phi = 3 \cdot U \cdot U / R = 91,8 \text{ кВт}$$

Найдем необходимое количество энергии для поддержания заданного значения температуры. Так как в установившемся состоянии $Q_{зд} = k_{об} \Theta_{зд}$:

$$\Theta_{зд} = Q_{зд} / k_{об} = 66,7 \text{ кВт}$$

Находим регулирующее воздействие регулятора в относительных единицах при его включении:

$$B_1 = (Q_1 - Q_{зд}) / Q_{зд} = (91,8 - 66,7) / 66,7 = 0,38$$

и выключении:

$$B_2 = Q_{зд} / Q_{зд} = 1$$

Зона нечувствительности регулятора в относительных единицах:

$$2a = 4 \text{ }^\circ\text{C} / 1000 \text{ }^\circ\text{C} = 0,004$$

Коэффициент передачи в относительных единицах [12]:

$$k_{об} = 1$$

Находим длительность включения нагревательного элемента:

$$t_1 = 180 + 10800 \cdot \ln((1 + 0,38) - (1 - 0,002) \cdot e^{-180/10800}) / (0,38 - 0,002) = 838 \text{ с}$$

Длительность пауз:

$$t_2 = 180 + 10800 \cdot \ln((1 + 0,38) - (0,38 - 0,004) \cdot e^{-180/10800}) / (1 - 0,002) = 298 \text{ с}$$

Период колебаний:

$$T_{пер} = 838 + 298 = 1136 \text{ с}$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Диапазон колебаний регулируемой величины:

$$\Delta x = 1,38 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,004 * e^{-180/10800} = 0,031$$

или в абсолютных единицах:

$$\Delta x = 0,034 * 1000 = 31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Положительная и отрицательная амплитуда колебаний регулируемой величины соответственно равны:

$$x1 = (1 - e^{-180/10800}) + 0,002 * e^{-180/10800} = 0,022$$
$$x2 = 0,38 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,002 * e^{-180/10800} = 0,009$$

или в абсолютных единицах:

$$x1 = 0,022 * 1000 = 22 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad x2 = 0,012 * 1000 = 9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Полученный разброс температуры удовлетворяет технологическому процессу.

Конвейерная электропечь

1) первая зона

$$T_{об} = 9360 \text{ с}; \quad \tau_{об} = 210 \text{ с}; \quad k_{об} = 4 \text{ } ^\circ\text{C/кВт}; \quad \Theta_{зд} = 350 \text{ } ^\circ\text{C}$$

фазное напряжение $U = 220 \text{ В}$; сопротивление нагревателя $R = 1,02 \text{ Ом}$

При включении регулятора количество энергии Q_1 в единицу времени, выделяемой нагревателем

$$Q_1 = 3 * Q_{\Phi} = 3 * U * U / R = 142,5 \text{ кВт}$$

Найдем необходимое количество энергии для поддержания заданного значения температуры. Так как в установившемся состоянии $Q_{зд} = k_{об} \Theta_{зд}$:

$$\Theta_{зд} = Q_{зд} / k_{об} = 87,5 \text{ кВт}$$

Находим регулирующее воздействие регулятора в относительных единицах при его включении:

$$B_1 = (Q_1 - Q_{зд}) / Q_{зд} = (142,5 - 87,5) / 87,5 = 0,63$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

и выключении:

$$B_2 = Q_{зд} / Q_{зд} = 1$$

Зона нечувствительности регулятора в относительных единицах:

$$2a = 4 \text{ C}^\circ / 350 \text{ C}^\circ = 0,012$$

Коэффициент передачи в относительных единицах [12]:

$$k_{об} = 1$$

Находим длительность включения нагревательного элемента:

$$t_1 = 210 + 9360 * \ln((1+0,63) - (1 - 0,006) * e^{-180/10800}) / (0,63 - 0,006) = 674 \text{ c}$$

Длительность пауз:

$$t_2 = 210 + 9360 * \ln((1+0,63) - (0,63 - 0,006) * e^{-180/10800}) / (1 - 0,006) = 437 \text{ c}$$

Период колебаний:

$$T_{пер} = 674 + 437 = 1111 \text{ c}$$

Диапазон колебаний регулируемой величины:

$$\Delta x = 1,63 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,012 * e^{-180/10800} = 0,044$$

или в абсолютных единицах:

$$\Delta x = 0,044 * 350 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Положительная и отрицательная амплитуда колебаний регулируемой величины соответственно равны:

$$x_1 = (1 - e^{-180/10800}) + 0,006 * e^{-180/10800} = 0,026$$

$$x_2 = 0,63 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,006 * e^{-180/10800} = 0,018$$

или в абсолютных единицах:

$$x_1 = 0,026 * 350 = 9 \text{ }^\circ\text{C}; \quad x_2 = 0,018 * 350 = 6 \text{ }^\circ\text{C}$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Полученный разброс температуры удовлетворяет технологическому процессу.

2) вторая зона

$$T_{об} = 9360 \text{ с}; \tau_{об} = 210 \text{ с}; k_{об} = 9 \text{ }^\circ\text{C/кВт}; \Theta_{эл} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$$

фазное напряжение $U = 220 \text{ В}$; сопротивление нагревателя $R = 1,02 \text{ Ом}$

При включении регулятора количество энергии Q_1 в единицу времени, выделяемой нагревателем

$$Q_1 = 3 * Q_{\Phi} = 3 * U * U / R = 101,5 \text{ кВт}$$

Найдем необходимое количество энергии для поддержания заданного значения температуры. Так как в установившемся состоянии $Q_{эл} = k_{об} \Theta_{эл}$:

$$\Theta_{эл} = Q_{эл} / k_{об} = 55,6 \text{ кВт}$$

Находим регулирующее воздействие регулятора в относительных единицах при его включении:

$$B_1 = (Q_1 - Q_{эл}) / Q_{эл} = (101,5 - 55,6) / 55,6 = 0,82$$

и выключении:

$$B_2 = Q_{эл} / Q_{эл} = 1$$

Зона нечувствительности регулятора в относительных единицах:

$$2a = 4 \text{ }^\circ\text{C} / 500 \text{ }^\circ\text{C} = 0,008$$

Коэффициент передачи в относительных единицах [12]:

$$k_{об} = 1$$

Находим длительность включения нагревательного элемента:

$$t_1 = 210 + 9360 * \ln((1 + 0,82) - (1 - 0,004) * e^{-180/10800}) / (0,82 - 0,004) = 523 \text{ с}$$

Длительность пауз:

$$t_2 = 210 + 9360 * \ln((1 + 0,82) - (0,82 - 0,004) * e^{-180/10800}) / (1 - 0,004) = 434 \text{ с}$$

Период колебаний:

$$T_{пер} = 523 + 434 = 957 \text{ с.}$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Диапазон колебаний регулируемой величины:

$$\Delta x = 1,82 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,008 * e^{-180/10800} = 0,044$$

или в абсолютных единицах:

$$\Delta x = 0,044 * 500 = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Положительная и отрицательная амплитуда колебаний регулируемой величины соответственно равны:

$$x_1 = (1 - e^{-180/10800}) + 0,006 * e^{-180/10800} = 0,024$$
$$x_2 = 0,63 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,006 * e^{-180/10800} = 0,02$$

или в абсолютных единицах:

$$x_1 = 0,024 * 500 = 12 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad x_2 = 0,02 * 500 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Полученный разброс температуры удовлетворяет технологическому процессу.

3) – 4) третья и четвёртая зоны

$$T_{об} = 9360 \text{ с}; \quad \tau_{об} = 210 \text{ с}; \quad k_{об} = 9 \text{ } ^\circ\text{C/кВт}; \quad \Theta_{зд} = 650 \text{ } ^\circ\text{C}$$

фазное напряжение $U = 220 \text{ В}$; сопротивление нагревателя $R = 1,43 \text{ Ом}$

При включении регулятора количество энергии Q_1 в единицу времени, выделяемой нагревателем

$$Q_1 = 3 * Q_{\phi} = 3 * U * U / R = 101,5 \text{ кВт}$$

Найдем необходимое количество энергии для поддержания заданного значения температуры. Так как в установившемся состоянии $Q_{зд} = k_{об} \Theta_{зд}$:

$$\Theta_{зд} = Q_{зд} / k_{об} = 72,2 \text{ кВт}$$

Находим регулирующее воздействие регулятора в относительных единицах при его включении:

$$B_1 = (Q_1 - Q_{зд}) / Q_{зд} = (101,5 - 72,2) / 72,2 = 0,41$$

и выключении:

$$B_2 = Q_{зд} / Q_{зд} = 1$$

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Зона нечувствительности регулятора в относительных единицах:

$$2a = 4 \text{ C}^\circ / 650 \text{ C}^\circ = 0,006$$

Коэффициент передачи в относительных единицах[12]:

$$k_{об} = 1$$

Находим длительность включения нагревательного элемента:

$$t_1 = 210 + 9360 * \ln((1+0,41) - (1 - 0,003) * e^{-180/10800}) / (0,41 - 0,003) = 784 \text{ с}$$

Длительность пауз:

$$t_2 = 210 + 9360 * \ln((1+0,41) - (0,41 - 0,003) * e^{-180/10800}) / (1 - 0,003) = 341 \text{ с}$$

Период колебаний:

$$T_{пер} = 784 + 341 = 1125 \text{ с}$$

Диапазон колебаний регулируемой величины:

$$\Delta x = 1,41 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,006 * e^{-180/10800} = 0,034$$

или в абсолютных единицах:

$$\Delta x = 0,034 * 650 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

Положительная и отрицательная амплитуда колебаний регулируемой величины соответственно равны:

$$x_1 = (1 - e^{-180/10800}) + 0,003 * e^{-180/10800} = 0,023$$

$$x_2 = 0,41 * (1 - e^{-180/10800}) + 0,003 * e^{-180/10800} = 0,011$$

или в абсолютных единицах:

$$x_1 = 0,024 * 500 = 15 \text{ }^\circ\text{C}; \quad x_2 = 0,02 * 500 = 7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Полученный разброс температуры удовлетворяет технологическому процессу.

Результаты моделирования в пакете VISSIM.EXE подтверждают эти расчёты.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Произведём расчёт регулятора для температуры 1000 °С (3-я и 4-я зоны толкательной электропечи.

Рассмотрим усилитель сигнала (рисунок 3.4).

Примем $R_2 = R_3$, $R_6 = R_7$, $R_8 = R_9$. $U_{вх} = 41,269$ мВ – сигнал с термопары хромель – алюмель при 1000 °С. Выразим $U_{вых}$ через $U_{вх}$: очевидно, что справедливы равенства (рисунок 3.4)

$$\begin{aligned}U_1 - U_2 &= I, \\ I * R_1 &= U_{вх}, \\ U_{вых} &= (U_1 - U_2) * R_8 / R_6.\end{aligned}$$

Решая полученную систему уравнений, получаем

$$U_{вых} * R_8 / R_6 = U_{вх} * (R_1 + 2 * R_2) / R_1$$

или

$$U_{вых} = U_{вх} * (2 * R_2 / R_1 + 1) * R_6 / R_8. \quad (3.7)$$

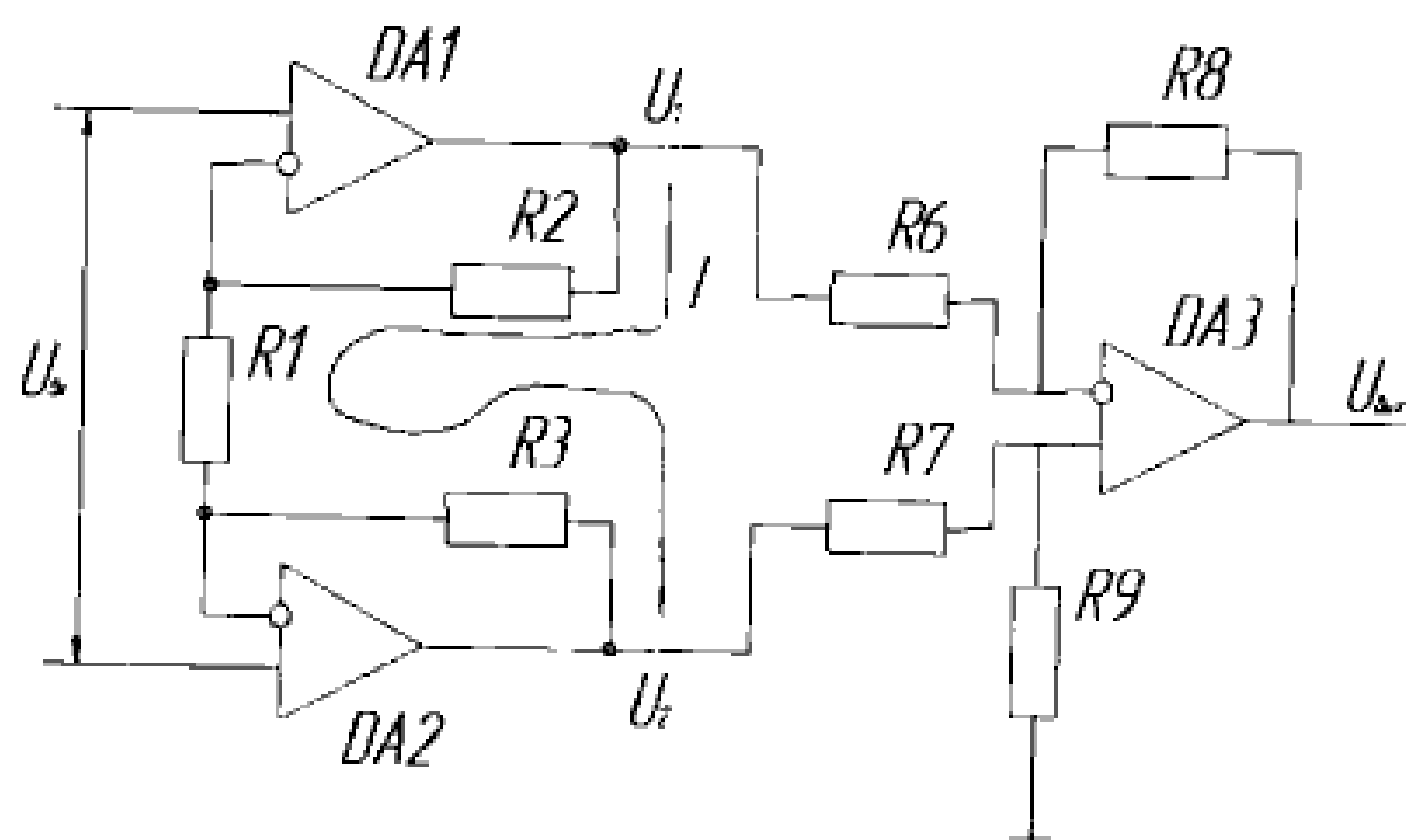


Рисунок 3.4 Усилитель сигнала, участок схемы терморегулятора

Рассчитаем участок схемы терморегулятора, изображённый на рисунке 3.5. В основе регулятора лежит работа компаратора К554СА3 (DA4).

Сравниваются напряжения на входах: $U_{вых}$ и U_2^* (рисунок 3.5). Возьмём

$$R_{10} = R_{12} = 10 \text{ кОм}; R_{13} = 100 \text{ кОм}.$$

R_{10}, C_5 – фильтр низких частот; примем $C_5 = 1000 \text{ мкФ}$.

Принцип работы регулятора следующий:

1) если $[U_{вых}] < [U_2^*]$ (температура печи не достигла верхнего предела), то на инверсном выходе компаратора DA4 имеем логическую единицу,

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$R1 = 2 \text{ кОм}; R2 = R3 = 144 \text{ кОм}; R6 = R7 = 20 \text{ кОм}; R8 = R9 = 10 \text{ кОм};$
 $U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \cdot (2 \cdot R2/R1 + 1) \cdot R6/R8 = 0,04135 \cdot (2 \cdot 144/2 + 1) \cdot 20/10 = 11,99 \text{ В}.$

При $998 \text{ }^\circ\text{C}$ получаем $U_{\text{вых}} = 11,94 \text{ В}$; при $999 \text{ }^\circ\text{C}$ получаем $U_{\text{вых}} = 11,94 \text{ В}$;

при $1001 \text{ }^\circ\text{C}$ получаем $U_{\text{вых}} = 11,97 \text{ В}$; при $1003 \text{ }^\circ\text{C}$ получаем $U_{\text{вых}} = 12,01 \text{ В}$.

Проанализировав полученное, задаёмся $[U2^*] = 11,97 \text{ В}$ (рисунок 3.5):
 $R11 = 125 \text{ Ом}$, тогда можно записать равенство

$$11,97 = 12 \cdot (125 - R11^*)/125, \text{ или}$$
$$11,97 \cdot 125,12 = 125 - R11^*, \text{ откуда}$$
$$R11^* = 125 - 11,97 \cdot 125/12 = 0,3 \text{ Ом}$$

С учётом того, что $U_{\text{см}} = 10 \text{ мВ}$ у компаратора DA4, имеем

- при $1002 \text{ }^\circ\text{C}$ $[U_{\text{вых}}] > [U2^*]$, нагреватели отключаются;

- при $998 \text{ }^\circ\text{C}$ $[U_{\text{вых}}] < [U2^*]$, нагреватели включаются.

То есть зона нечувствительности регулятора температуры $2 \cdot a = 4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задавая $U2^*$ с помощью регулировки $R11$, мы можем настроить терморегулятор на нужную поддерживаемую температуру.

3.3.3 Расчёт безотказности устройства регулирования температуры

Рассмотрим систему, состоящую из m элементов, имеющих основное соединение. Отказ системы происходит при отказе любого элемента. В этом случае вероятность безотказной работы ее элементов:

$$P(t) = \prod_{i=1}^m P_i(t),$$

где $P_i(t)$ – вероятность безотказной работы i -го элемента;

m – число элементов, имеющих основное соединение.

В свою очередь, для каждого элемента можно записать:

$$P_i(t) = \prod_{j=1}^{m_i} P_j(t),$$

где $P_j(t)$ – вероятность безотказной работы j -го первичного элемента,

m_i – число независимых элементов в i -ом элементе.

Очевидно, при независимости отказов отдельных первичных элементов можно записать:

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

220301.2016.068.00 ПЗ

$$P(t) = \prod_{k=1}^N P_k(t),$$

где $P_k(t)$ – вероятность безотказной работы k -го первичного элемента,
 N – число первичных элементов системы.

Для первичных элементов системы справедлив экспоненциальный закон надежности. В этом случае можно записать:

$$P(t) = \prod_{k=1}^N e^{-\lambda \cdot k \cdot t} = \exp\left(-t \cdot \sum_{k=1}^N \lambda \cdot k\right) \quad (3.8)$$

Интенсивность отказов системы и среднее время безотказной работы системы соответственно равны:

$$\lambda = \sum_{k=1}^N \lambda \cdot k, \quad (3.9)$$

$$T = \frac{1}{\sum_{k=1}^N \lambda \cdot k} \quad (3.10)$$

В таблице 3.1 приведены необходимые для расчёта интенсивности отказов элементов системы.

Таблица 3.1 Интенсивности отказов элементов системы

Наименование элемента	Значение интенсивности отказа, 1/ч
Транзисторы	$0,45 \cdot 10^{-6}$
Диоды	$0,08 \cdot 10^{-6}$
Резисторы	$0,03 \cdot 10^{-6}$
Конденсаторы	$0,03 \cdot 10^{-6}$
Микросхемы	$0,5 \cdot 10^{-6}$

Произведя расчёт по формулам (2.9) и (2.10), получим:

$$\lambda = (8 \cdot 0,45 + 32 \cdot 0,08 + 120 \cdot 0,03 + 52 \cdot 0,03 + 36 \cdot 0,5) \cdot 10^{-6} = 29,3 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч;}$$

$$T = (1/29,3) \cdot 10^6 = 34,1 \cdot 10^3 \text{ ч.}$$

Вероятность безотказной работы устройства регулирования температуры рассчитаем по формуле (3.8) для 10-ти различных наработок и сведём результаты расчёта в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 Результаты расчёта безотказности терморегулятора

$t \cdot 10^3, \text{ч}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P(t) \cdot 100\%$	97,1	94,3	91,6	88,9	86,4	83,9	81,4	79,1	76,8	74,6

При наработке до 10000 часов вероятность безотказной работы снижается до 74,6%. Столь резкое снижение вероятности безотказной работы предложенного устройства объясняется тем, что на одной плате их расположено целых 8 + блок питания (и это учтено в расчёте). С течением времени сильно увеличивается вероятность отказа устройства, также велика вероятность случайных отказов первичных элементов системы, а, следовательно, и всего устройства.

Выводы по разделу три:

Произведена модернизация подсистемы автоматического регулирования температуры в электропечах закалочной линии, сделан выбор оборудования, разработана математическая модель контура, произведена разработка функциональной, электрической принципиальной, электрической подключения и структурной схем.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИИ ЗАКАЛКИ

4.1 Разработка алгоритма управления закалочной линией

Алгоритм работы закалочной линии состоит в следующем: после прогрева печей до необходимой температуры, при включенной системе маслоохлаждения, включенных вентиляторах, при работающем конвейере замоченного бака и при нахождении всех механизмов линии в исходном положении оператор вручную загружает пустой поддон изделиями и нажимает кнопку, разрешающую начало цикла. Детали при помощи толкателя попадают в закалочную электропечь (толкательную). Детали, проходя тепловые зоны, прогреваются до необходимой температуры и при помощи таскателя попадают в закалочный бак, наполненный маслом. После закалки в масле детали попадают на конвейерную ленту отпускной электропечи (конвейерной). После прохождения отпускной электропечи детали попадают в замочечный бак, наполненный водой. Продолжительность цикла 6,5 мин. (имеется в виду отрезок времени от момента поступления новой порции деталей в толкательную печь до момента следующего поступления новой порции деталей в толкательную печь (при этом в замочечный бак поступает новая порция «готовых» деталей).

Таким образом, подсистема управления должна обеспечивать:

- автоматическое управление механизмами линии закалки в соответствии с информацией, поступающей с датчиков положения механизмов;
- контроль времени термообработки (цикличность);
- остановку работы линии в случае нарушения её нормального режима работы.

Блок-схема алгоритма управления на листе №4 графической части работы.

4.2 Выбор устройства управления

На основании пункта 1.4 пояснительной записки мною был выбран контроллер, программируемый «Камакон МК 8.32», так как он наиболее подходит для поставленных задач.

Контроллер «Камакон МК 8.32» предназначен для управления технологическими процессами и оборудованием (станками, автоматическими линиями, манипуляторами и т.д.), а также выполнения основных этапов процесса подготовки и отладки программ.

Контроллеры "КАМАКОН МК 8.32" состоят из компоновочных каркасов с 14 посадочными местами и вставляемых модулей. Компоновочные каркасы изготавливаются в двух исполнениях по способу крепления контроллеров в шкафах управления. В нижней части каркаса располагаются блок вентиляторов и короб для укладки кабелей. Короб закрывается съемной

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

крышкой. Посадочные места "PW1" и "PW2" предназначены для установки модуля источника питания и платы резервного питания. Модули ввода/вывода могут занимать места 0...9,А. Посадочные места 9,А,В предназначены для установки модулей, имеющих доступ к общей памяти (модули процессора, контроллера сети). Адрес модуля ввода/вывода определяется местом, в которое он установлен.

Контроллер "КАМАКОН МК 8.32" выполняет следующие функции:

1) управление технологического оборудования в соответствии с программой пользователя, реализующего технологический алгоритм;

2) диагностирование управляемого технологического оборудования в соответствии с программой, разработанной пользователем на входном языке контроллера;

3) осуществление связи по каналам последовательного интерфейса с ЭВМ верхнего уровня, обеспечивающего ввод-вывод и редактирование программы пользователя, ввод-вывод информации для управления технологическими процессами;

4) система команд контроллера обеспечивает выполнение следующих функциональных операций:

а) логические операции;

б) операции счета времени и числа импульсов;

в) операции с данными;

г) арифметические операции.

В выбранный контроллер "КАМАКОН МК 8.32" могут входить следующие модули:

1) модуль процессора;

2) модуль источника питания;

3) модули дискретного ввода вывода;

4) модули аналогового ввода;

5) модули таймера (быстрого счета);

6) пульт технологический;

7) плата резервного питания.

Модуль процессора обязательно присутствует в любой конфигурации контроллера. На лицевой панели процессора расположены два разъема для подключения станции программирования и технологического пульта. В качестве станции программирования используется персональный компьютер. На ПК средствами языка "ФОКОН" создается загрузочный программный модуль, который может быть загружен в ОЗУ контроллера или записан в ПЗУ с помощью программатора. Процессор считывает состояние объекта управления через модули ввода, обрабатывает программу пользователя, выдает управляющие сигналы через модули вывода, реализуя алгоритм управления объектом. Блок питания содержит плату резервного питания, обеспечивающую сохранение информации в энергонезависимой памяти при отключении основного питания. Технологический пульт, подключаемый к

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

процессору через разъем на лицевой панели, предназначен для ввода-вывода технологической информации процесса.

Модули ввода-вывода дискретных сигналов имеют гальваническую развязку этих сигналов от сигналов процессора. Внешние цепи подключаются к модулям, имеющим 16 каналов для модулей вывода и 24 канала для модулей ввода дискретных сигналов постоянного тока с общей шиной на каждые 8 каналов.

Модуль процессора непосредственно реализует алгоритм управления, считывая состояние объекта через модули ввода и выдавая результаты обработки через модули вывода. Программа управления объектом, создаваемая средствами языка "ФОКОН", может храниться в энергонезависимой памяти (ОЗУ) или в ПЗУ.

Технические характеристики модуля процессора:

- тип микропроцессора UA880D (Z80);
- объем памяти, Кб 48;
- тактовая частота каналов, МГц 4.

Модуль источника питания формирует напряжения, необходимые для работы всех остальных модулей контроллера. При коммутации питания, а также при изменении вырабатываемых напряжений за допустимые пределы формируется сигнал установки модулей контроллера в исходное состояние, блокируя обработку программы.

Технические характеристики модуля источника питания:

- +5 В \pm 5%, 10 А;
- +12 В \pm 5%, 0,1 А – изолированное;
- +12 В \pm 5%, 0,5 А;
- 12 В \pm 5%, 0,5 А.

Плата резервного питания обеспечивает сохранение программы пользователя в ОЗУ при пропадании питающих напряжений (выключение источника питания), пропадание напряжения сети, аварийное отключение источника питания. Сохранность программы обеспечивается с помощью аккумуляторов.

Модуль ввода дискретных сигналов постоянного тока осуществляет гальваническую развязку и преобразование дискретных сигналов о состоянии объекта управления с номинальным напряжением 24 В в TTL-уровень.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Технические характеристики модуля ввода аналоговых сигналов:

- тип микропроцессора UA880D (Z80);
- пределы преобразования $\pm 10 \text{ В}$, $\pm 1 \text{ В}$;
 $\pm 20 \text{ мА}$, $\pm 10 \text{ мА}$;

входное сопротивление:

для потенциальных сигналов, кОм 100;

для токовых сигналов, Ом 100;

- разрядность преобразования 10 + знаковый разряд;
- количество каналов преобразования 4 симметричных или 8 несимметричных;
- погрешность преобразования, % не более 0,25;
- наличие цифровой коррекции погрешностей преобразования и самодиагностики;
- индикация величины сигнала по одному выбранному каналу.

Технологический пульт предназначен для работы совместно с контроллером МК8.32. Позволяет выводить на встроенный экран текстовые сообщения для оператора. Пульт представляет собой моноблок со встроенным дисплеем и клавиатурой. Для подключения к контроллеру имеется последовательный интерфейс "токовая петля 20 мА", а также потенциальный V.24.

Схема подключения контроллера приведена на листе №5 графической части работы.

4.3 Модернизация датчиков позиционирования

Устаревшие датчики позиционирования типа ВК 200Б заменяем новыми:

Выбраны переключатели бесконтактные торцевые серии БТП 101-24. Выходной сигнал с переключателей БТП 101-24 полностью соответствует требованиям к входным сигналам для ПК «Комакон МК 8.32» и не требует дополнительных преобразований. Кроме того, условия эксплуатации датчиков позиционирования пригодны для условий работы в составе термолиний. Рабочее положение датчиков в пространстве - любое. Переключатели являются восстанавливаемыми изделиями. Они не создают промышленных помех радиочастотного диапазона.

Технические характеристики	01-24
Диаметр корпуса, мм	24;
Максимальный ток нагрузки, А	0,2;
Максимальное расстояние воздействия, мм	7;
Воспроизводимость максимального расстояния воздействия, мм	0,10;
Масса, кг	0,185;

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220301.2016.068.00 ПЗ				

Напряжение питания, В	24;
Коэффициент пульсации напряжения питания, не более	0,1;
Допустимые отклонения напряжения питания от номинального U_n	$0,85U_n \dots 1,25U_n$;
Напряжение, В, на выходе переключателя при $U=U_n$:	
соответствующее уровню «0»	1;
соответствующее уровню «1»	23.
Изменение максимального расстояния воздействия при изменении температуры окружающей среды от 45 до -10°C , мм	$-0,2 \dots 0,6$;
изменение максимального расстояния воздействия при изменении напряжения питания в пределах от 0,85 до $1,25 U_n$, мм	$\pm 0,1$;
Дифференциал хода, мм	$0,07 \dots 1$;
Максимальная частота срабатывания, Гц	1000;
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,5;
Вероятность безотказной работы за 10000ч	0,94;
Испытательное напряжение для проверки прочности, В	500.

Переключатели работают по принципу управляемого генератора, коммутация происходит при приближении к чувствительному элементу контролируемой детали или управляющего элемента из конструкционной стали.

Переключатели выполнены на дискретной элементной базе. Напряжение питания генератора и триггера этих переключателей застabilизировано параметрическим стабилизатором.

Все переключатели снабжены схемами защиты от неправильной полярности питающего напряжения и от перенапряжений при отключении индуктивной нагрузки.

Конструктивно переключатели БТП 101-24 выполнены в стальном цилиндрическом хромированном корпусе. Элементы переключателя смонтированы на стеклотекстолитовой плате с односторонним печатным монтажом. На торце платы установлена открытая ферритовая чашка с катушками индуктивности, являющаяся чувствительным элементом. Переключатели могут устанавливаться на металлическом или изоляционном основании либо с помощью крепежных гаек, либо непосредственно ввинчиваются в основание. Переключатели могут быть использованы в агрессивных средах.

4.4 Разработка программы управления линией закалки

Чтобы разработать программу управления линией оксидирования, нужно четко себе представлять технологический процесс, который составляется в блок-схеме, знать структуру контроллера и язык программирования. Программа разработана на языке высокого уровня «ФОКОН-80».

Система подготовки и отладки управляющих программ на языке электроавтоматики ФОКОН-80 для программируемых контроллеров является программным пакетом многоуровневого меню, который обеспечивает следующие возможности:

- 1) создание, просмотр, редактирование, копирование и удаление программ;
- 2) трансляция программ на языке ФОКОН;
- 3) отладка программ на РС;
- 4) отладка программ на контроллере с помощью РС;
- 5) запись отлаженных программ в ПЗУ;
- 6) загрузка программ в ОЗУ контроллера с РС.

Для работы с пакетом на дискете или в рабочей директории на жестком диске должны присутствовать следующие файлы:

focon_80.exe;
pe.exe;
komk.lib;
w_help_t.dat;
w_help_r.dat;
w_help_o.dat;
w_help_m.dat;
w_help_k.dat;
w_help_i.dat;
w_help_f.dat;
w_help_e.dat.

Пользовательские программы следует размещать в подкаталоге USER_FOK. Если такого подкаталога нет, то его необходимо создать или он будет создан автоматически при первом обращении системы к нему. Запуск системы осуществляется запуском файла с именем focon_80.exe.

Началом работы является отображение на экране главного меню, в котором пользователю предлагается выбрать один из режимов работы:

- | | |
|--------------|--|
| Помощь | –краткое описание работы пакета. |
| Файл | –режим работы с файлами (создание, просмотр, редактирование, копирование, удаление). |
| Трансляция | –режим трансляции исходных программ. |
| Программатор | –режим записи отлаженных программ в ПЗУ. |

Нажатие клавиши F6 запускает трансляцию файла, имя которого находится в поле ввода информации, либо на который указывает курсор.

В случае ошибки при трансляции в специальном окне дается информация о ней: в каком процессе, в какой строке, текст строки программы с указателем на место ошибки и краткий характер ошибки.

Пользователю предоставляется возможность быстрого входа в редактор с последующей трансляцией отредактированной программы и простого выхода в главное меню.

Результатом трансляции являются четыре файла : выполняемый файл с расширением *.fok и три вспомогательных *.map , *.kat и *.tab.

Файл *.map - текстовый файл, содержащий имена переменных и их относительные адреса. Используется при отладке программ на МК-8.32 в режиме работы с данными.

Файлы *.kat и *.tab используются при отладке программ на РС.

При нажатии клавиши F4 в главном меню инициируется режим загрузки программатора. В данном случае программатор загружаемый. Выбор файла аналогичен режиму трансляции. Нажатие клавиши F6 запускает программу загрузки выбранного файла в программатор.

При нажатии клавиши F5 в главном меню инициируется режим загрузки контроллера МК-8.32. Выбор файла аналогичен режиму трансляции. Нажатие клавиши F6 запускает программу загрузки выбранного файла в программируемый контроллер.

При нажатии клавиши F6 происходит переход в отладочный режим. В центре экрана расположено главное рабочее окно.

Пользуясь клавишами перемещения курсора можно просматривать программу, двигаясь по ней. Для возврата курсора в прежнее состояние нужно нажать клавишу ESC.

Выводы по разделу четыре:

Разработан алгоритм управления закалочной линией, выбрано устройство управления, произведена модернизация датчиков позиционирования, разработана программа управления.

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Целью модернизации является повышение качества закаливаемых деталей, экономический эффект ожидается от повышения стоимости конечной выпускаемой продукции. Данные для расчета экономической эффективности можно почерпнуть из таблиц 1.1—1.3, 2.1—2.5.

5.1 Расчет фактического годового фонда рабочего времени

В закалочном цехе установлена одна линия закалки. Линия работает полную рабочую смену 8ч, 5 дней в неделю. На основании отчетных данных за 2015 год, время работы линии можно принять следующим:

Календарное время работы каждой печи $T_k=365$ суток.

Время на капремонт составляет $T_{кр}=5$ суток.

Время на текущий ремонт составляет $T_{тр}=5$ суток.

Текущие простои $T_{тпр}$ составляют 10% от номинального времени работы $T_{ном}$.

Номинальное время определяется исключением из календарного времени простоев агрегатов на капитальном и текущем ремонтах по формуле, (5.1):

$$T_{ном} = T_k - T_{кр} - T_{тр} \quad (5.1)$$

Фактическое время находится исключением из номинального времени внеплановых текущих (горячих) простоев агрегатов по формуле, (13):

$$T_{ф} = T_{ном} - T_{тпр} = T_{ном} - 0,1T_{ном} \quad (5.2)$$

Таблица 5.1 Расчет фактического годового фонда рабочего времени закалочной линии

Показатели		Линия закалки
T_k	- сутки	254
	- часы	2032
$T_{кр}$	- сутки	5
	- часы	120
$T_{тр}$	- сутки	5
	- часы	120
$T_{ном}$	- сутки	244
	- часы	1952

Продолжение таблицы 5.1

T _{тип}	- сутки	24.4
	- часы	195.2
T _ф	- сутки	219.6
	- часы	1754
K _п	Кол-во закалок в год, по 0.75т	254

Производственная программа или годовой объем производства продукции определяется производительностью агрегата в единицу рабочего времени и фондом рабочего времени по формуле, (14):

$$W_{г} = P \times T_{ф}, \quad (5.3)$$

где W_г – производственная мощность (годовой выпуск продукции), т/год;

P – производительность агрегата, т/ч;

T_ф – годовой фактический фонд рабочего времени оборудования, ч.

Производительность одного агрегата принимаем равным 0.09 т/ч (0.75т за 8ч.).

Тогда производственная мощность всего цеха:

$$W_{г} = 0.09 \cdot 1756.8 = 158 \text{ т/год}$$

5.2 Расчет сметы капитальных затрат

Для определения экономической эффективности намеченных мероприятий по модернизации необходимо определить сумму капитальных затрат на их внедрение, т.е. смету. Расчет стоимости оборудования производится по следующей формуле, (15):

$$K = O + M + Z_{ч} + Z_{к}, \quad (5.4)$$

где O - стоимость оборудования, руб.;

M - затраты на монтаж и проектирование, руб.;

Z_ч - резерв средств на запасное оборудование и запасные части в период монтажа и опробования, руб.;

Z_к - затраты на комплектацию оборудования, руб.

Для того, чтобы осуществить намеченные мероприятия по модернизации, необходимо дополнительно установить:

- контроллер «Камакон МК 8.32» одна штука по 15000р.

- персональный компьютер, одна штука по 20000р.

- переключатели БТП 101-24, десять штук по 650р

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$O = 15000 + 20000 + (650 \cdot 10) = 41500 \text{ р.}$$

Стоимость монтажных работ принимаем в размере 30% от стоимости оборудования.

$$M = \frac{41500 \cdot 30}{100} = 12450 \text{ р.}$$

Резерв средств на запасное оборудование и запасные части в период монтажа и опробования принимаем 25% от стоимости оборудования.

$$Z_{\text{ч}} = \frac{41500 \cdot 25}{100} = 10375 \text{ р.}$$

Затраты на комплектацию оборудования предусматривают оплату услуг комплектующих организаций, величину этих затрат устанавливаем в размере 1% от стоимости оборудования с учетом запасных частей.

$$Z_{\text{к}} = \frac{(41500 + 10375) \cdot 1}{100} = 518 \text{ р.}$$

Тогда:

$$K = 41500 + 12450 + 10375 + 518 = 64843 \text{ руб.}$$

5.3 Расчет экономического эффекта

При внедрении модернизированной системы ожидается улучшение качества закаливаемых деталей, значительное облегчение работы оператора. В этом случае экономический эффект от изменения себестоимости можно определить по формуле, (16):

$$\Delta C_T = g_1 C_1 - g_2 C_2,$$

где g_1, g_2 – расход до и после внедрения, кг/т;

C_1 и C_2 – цена единицы, руб.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Изменение себестоимости:

$$\Delta C_T = 7048500 - 6667500 = 381000 \text{ р}$$

Определим срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta C_T} = \frac{64843}{381000} = 0.17 \text{ года} \quad (5.5)$$

Таблица 5.2 Итоговый срок окупаемости

Материал	Базовый		Внедряемый	
	Вес	Стоимость, р	Вес	Стоимость, р
Деталь, сталь	1 кг	35	1 кг	37
Итого за закалку, в день $C_{\text{п}}$, р		26250		27750
Итого за год $K_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}$, р		6667500		7048500

Вывод по разделу пять:

произведен расчет годового фактического времени работы линии, сметы капитальных затрат, экономической эффективности. Экономический эффект составляет 381000 рублей, срок окупаемости 0.17 года.

безопасного. Согласно Правилам сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ом.

Освещённость на рабочих местах должна соответствовать характеру зрительной работы. Увеличение освещённости рабочих поверхностей улучшает условия ведения объектов, повышает производительность труда. Однако существует предел, при котором дальнейшее увеличение освещённости почти не дает эффекта и является экономически нецелесообразной.

Достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности не ведёт к утомлению глаза, т.к. глаз не вынужден переадаптироваться в процессе работы.

В поле зрения человека резкие тени искажают размеры и формы объектов различия, что повышает утомление зрения, а движущиеся тени могут привести к травмам.

Блэсткость вызывает нарушение зрительных функций, ослеплённость, которая приводит к быстрому утомлению и снижению работоспособности человека.

Естественное освещение создаваемое дневным светом, наиболее благотворно действует на человека, не требует затрат энергии.

На производстве широко используют искусственное освещение. Оно создается электрическими источниками света, которые включаются по мере необходимости, регулирует интенсивность светового потока и его направленность. Такое освещение требует затрат электроэнергии и отличается по спектру от дневного света.

Главными задачами анализа производственного травматизма является установление закономерностей, вызывающих несчастные случаи, профзаболевания и разработка на этой основе эффективных профилактических мероприятий. Снижение травматизма невозможно без анализа причин его возникновения.

Основные причины производственного травматизма:

- 1) Недостатки в организации рабочих мест;
- 2) Эксплуатация неисправного оборудования;
- 3) Личная неосторожность;
- 4) Нарушение технологического процесса;
- 5) Неудовлетворительная организация производства работ;
- 6) Недостатки в обучении безопасным приёмам труда;
- 7) Неприменение СИЗ;
- 8) Нарушение трудовой и производственной дисциплины.

Наибольшее число травм приходится на станочников, электросварщиков и слесарей, главные источники травмирования – падение предметов, материалов, воздействие движущихся и разлетающихся предметов и деталей.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Основные причины:

- 1) нарушения правил строповки и складирования грузов;
- 2) эксплуатация неисправного оборудования и с отключёнными блокировочными устройствами;
- 3) отсутствие необходимых съёмных грузозахватных приспособлений, а также неисправность последних;

ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СТРОПОВ

МАТЕРИАЛ	ГОР. НАГРУЗКА, т	ГОР. ДЛИНА, м
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ		
спиральное	0,1 - 0,5	1-30
прямое	0,5 - 100	3-30
спиральное	0,5 - 20,5	3-30
прямое	0,5 - 20,5	4-30
ПЛАСТИКОВЫЕ		
спиральное	0,5 - 100	1000
прямое	0,5 - 100	1000
КАНАТНЫЕ		
спиральное	0,5 - 100	1-30
прямое	0,5 - 100	3-30
спиральное	1,0 - 20,0	3-30

СЪЕМНЫЕ ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДОЛЖНЫ ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ ПРАВИЛ ПРОИЗВОДСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ С УКАЗАНИЕМ ИМЕНА ГРУЗОЗАХВАТНОСТИ И ДАТЫ ИСПЫТАНИЯ.

Испытательная нагрузка: _____
 Дата: _____
 Подпись: _____

НЕИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, А ТАКЖЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ К НИМ РАБОТНИКОВ, НЕ ИСПОЛНЯЮЩИХ РАБОТ, НЕ ДОПУСКАЕТСЯ.

ОСМОТР ГРУЗОЗАХВАТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДОЛЖЕН ПРОВОДИТЬСЯ ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЛИ ПОСЛЕ КАЖДОГО ПЕРИОДА РАБОТЫ. ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОСМОТРЫ ПРОВОДИТСЯ 1 РАЗ В 3 МЕСЯЦА ПРИ РЕГУЛЯРНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ - 1 РАЗ В 12 МЕСЯЦЕВ ДЛЯ РЕДКО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ - ПЕРЕД ВЫХОДОМ В РАБОТУ

НОРМЫ БРАКОВЫХ СЪЕМНЫХ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Бракующие съёмные грузозахватные приспособления подлежат обязательному изъятию с места работы, если не могут быть восстановлены в соответствии с нормами ГОСТ 100-84

ЦЕНТРЕМ СТРОП ПОДЛЕЖИТ БРАКОВАНИЕ ПРИ:

- 1) увеличении длины цепи более 2% от первоначальной длины;
- 2) увеличении диаметра звеньев цепи более 10% от номинального диаметра.

КАНАТНЫЙ СТРОП ПОДЛЕЖИТ БРАКОВАНИЮ, ЕСЛИ ЧИСЛО ВНЕШНИХ ОЩУЩАЕМЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРОВОЛОК КАНАТА ПРЕВЫШАЕТ УКАЗАННОЕ В ТАБЛИЦЕ.

Диаметр каната, мм	Число повреждений
10-12	1
14-16	2
18-20	3
22-24	4
28-30	5
36-40	6
48-50	7
60-63	8
75-80	9
90-100	10

ПРЕДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ БРАКОВЫХ АВАРИЙ:

- 1) трещины и сколы на поверхности;
- 2) длина цепи более 10% от первоначальной длины; повреждение звеньев цепи.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СТРОПЫ, ИМЕЮЩИЕ СЛЕДУЮЩИЕ ДЕФЕКТЫ:

- увеличена длина диаметра каната и нарушена форма каната в местах его скрутки на 7% и более;
- деформация каната после или во время скрутки; увеличение длины каната более чем на 10%;
- увеличена длина диаметра каната и нарушена форма каната в местах скрутки на 5% от первоначальной длины; и деформация каната на 10% у скрутки;
- увеличена длина диаметра каната в местах скрутки и деформация каната более чем на 10% от первоначальной длины;
- ступенчатая или неравномерная деформация каната;
- канатная цепь или ступенчатая канатная цепь с неравномерными звеньями;
- трещины на поверхности каната или канатной цепи более чем на 10% от первоначальной длины;
- наличие деформаций каната в местах скрутки;
- наличие трещин в канате или ступенчатая деформация каната более чем на 10% от первоначальной длины;
- наличие на канате повреждённых звеньев.

НЕДОПУСТИМЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАНАТА:

Рисунок 6.1 – Грузозахватные приспособления

4) недостаточный контроль со стороны лиц, ответственных за безопасное производство работ с грузоподъёмными механизмами.

К работе на линии допускаются лица, имеющие соответствующий допуск и аттестацию, практический навык работы на соответствующих установках, знающие принцип работы линии закалки, технические требования на обрабатываемые изделия, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Перед началом работы провести осмотр линии, проверить работоспособность основных узлов и органов управления.

Предусматривается надёжное заземление всех металлоконструкций, которые могут оказаться под напряжением.

Предусмотрены ограждения токоведущих частей защитными кожухами. На кожухах должны быть соответствующие надписи, запрещающие снимать их во время работы закалочной линии.

Вращающиеся части механизмов имеют ограждение.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться в холодный период года — в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5 °С, в теплый период года — в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5 °С. Частота измерений в оба периода года определяется стабильностью производственного процесса, функционированием технологического и санитарно-технического оборудования.

Таблица 5.1 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с.	
		диапазон ниже оптимальных	диапазон выше оптимальных			Для диапазона температур ниже оптимальных величин,	выше оптимальных величин,
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-233)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-300)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	III (более 300)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3
	IIa (175-233)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	IIб (233-300)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75	0,2	0,5
	III (более 300)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75	0,2	0,5

При выборе участков и времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления и др.). Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце). Измерения следует проводить на рабочих местах. Если

рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них. Наш цех относится к категориям, выделенным в таблице 6.1.

В таблице 6.2 представлены классы условий труда в зависимости от уровня шума, локальной, общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте. Рассматриваемый цех относится к классу условий, выделенных в таблице

Таблица 6.2 - Классы условий труда в зависимости от уровня шума общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1	Превышение ПДУ, раз					
1	2	3	4	5	6	7
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	$\leq \text{ПДУ}^{1)}$	5	15	25	35	>35
Вибрация локальная, эквивалентный скорректированный уровень (значение) виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	$\leq \text{ПДУ}^{2)}$	3/1,4	6/2	9/2,8	12/4	>12/4
Вибрация общая, эквивалентный скорректированный уровень виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	$\leq \text{ПДУ}^{2)}$	6/2	12/4	18/6	24/8	>24/8
Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБ/Лин	$\leq \text{ПДУ}^{3)}$	5	10	15	20	>20
Ультразвук воздушный, уровни звукового давления в $1/3$ октавных полосах частот, дБ	$\leq \text{ПДУ}^{4)}$	10	20	30	40	>40
Ультразвук контактный, уровень виброскорости, дБ	$\leq \text{ПДУ}^{4)}$	5	10	15	20	>20

¹⁾ В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

²⁾ В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

³⁾ В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

⁴⁾ В соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения».

6.2 Расчёт общего искусственного освещения производственного помещения

Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы; равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и отсутствие резких теней; величина освещения постоянна во времени (отсутствие пульсации светового потока); оптимальная направленность светового потока и оптимальный спектральный состав; все элементы осветительных установок должны быть долговечны, взрыво-, пожаро-, электробезопасны.

Определить тип и число светильников системы общего освещения для промышленного помещения. Размер составляет А=20м., В=10м., Н=6м.

При расчете по методу использования светового потока потребный поток ламп в светильниках определяется по формуле из справочной книги Г.М. Кнорринга стр.384.

$$\Phi = \frac{E * k * S * z}{N * \eta}, \text{ где}$$

Е - нормативная минимальная освещенность, лк, [снп 23-05-95*] класс точности(малая точность IV)контраст – средний(в) светлый) нормируемая освещенность 100лк.), поэтому принимаем Е=100лк.

к- коэффициент запаса выбирается по [снп 23-05-95*, табл. 3] k=1.6

S – освещаемая площадь, м² (20*10=200м²)

z – Коэффициент неравномерности освещения равняется отношению $E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$. Зависит от многих факторов, поэтому его можно принимать равным 1,15 для ламп ДРЛ и ЛН [по справочнику Г.М.Кнорринга стр.125.]

N – число светильников;

η - коэффициент использования светового потока в долях единицы; для определения коэффициента использования находится индекс помещения i и предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей по [по справочнику Г.М. Кнорринга стр.126, табл. 5-1] примем ρ_п=50% ρ_с=30% ρ_р=10%.

Индекс помещения определяем по формуле [по справочнику Г.М. Кнорринга стр.125.]

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)}, \text{ где}$$

А – длина помещения 20м.;

В – ширина помещения 10м.;

h – высота подвеса светильника от уровня пола принимаем h = 3.0 м.

$$i = \frac{20 * 10}{3.0 * (20 + 10)} = 2.2$$

По [по справочнику Г.М. Кнорринга стр.135, табл. 5-9]для светильников РСП 38М находим коэффициент использования – 56%, т.е. для расчёта η=0,56. Подставим полученные и принятые значения, определяем общий световой поток всех ламп по формуле:

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	220301.2016.068.00 ПЗ				

- если ситуация выходит из-под контроля, следует вызвать работников газовой службы, пожарных и спасателей;
- при необходимости следует покинуть помещение.

Взрыв газа в помещении может стать причиной обрушения здания или его части, возникновения пожара, травмирования и гибели людей.

Выводы по разделу шесть

разработаны меры обеспечения безопасности на автоматизированном участке линии закалки, произведен расчет местного освещения на рабочем месте оператора, разработаны меры обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях на пожаро-взрывоопасных объектах.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была освещена тема: «Система автоматического управления линии закалки деталей». В результате проделанной работы система управления закалочной линии была модернизирована за счёт введения программируемого контроллера «SCADApack», также были заменены датчики позиционирования более современными и отвечающие требованиям контроллера и агрессивной среды эксплуатации, разработано нестандартное устройство регулирования температуры в электропечах.

Преимуществами данной системы управления по сравнению с предыдущей можно считать повышенное качество закалки деталей, а также гибкий алгоритм работы линии закалки. Теперь возможно изменение технологического процесса путём изменения программы управления линии.

В перспективе можно решить вопрос с автоматизацией разгрузочно - погрузочной части закалочной линии.

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Автоматизация типовых технологических процессов и установок / А.М. Корышин и др. - : Энергоиздат, 1988.- 432 с.
- 2 Вальков В.М., Вершин В.Е. Автоматизированные системы управления технологическими процессами.- Л.: Политехника, 1991.-269 с.
3. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем.-М.: «Машиностроение», 1973.-606 с.
- 4 Коровин Б.Г. и др. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами.-Л.: Энергоатомиздат, 1990.-352 с.
- 5 Клюев А.С. Техника чтения схем автоматического регулирования и механического контроля.- М.: Энергоиздат, 1983.- 376с.
- 6 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ. пособие / Под общ. ред. А.С. Клюева-М.: Энергоатомиздат,1990.-464с.:ил.
- 7 А.И. Емельянов Практические расчёты в автоматике М.: Машиностроение 1967.-315с.:ил.
- 8 Белов С.В., Бринза В.Н. и др. Безопасность производственных процессов.Справочник.- М.: «Машиностроение»,1985-447с.
- 9 Справочная книга по охране труда в машиностроении/ Г.В.Бектобеков, Н.Н.Борисова, В.И.Коротков и др.; Под общ. ред. О.Н.Русака – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.-541 с.: ил.
- 10 Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных ВУЗов /Е.Я.Юдин, С.В.Белов, С.К.Баланцев и др.; Под ред. Е.Я.Юдина, С.В.Белова- 2-е изд., перераб. и доп.-М.:Машиностроение, 1983, 432с.,ил.
- 11 Сбродов Н.Б. Расчет характеристик двухпозиционных систем автоматического регулирования: Методические указания к индивидуальной работе.- Курган: КМИ, 1991.-18 с.
- 12 Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие/ Под ред. А.С. Клюева. - М.: Энергоатомиздат,1989.
- 13 Микропроцессорные автоматические системы регулирования. Основы теории и элементы/ Под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Высш. шк.,1991. – 255с.
- 14 Искусство схемотехники: 2 тома/ П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир,1998.
- 15 Заводская документация на СТОА-8.90. 3/6.5-И2
- 16 Ресурсы INTERNET <http://www.platan.ru/shem/index.html>

					220301.2016.068.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77