

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М. Виноградов
26.06.2021 г.

Автоматизация системы управления установки сушки чугуновозных ковшей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2021.139.00.000ПЗ ВКР

Руководитель работы,
ст. преподаватель
_____ Т.Н. Усиевич
_____ 2021 г.

Автор работы
студент группы ДО-481
_____ А.А. Симбиркина
26.06.2021 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021 г.

Челябинск
2021 г.

АННОТАЦИЯ

Симбиркина, А.А. Автоматизация системы управления установки сушки чугуновозных ковшей - Челябинск: ЮУрГУ, ИОДО; 2021, 72 с., 32 ил., библиографический список – 21 наименования, 10 листов чертежей ф. А3.

Важной составляющей подготовки ковшей для разлива чугуна является сушка футеровки, которая должна производиться строго по заданному температурному графику с минимизацией затрат энергоносителей. В данном проекте представлена установка, состоящая из трех стенов вертикальной сушки ковшей, описаны режимы его работы и особенности. Установка обеспечивают сушку и нагрев ковшей с различной футеровкой как дискретного (из кирпичей), так и монолитного типа. Сушка и нагрев производятся в автоматическом режиме по диаграммам (температурным режимам), разработанным индивидуально для каждого вида футеровки.

Основное внимание уделено системе управления установкой. Показаны возможности, предоставляемые системой пользователю, приведены показатели её эффективности, полученные по результатам расчетов.

Таким образом, цель работы заключается в разработке системы автоматического управления установкой сушки ковшей.

Задачи работы:

- разработка системы автоматического управления установкой вертикальной сушки ковшей, предназначенной для сушки футеровки ковша по строго определенному температурному графику;
- выработка системы автоматического управления установки сушки чугуновозных ковшей, полностью соответствующей правилам Ростехнадзора для оборудования данного назначения;
- разработка системы автоматического управления установки сушки чугуновозных ковшей, с применением футерованных крышек для ковшей во время их сушки для повышения качественных характеристик процесса и снижения расхода природного газа;
- увеличение времени работы чугуновозных ковшей до очередного ремонта футеровки при одновременном сокращении расхода газа при её сушке;
- реализация мероприятий и оптимальных параметров для безопасной работы на данном участке.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Симбиркина А.А.			Автоматизация системы управления установки сушки чугуновозных ковшей	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Усевич Т.Н.				Д	4	72
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ (НИУ). Кафедра ТТС		
<i>Н. Контр.</i>		Микерина О.С.						
<i>Утверд.</i>		Виноградов К.М.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА	7
1.1 Описание технологического процесса и объекта управления	7
1.2 Обоснование необходимости автоматизации	9
1.3 Состав установки.....	13
2 ОБЩИЙ РАЗДЕЛ	18
2.1 Общее описание установки	18
2.2 Порядок работы стенда	19
2.3 Разработка структурной схемы установки.....	21
2.4 Основные задачи управления	23
2.5 Основные условия функционирования системы	26
3 ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.....	29
3.1 Структура системы управления.....	29
3.2 Устройства формирования сигналов управления.....	30
3.3 Устройства коммутации токов	32
3.4 Способы контроля наличия факела в горелке	34
3.5 Устройства визуализации и задающие устройства	38
4 ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	40
4.1 Разработка функциональной схемы автоматизации и выбор структуры системы управления.....	40
4.2 Выбор контроллера	48
4.3 Выбор оборудования КИПиА.....	54
5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	61
5.1. Краткая характеристика предприятия и рабочего места.....	61
5.2 Анализ травматизма на предприятии.....	66
5.3 Чрезвычайные ситуации	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	71

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ				

ВВЕДЕНИЕ

Для стабильной работы металлургического производства большое значение имеет подготовка ковшей. Ковш после ремонта футеровки необходимо высушить и нагреть для приема чугуна примерно до 1000°С...1200°С . Высокая температура футеровки необходима, чтобы уменьшить тепловой удар при контакте с расплавленным чугуном (температура около 1600 °С). Постепенности процесса сушки придается особенно большое значение, так как при резком разогреве влажной футеровки или в случае контакта ее с расплавленным чугуном возможно местное взрывное разрушение. Это приводит к уменьшению ресурса ковша, а в некоторых случаях и к возникновению аварийных ситуаций («уход» расплавленного металла). Поэтому сушку и разогрев ковша с монолитной футеровкой необходимо производить по строго определенной температурно-временной диаграмме, регламентированной технической документацией на футеровку. Ресурс футеровки любого ковша определяется количеством и глубиной циклов нагрева и остывания, связанных с разливкой очередной плавки и паузой между плавками. Поэтому очень важна правильная цикличность всего процесса и минимизация интервалов между разливками. Для уменьшения неизбежно возникающих циклических тепловых нагрузок на футеровку ковшей необходимо в паузах между плавками поддерживать высокую температуру футеровки. Процесс сушки и высокотемпературного нагрева является одной из основных составляющих технологического процесса и отличается высокой энергоемкостью (высокий расход природного газа). В связи с этим остро стоит вопрос оптимизации и уменьшение затрат этого процесса.

Кроме того, необходимо повысить качество сушки и разогрева ковшей, за счет применения универсальных газовых горелок со специальными крышками. Футеровка крышки выполняется из современных волокнистых огнеупорных материалов по специальной технологии. При этом основной целью проектирования, является увеличения времени работы чугуновозных ковшей до очередного ремонта футеровки при одновременном сокращении расхода газа при её сушке. Результатом улучшения качества, является обеспечение более высокой (до 700 наливов) стойкость футеровки. Надежная конструкция и КТС установки должны обеспечить необходимую безопасность эксплуатации и длительный срок службы с минимальным техническим обслуживанием.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА

1.1 Описание технологического процесса и объекта управления

Назначением участка является сушка и разогрев футеровки чугуновозных ковшей. В состав участка входят три стенда сушки и разогрева ковшей, расположенные в закрытом помещении, примыкающем к депо ремонта чугуновозных ковшей доменного цеха.

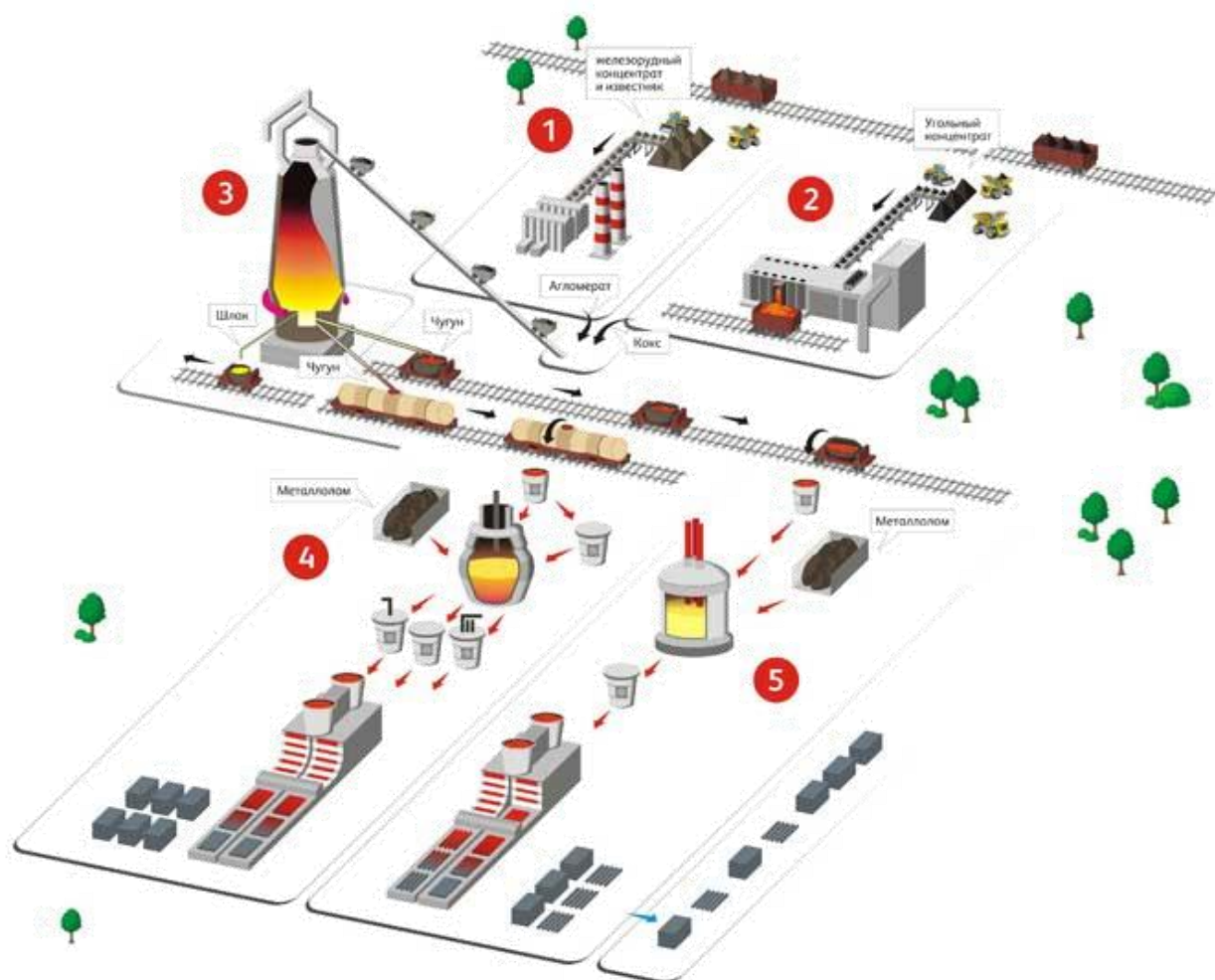


Рисунок 1.1 – Схема металлургического производства от железорудного сырья до непрерывнолитой заготовки:

1 – производство агломерата, 2 – коксохимическое производство, 3 – доменное производство, 4 – конвертерный цех, 5 – электросталеплавильный цех

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ

Лист

7



Рисунок 1.2 – Доставка ковшей на участок сушки

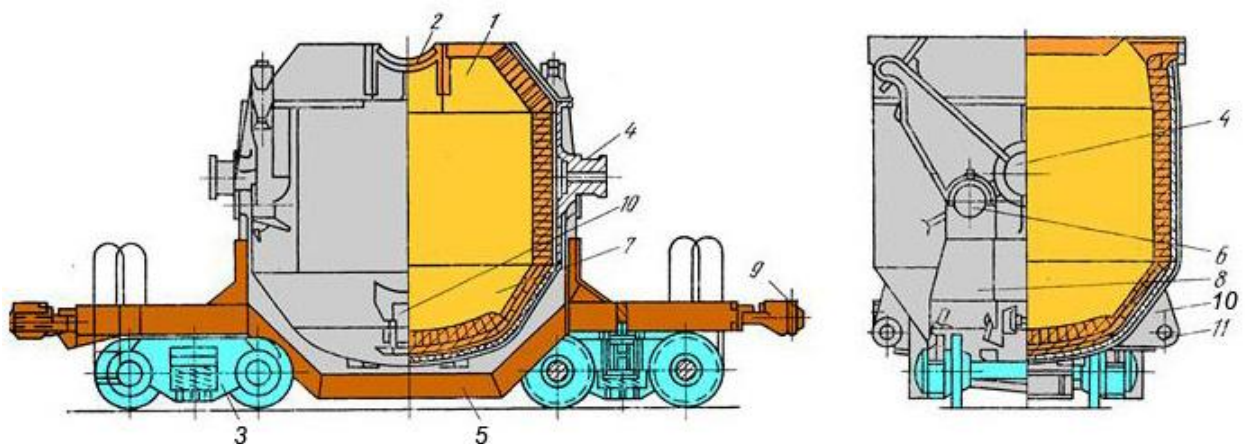


Рисунок 1.3 – Чугуновоз с грушевидным ковшом вместимостью 140 т:
 1 – крышка (горловина); 2 – отверстие горловины; 3 – ходовая тележка;
 4 – верхняя цапфа; 5 – продольная изогнутая балка; 6 – нижняя цапфа; 7 – корпус
 (крышка и корпус футерованы изнутри огнеупорным шамотным кирпичом);
 8 – несущая рама; 9 – автосцепное устройство; 10 – проушина; 11 – валик

Монолитная футеровка выполняется в депо ремонта чугуновозных ковшей, куда подготовленные ковши подаются железнодорожным транспортом. Железнодорожным транспортом подаются также и компоненты самотвердеющих смесей. Депо ремонта оборудовано одним постановочным местом для изготовления монолитной футеровки, мостовым краном, грузоподъемностью 120 т, участком сушки футеровки в составе трех открытых стендов, размещенном в пристрое к зданию депо, а также двумя тупиковыми железнодорожными путями.

						13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

Подготовленный ковш снимается с чугуновозной тележки мостовым краном и устанавливается на постановочное место (яму) для футеровки. На цапфы ковша устанавливается шаблон и после центрирования жестко закрепляется. Подающий транспортер устанавливается над шаблоном в рабочее положение. Готовая смесь через люк смесителя и лоток поступает в зазор между шаблоном и арматурным слоем футеровки ковша. После заливки футеровки отключается сначала подача твердых компонентов огнеупорной смеси, а затем раствора жидкого стекла. Через 1-1.5 часа после окончания заливки шаблон извлекается из ковша. Футеровка выдерживается 1.5-2 часа на воздухе, после чего футерованный ковш мостовым краном устанавливается на лафет участка сушки, на котором при помощи железнодорожной лебедки передается к одному из трех стендов сушки и разогрева. Сушка и разогрев футеровки 140-тонных ковшей производится в течение 48 часов, после чего лафет с ковшом выкатывается лебедкой в помещение депо, далее мостовым краном переставляется на чугуновозную тележку. Учитывая то, что под выпуск чугуна подается группа из трех чугуновозных ковшей, а также то, что железнодорожный путь подачи ковшей на лафетах к стендам сушки тупиковый, основной режим работы стендов – одновременный.

Сушка монолитной кварцитовой футеровки чугуновозных ковшей в настоящее время производится диффузионными горелками, работающими на природном газе, без крышек. Регулирование расхода природного газа осуществляется вручную с помощью задвижек. Ковши, установленные на чугуновозные тележки (лафеты), передвигаются по железнодорожному пути под стенды с помощью канатной маневровой лебедки. Продолжительность сушки ковша 42-48 часов. Средняя стойкость футеровки ковша – 220 наливов.

1.2 Обоснование необходимости автоматизации

Объектом автоматизации является участок сушки и разогрева футеровки чугуновозных ковшей.

Целями автоматизации являются:

- повышение качества сушки и разогрева футеровки ковшей, обеспечивающего более высокую (до 700 наливов) стойкость футеровки;
- сокращение расхода природного газа;
- расширение номенклатуры футеровки ковшей за счет применения огнеупорных бетонов;
- организация отвода дымовых газов за пределы помещения стендов в соответствии с предписанием Ростехнадзора N 2М от 23.03.2009 года;
- повышение уровня безопасности при эксплуатации установки;
- улучшение условий труда эксплуатирующего персонала.

В зависимости от стойкости футеровки, объем производства депо ремонта чугуновозных ковшей, включая участок сушки и разогрева футеровки, составляет от 4 до 10 ковшей в месяц.

В настоящее время сушка монолитной кварцитовой футеровки чугуновозных ковшей производится в закрытом помещении, примыкающем к депо ремонта

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

чугуновозных ковшей доменного цеха. В качестве горелочных устройств используются диффузионные горелки, работающие на природном газе. Горелки опускаются в ковш с помощью лебедки.

Сушка ковшей производится без крышек. Регулирование расхода природного газа осуществляется вручную с помощью задвижек. Давление природного газа перед стендами ~ 5 кПа.

Ковши, установленные на чугуновозные тележки, передвигаются по железнодорожному пути под газовые горелки с помощью канатной маневровой лебедки.

На существующих стендах сушки при отсутствии крышек не обеспечивается равномерность распределения температур по высоте ковша, имеют место повышенные тепловые потери (см. рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Сушка чугуновозного ковша с помощью диффузионной горелки

Газорегулирующее оборудование не удовлетворяет необходимым требованиям по обеспечению технологии сушки и требованиям правил безопасности. Равно как и применяемые диффузионные горелки не обладают необходимой верной отработкой временной программы сушки и разогрева, так как отсутствует автоматическая система управления. Чаще всего, их мощности постоянно не хватает для обеспечения нагрева футеровки ковша до заданной температуры. Указанные недостатки приводят к снижению качества сушки футеровки ковшей и перерасходу природного газа. Среднемесячная стойкость кварцевой футеровки ковшей в настоящее время составляет 220 наливов чугуна.

Поэтому, требуется установка универсальных газовых горелок для сушки как кварцевой футеровки, так и передовых высокопрочных огнеупорных масс и бетонов. Необходимо обеспечить механизацию технологических операций и

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

ремонтных работ в условиях существующего здания, состоящего из металлического каркаса, стен и кровли из листового металлопроката.

Энергоресурсы, потребляемые участком сушки и разогрева футеровки ковшей, до и после автоматизации приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Энергоресурсы, потребляемые участком сушки и разогрева футеровки ковшей

Перечень энергоресурсов	Величина показателя		
	До автоматизации	После автоматизации	
		На кварцитовой футеровке	На огнеупорных бетонах
Природный газ (средний расход), тыс. нм ³ /год	755,52	647,46	532,92
Электроэнергия, тыс.кВтч/год	-	175,5	175,5

Комплексного использования вторичных энергоресурсов и отходов производства нет.

Автоматизация участка сушки и разогрева футеровки ковшей осуществляется в пределах земельного участка, занимаемого существующим оборудованием. Дополнительная площадь не используется ни временно, ни на постоянно. Земельный участок является собственностью заказчика.

Продукцией депо ремонта, в том числе участка сушки и разогрева футеровки, являются отремонтированные и подготовленные к эксплуатации чугуновозные ковши. Чем выше качество ремонта, тем выше стойкость футеровки, следовательно, продолжительность эксплуатации ковша, тем ниже объем производства депо ремонта и тем ниже расход футеровочных материалов и энергоносителей. Повышение стойкости футеровки до 700 наливов позволяет увеличить продолжительность процесса сушки-разогрева футеровки до 270 часов без увеличения парка ковшей, что полностью обеспечивает возможность применения футеровочных материалов, требующих продолжительности сушки-разогрева 80 часов и более.

Автоматизация стандов сушки и разогрева ковшей предусматривается:

- оборудование стандов футерованными крышками, закрывающими ковш в процессе сушки;
- замена существующих диффузионных горелок универсальными двухпроводными горелками конструкции «ВНИИМТ», монтируемыми на крышках;
- организация отвода дымовых газов от крышек с сооружением
- газоотводящего коллектора и дымовой трубы;
- автоматизированное управление работой стандов, в том числе режимами сушки и разогрева.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

Состав и основные технические характеристики стенов сушики и разогрева футеровки чугуновозных ковшей приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Состав и основные технические характеристики стенов сушики и разогрева футеровки чугуновозных ковшей

Наименование оборудования, технического параметра		Значение параметра	
		До автоматизации	После автоматизации
1 Горелка			
количество	шт.	3	3
Расход газа			
минимальный	м ³ /час	30	11,4
максимальный	м ³ /час	120	200
Расход вентиляторного воздуха			
минимальный	м ³ /час	-	1080
максимальный	м ³ /час	-	3060
Давление газа перед горелкой			
минимальное	кПа	5	1,5
максимальное	кПа	5	25
Давление воздуха перед горелкой			
минимальное	кПа	-	1,3
максимальное	кПа	-	2,5
Диапазон изменения коэффициента избытка воздуха			1,1 – 17,0
Розжиг		Факелом	Высоковольтной электросвечой
2 Дымосос			
количество	шт	-	2
производительность	нм ³ /час	-	14760-38880
мощность электропривода	кВт	-	45
3 Вентиляторы			

Окончание таблицы 1.2

Наименование оборудования, технического параметра		Значение параметра	
		До автоматизации	После автоматизации
количество	шт	–	3
производительность	нм ³ /час	–	2 885
мощность электропривода	кВт	–	7,5

1.3 Состав установки

Установка состоит из трех стендов. Стенд состоит из подвижной горизонтальной огнеупорной крышки, в которой установлена газовая горелка и канал отвода дыма из ковша. Крышка стенда имеет металлический корпус и футирована изнутри огнеупорными материалами; на крышке монтируется горелка с огнеупорным тоннелем. Воздух в горелку подается дутьевым вентилятором, а природный газ из газопровода, оснащенного запорно-регулирующей арматурой, автоматикой розжига, управления и безопасности. Отвод дыма из ковша осуществляется под вытяжной зонд. Ковш устанавливается в вертикальном положении под крышкой при помощи поданной тележки. Внешний вид установки можно увидеть на рисунке 1.5.

Крышки стендов зафиксированы на опорных металлоконструкциях с помощью механизмов подъема, которые обеспечивают движение крышек вдоль вертикальной оси с ходом 400мм. В рабочем состоянии крышка ложится на ковш. Уплотнение сливных носков производится футеровочными материалами в главном помещении депо ремонтных работ. Крышка оборудована горелкой конструкции ВНИИМТ, расположенной в центре, а также вертикальным телескопическим патрубком отвода дымовых газов. Снижение температуры дымовых газов происходит способом их разбавления атмосферным воздухом, которые поступают в трубопроводы, как через кольцевой промежуток телескопического патрубка, так и через вспомогательные патрубки диаметром 273х4мм, оборудованные регулирующими клапанами 09ПГВУ 291-80, устанавливаемые на дымопроводах диаметром 530х8мм от крышек к коллектору. Регулирование отвода дымовых газов осуществляется клапанами 11ПГВУ 292-80. Предварительно охлажденные дымовые газы поступают в коллектор диаметром 720х8мм, оснащенный дополнительным патрубком разбавления диаметром 273х4мм с регулирующим клапаном 09ПГВУ 291-80. Далее дымовые газы отводками диаметром 630х8мм подаются на всос двух дымососов ДН-11.2У, производительностью от 4,1 до 10,8 м³/сек каждый. Основные эксплуатационные режимы обеспечивает один дымосос. Второй подключается при необходимости одновременной работы всех трех стендов на максимальном режиме. Далее, через трубу диаметром 820мм и высотой 18м дымовые газы сбрасываются в атмосферу (см. рисунок 1.6).

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

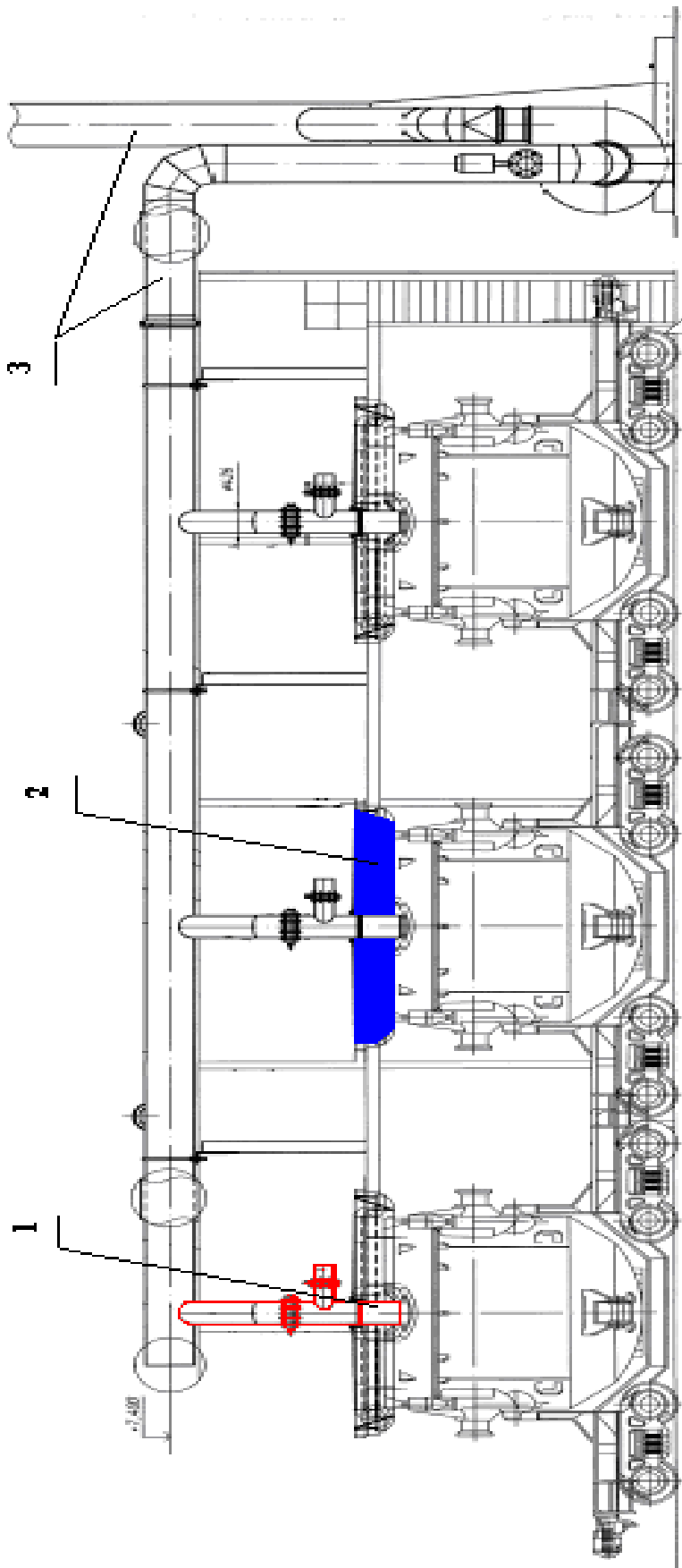


Рисунок 1.5 – Установка сушки чугуновозных ковшей:
 1- Газовая горелка – 3 шт., 2 - Крышка ковша – 3 шт., 3 – Дымопровод удаления продуктов горения газа

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

13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ



Рисунок 1.6 – Труба дымососа

Подача воздуха к горелкам обеспечивается тремя вентиляторами ВР 140-15-6,3 – по одному на каждую горелку. От вентиляторов трубопроводами диаметром 219х6мм, оборудованными дисковыми затворами ЗД 200.16.1.2.1 и гибкими металлорукавами, обеспечивающими соединение подвижной части воздухопровода со стационарной, воздух подается к горелкам стендов.

Основная запорная и регулирующая трубопроводная арматура оборудована электроприводами с дистанционным управлением (см. рисунок 1.7).

Мостовым краном устанавливается на лафет чугуновозных ковш, отфутерованный в депо ремонтных работ, и при помощи железнодорожной лебедки подается к одному из стендов сушки и разогрева. Центрирование лафета с ковшом осуществляется с помощью датчиков положения ковша. После установки лафета с ковшом выдается сигнал готовности в систему автоматизированного управления.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 1.7 – Дутьевой вентилятор с запорно-регулирующей арматурой

Далее, в автоматическом, полуавтоматическом, или ручном дистанционном режиме выполняются в заданной последовательности следующие операции:

- перевод крышки в рабочее положение;
- запуск дымососа, или увеличение тяги с одновременным открытием соответствующей регулирующей заслонки на дымопроводе;
- запуск вентилятора, или увеличение подачи воздуха на горелку;
- включение подачи природного газа на горелку;
- розжиг горелки;
- сушка и разогрев футеровки в заданном режиме.

По завершении процесса, операции выполняются в обратной последовательности.

Основным режимом работы участка сушки и разогрева футеровки ковшей является работы всех трех стендов со смещением графика сушки на 6-12 часов по каждому ковшу. В этом случае лафеты с ковшами устанавливаются под стенды последовательно, начиная с крайнего (тупикового), по мере завершения футеровочных работ по каждому ковшу в основном помещении депо. Такой режим позволяет исключить одновременную работу всех трех

горелок на максимальной тепловой мощности, а также обеспечить автоматическое центрирование лафетов с ковшами.

Трудоемкость в расчете на единицу продукции (ковш) незначительно снижается за счет автоматизации операций процесса сушки-разогрева. В связи с увеличением стойкости футеровки и соответствующим снижением количества ремонтов, объем работ за эквивалентный интервал времени уменьшается примерно на 26% при работе на огнеупорных бетонах и остается прежним при работе на кварцевой футеровке.

Выводы по разделу один

В этом разделе разъяснена последовательность и описание технологического процесса. Выявлены необходимые требования автоматизации для снижения расходов и улучшения условий труда эксплуатирующего персонала. Показана установка, состоящая из трех стендов для сушки чугуновозных ковшей.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Общее описание установки

Для обеспечения постановки чугуновозных ковшей на место сушки крышки ковшей должны иметь возможность подниматься вместе с горелкой. После укрытия ковша крышкой (см. рисунок 2.1) зажигается газовая горелка и производится сушка футеровки ковша по заданной программе. Контроль и регулирование температурного режима сушки осуществляется программируемым логическим контроллером.



Рисунок 2.1 – Крышка станда

Температурный режим сушки определяется по температуре отходящих дымовых газов и пирометров замера температуры футеровки. График изменения температуры в процессе сушки футеровки ковша, выполненной из высокоглиноземистых бетонов, приведен на рисунке 2.2.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

График сушки монолитной футеровки чугуновозного ковша, выполненной бетонными смесями ВГКБС-80 и МКРБС-48

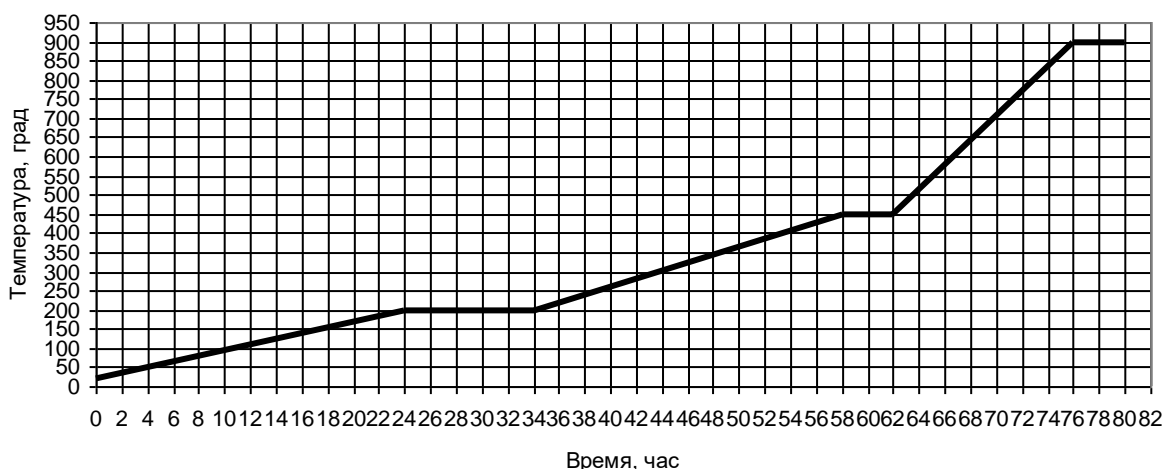


Рисунок 2.2 – График изменения температуры футеровки в процессе сушки

Крышка имеет металлический корпус и футерована изнутри огнеупорным материалом, на крышке монтируется горелка с огнеупорным тоннелем. Воздух в горелку подается дутьевым вентилятором, а природный газ – из газопровода, оснащенного запорно-регулирующей арматурой, автоматикой розжига, управления и безопасности. Отвод дыма из ковша производится под вытяжной зонд. Ковш устанавливают под крышки в вертикальном положении с помощью поданной тележки.

Подъем и опускание крышек и горелок в ремонтных целях планируется организовать с помощью электрической тали Q=3,2т.

2.2 Порядок работы станда

2.2.1 Подготовка станда к работе.

Чугуновозный ковш устанавливается под крышку оператором. Команду на опускание крышки ковша также осуществляет оператор. Управление операциями ручное дистанционное.

Окончание установки крышки на горловине ковша (срабатывание конечных выключателей) является разрешением на запуск дымоудаления и ее работу в автоматическом режиме, а также пуск воздушного вентилятора горелки. Такой запуск указанных систем необходим во избежание перегрева пирометров при установке под крышку ковша с уже разогретой до высоких температур футеровкой – такой случай перемещения ковшей со станда на станд требуется предусмотреть в соответствии с технологическим процессом сушки. Запуск системы дымоудаления и дутьевого вентилятора (на 30 % от номинала) является разрешением для розжига горелки станда.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			19	

2.2.2 Розжиг горелки и сушка футеровки.

Исходное положение перед пуском горелки:

- в горелку подается воздух с расходом 30 % от номинального;
 - система дымоудаления обеспечивает разряжение под крышкой ковша;
 - давление газа в общем коллекторе 3-х стендов составляет 30..40 кПа (рабочее давление);
 - отсечные электромагнитные клапаны КО3, КО4, КО1, КО2 закрыты, электромагнитный клапан КС открыт;
 - регулирующие клапаны КР1 и КР2 находятся в закрытом положении.
- Нажатием кнопки «Пуск» осуществляется запуск процесса сушки футеровки ковша по заданному графику в автоматическом режиме.

При этом осуществляются следующие операции:

- осуществляется проверка герметичности клапанов КО3, КО4, КС;
 - осуществляется продувка полости ковша в течении не менее 3-х минут с момента запуска дутьевого вентилятора;
 - при положительном тесте герметичности, а также окончании времени продувки ковша включается высоковольтный трансформатор и подается напряжение на запальную электросвечу;
 - закрывается клапан КС, и открывается клапаны КО3, КО4;
 - газ по трубопроводам Ду 50, Ду25, Ду15, через регулятор давления поступает в горелку в количестве 10..11 м3/ч. Происходит розжиг горелки;
 - от ионизационного датчика горелки поступает сигнал о наличии пламени в горелке;
 - расход воздуха в горелку доводится до номинального. Температура теплоносителя, поступающего в ковш составляет 130..150 С;
 - открывается клапан КО2(клапан КР2 закрыт);
 - начинается процесс сушки футеровки по заданному графику. Таймер отсчитывает время и через определенный период сверяет температуру днища ковша по показаниям пирометра и по заданному графику. Если температура днища меньше заданной, то пошагово добавляется газ на горелку открытием клапана КР2 в зависимости от результатов сравнения. Такое регулирование температуры клапаном КР2 осуществляется до полного открытия клапана, при котором расчетный расход газа по первичному тракту составляет 46 м3/ч, что соответствует температуре теплоносителя 550..580 С;
- Если клапан КР2 открыт полностью, а газ необходимо добавлять. То положение клапана фиксируется на достигнутом, а управление расходом газа на горелку передается на тракт подачи вторичного газа;
- открывается клапан КО1(клапан КР1 закрыт) и подобно описанному выше процессу происходит пошаговое регулирование расходом газа на горелку, а следовательно, температурной футеровки днища ковша в соответствии с графиком сушки вплоть до достижения заданной графиком температуры футеровки.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

2.2.3 Отключение подачи газа.

Отключение подачи газа на горелку происходит вручную при помощи команды «стоп». При это происходит закрытие клапана КО2 и КО3 отключение вентилятора. Регулирующие клапана КР1 и КР2 переводятся в начальное закрытое положение.

2.3 Разработка структурной схемы установки

Установка сушки ковшей рассчитана для высушивания огнеупорной кладки. Получение огнеупорной кладки ковша к стойким механическим и термическим перегрузкам при разливке чугуна является одной из задач высушивания. Установка сушки ковша – это конструкция повторяющего действия, которая функционирует в условиях переменной продуктивности, когда изменяются не только все характеристики, но и тип высушиваемого материала, калорийность газа, режим нагрева огнеупорного материала.

Задача управления ходом сушки ковша в данной установке заключается в выборе и поддержке режима работы, обеспечивающей получение высококачественной высушенной огнеупорной кладки с малым удельным расходом горючего, находящейся в критериях переменной продуктивности агрегата. Работа установки сушки оценивается по следующим параметрам: температуре в ковше, экономичности сгорания горючего, разрежению под крышкой ковша. Процесс управления сушкой ковша происходит в условиях, изменяющихся возмущающих действий, а именно: переменной продуктивности установки, подаче горючего и воздуха, калорийности топлива, теплофизических характеристик огнеупорного материала, подсосов. Управляющие воздействия в установке сушки ковша: температура в ковше, которая обеспечивается расходом топлива, расход воздуха на горелки, изменения тяги дымососа. Температура в ковше меняется линейно при практическом изменении расхода топлива. В основном объект управления состоит из нескольких связанных между собой участков управления (установки, агрегаты и так далее) либо локальных каналов управления отдельными параметрами одной установки или агрегата. При этом система управления, зависящая от ремонтных задач, может состоять из нескольких пунктов управления. Система управление подразделяется на одноуровневые централизованные, одноуровневые децентрализованные и многоуровневые структуры управления. Так как в этой ситуации объект размещен совсем на небольшой площади и сравнительно обычный, то разумно было бы применить одноуровневую централизованную структуру управления.

Исходя из вышесказанного, была разработана структурная схема, представленная в графической части проекта. При разработке структурной схемы, учитывалась специфика сушки ковшей и технологические особенности данного процесса. Объектом управления в данном случае будет ковш, который необходимо высушить по заданному температурному графику, а также коллектор дымовых газов. Так как согласно технологическим требованиям необходимо предусмотреть систему дымоудаления отвечающую следующим требованиям:

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- температура дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу, не должна превышать 200° С (по экологическим требованиям);
- температура дымовых газов на входе в общий коллектор не должна превышать 400 ° С.

Параметры, которые подлежат автоматическому регулированию, контролю и сигнализации на основе технологических схем и с учетом основных требований к метрологическому обеспечению технического процесса.

Параметры, подлежащие регулированию установкой сушки ковша:

- температура в ковше;
- соотношение газа и воздуха;
- разрежение в ковше;
- температура в коллекторе до и после подсоса;

Параметры, отклонение которых сигнализируется, если имеется расхождение от заданных норм:

- авария горелки;
- неисправность вентилятора дутьевого воздуха;
- падение давление природного газа;

Параметры, подлежащие контролю:

- температура в ковше ;
- соотношение газа и воздуха;
- температура в коллектора до и после подсоса;
- разрежение в ковше;
- расход природного газа;
- давление газа и воздуха перед горелкой.

Кроме того должна учитываться отсечка газа при падении давления газа либо воздуха ниже приемлемого. Для составления структуры системы нужно направить внимание на контролируемые и управляемые параметры установки.

В соответствии со структурной схемой регулирование соотношения газ-воздух будет производиться двумя регуляторами. Регулятор 1 на основании получаемых данных от датчика температуры установленного на ковше Т1* и задающего графика температуры будет выдавать информацию об объеме газа, который необходимо подать на горелку, на регулятор 2. В свою очередь регулятор 2 будет выставлять оптимальное соотношение газ- воздух α_g и α_v , подаваемого на горелку. Объем газа и воздуха регулируется с помощью управляемых задвижек КР1 и КР2- на газе, и УМ1- на воздухе. Задвижки оборудованы блоками сигнализации положения (БСПТ). Таким образом, у регуляторов существует обратная связь от задвижек о положении в котором находится задвижка, следовательно можно судить и об объеме газа и воздуха подаваемых на горелку. Помимо этого, датчики давления и воздуха установленные перед горелкой также позволяет контролировать расход газа и воздуха на горелку. Несмотря на то, что калорийность газа постоянно меняется, соответственно меняется теплотворная способность топлива, данная структура управления позволяет стабилизировать процесс горения и получить максимальную температуру пламени при заданном расходе газа.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Для обеспечения безопасного процесса горения и недопущения перегрева конструкций стенда и его исполнительных механизмов, необходимо под крышкой ковша поддерживать разрежение на уровне 0..-5 кПа. Поэтому необходимо контролировать объем отходящих дымовых газов в коллектор. Для этого предусмотрен регулятор 3, на который от датчика разрежения под крышкой ковша приходит сигнал о разрежении. Регулятор 3 в свою очередь приоткрывает задвижку на дымовых газах УМ4 тем самым, во-первых, обеспечивается разрежение под крышкой, а во-вторых, в коллектор попадает оптимальный объем отходящих газов для работы дымососов.

Для охлаждения дымовых газов предусмотрены регуляторы 4 и 5. Регулятор 4 контролирует температуру отходящих газов после ковша и в случае если их температура превышает 400° С, регулятор открывает задвижку на подсосе УМ4, тем самым происходит разбавление отходящих газов атмосферным воздухом и их температура снижается. Аналогичным образом работает регулятор 5, который контролирует температуру отходящих газов перед дымососами.

2.4 Основные задачи управления

Основными задачами и функциями системы управления установкой является:

1. Измерение технологических параметров установки;
2. Контроль готовности системы управления и электрооборудования вспомогательного оборудования установки к включению и его состояние в процессе эксплуатации;
3. Диагностика первичных преобразователей на работоспособность и достоверность выдаваемой информации;
4. Управление (ручное и автоматическое) оборудованием установки и обеспечение его защиты при отклонениях от рабочих параметров;
5. Индикация, регистрация и сигнализация значений технологических параметров и их отклонений, состояний электрооборудования в процессе эксплуатации;
6. Идентификация предаварийных и аварийных ситуаций;
7. Выдача оператору сообщений о выходе параметров установки за пределы рабочих и допустимых установок;
8. Расчет значений вычисляемых параметров;
9. Визуализация технологических процессов и предоставление технологической информации на цветных графических терминалах;
10. Блокировки действий оператора, ведущих к возникновению аварийных ситуаций;
11. Сбор, формирование и ведение архива значений параметров, действий оператора, отклонение технологических параметров и работы оборудования от допустимых значений.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

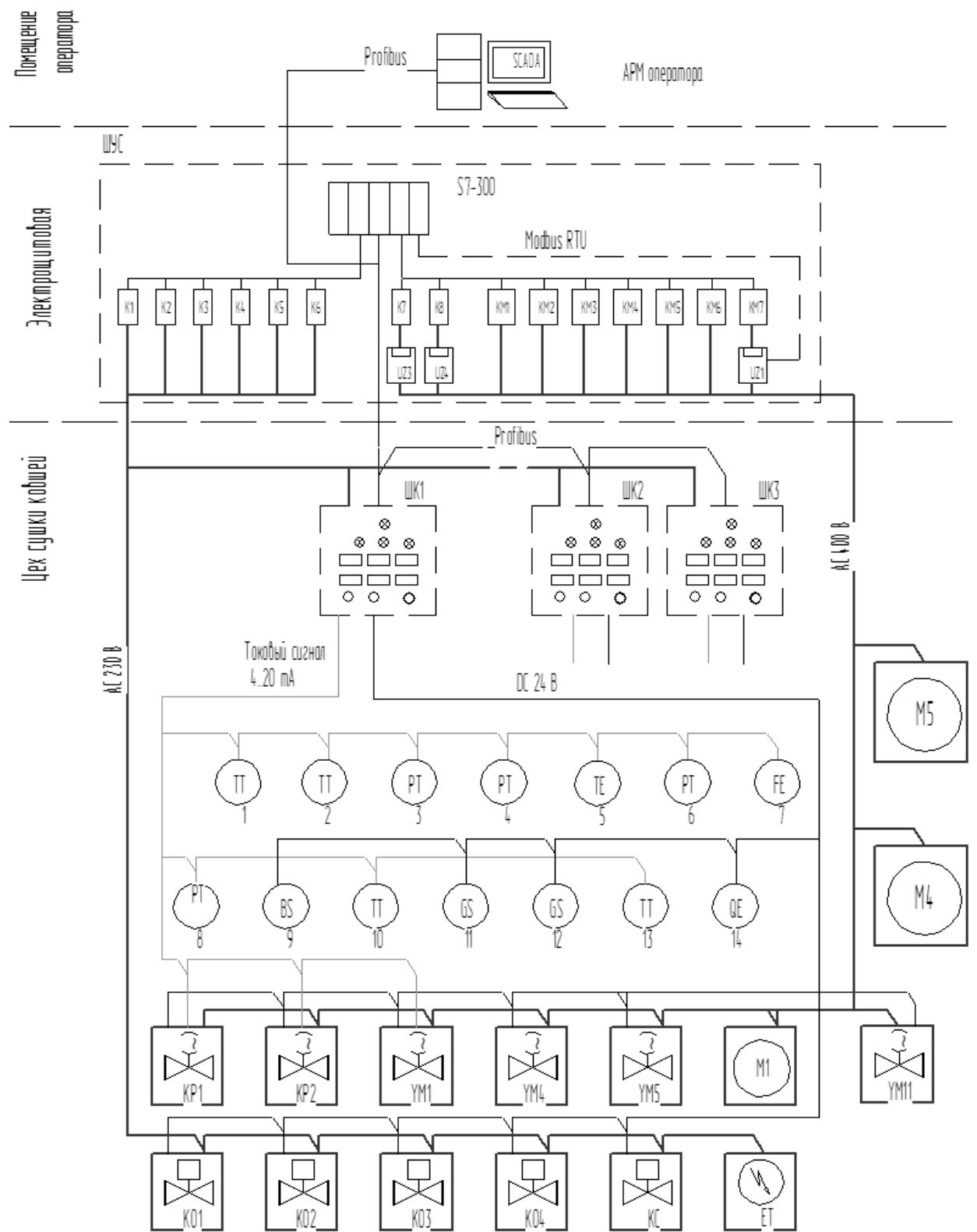


Рисунок 2.3 – Функциональная схема системы автоматизации

Для достижения максимального эффекта от внедрения в системе необходимо реализовать трех уровневый иерархический принцип управления.

Нижний уровень содержит:

- Первичные датчики;
- Регулирующую и запорную арматуру;

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

- Электроприводы;
- Преобразователи;
- Промежуточные реле;
- Исполнительные механизмы;
- Кнопки и переключатели;
- Сигнальные лампы и элементы звуковой сигнализации;
- Цифровые показывающие приборы.

Нижний уровень системы предназначен для реализации следующих функций:

- а. Преобразование физических величин в унифицированные электрические сигналы;
- б. Оказание управляющих воздействий на технологический процесс посредством изменения положения запорно-регулирующей арматуры с помощью унифицированных сигналов управления;
- в. Ручное управление технологическим процессом посредством воздействия оператором на кнопки управления технологическими механизмами, их режимами и т.п.
- г. Отображения состояния технологических механизмов и переменных процесса посредством световой сигнализации цифровых показывающих приборов;
- д. Светозвуковая сигнализация предаварийных и аварийных ситуаций.

Средний уровень содержит систему сбора данных и контроллер (ПЛК) способный реализовать все возложенные на него функции.

Средний уровень предназначен для реализации следующих функций:

- а. Сбор данных от аналоговых и дискретных датчиков;
- б. Преобразование данных от аналоговых датчиков для получения мгновенных и накопительных данных для учета энергоресурсов;
- в. Циклической передачи данных на верхний уровень системы;
- г. Выдача управляющих сигналов на исполнительные механизмы;
- д. Автоматического управления установкой по заданной программе;
- е. Управления отдельными устройствами установки дистанционно со шкафа оператора;
- ж. Генерация рабочих и аварийных сообщений;
- з. Хранение в энергонезависимой памяти уставок и данных, необходимых для работы установки;
- и. Хранение в энергонезависимой памяти программы работы контроллера.

Верхний уровень содержит:

- а. Панель оператора установки суши;
- б. ПЭВМ со SCADA-системой (отдельный компьютер).
- в. Верхний уровень предназначен для реализации следующих функций:
- г. Визуализации данных технологического процесса и сообщений в удобном для восприятия оператором виде;
- д. Осуществления оператором непосредственного управления устройствами установки суши из помещения операторской;
- е. Предоставления доступа к программе управления нижнего уровня.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Панель оператора наиболее целесообразно разместить на двери шкафа управления, и в случае выхода из строя АРМ оператора (ПЭВМ на ОС Windows) с панели оператора всегда можно будет контролировать тех. процесс и в случае необходимости произвести корректировку параметров. Поэтому панель оператора должна соответствовать следующим требованиям:

- а. Панель оператора должна отображать текущее состояние технологического процесса;
- б. Панель оператора должна отображать архивные значения параметров технологического процесса;
- в. С помощью панели оператора должно осуществляться управления технологическим процессом, а также задание параметров контуров автоматического регулирования, пределов измерений, параметров первичных датчиков и необходимых установок.

Учитывая вышесказанное, панель оператора является резервным средством управления. Основным средством управления и контроля в данной системе является АРМ оператора, который размещается в операторском помещении депо ремонта ковшей на отметке 0,0. При этом АРМ оператора должно быть организовано на основе вновь устанавливаемой рабочей станции (персональный компьютер в промышленном исполнении). Для организации резервного хранения данных на РС необходимо использовать Raid 1. АРМ оператора также должно дублировать все функции панели оператора. Необходимо обеспечить архивирование и хранение всех параметров технологического процесса, информацию об аварийных и предаварийных событиях в формате Microsoft SQL.

АРМ оператора необходимо использовать с целью:

- а. Регистрации технологических параметров, расхода энергоносителей, параметров работы установки с выводом на дисплей;
- б. Визуализации и архивирования значений технологических параметров и событий, связанных с работой установки;
- в. Вывод рабочих и аварийных сообщений об отклонениях технологических параметров от заданных значений, аварийные и рабочие сообщения должны содержать сведения о причине невыполнения действий оператора, причине блокировки;
- г. Архивирования значений технологических параметров энергоносителей;
- д. Просмотра графиков технологических параметров и их печати на принтере.

2.5 Основные условия функционирования системы

АСУ установки сушки обязана быть рассчитана на долгое функционирование, при этом должен обеспечиваться круглосуточный режим работы, с плановыми остановками для проведения регламентных, ремонтных и профилактических работ.

Предполагается, что установка будет функционировать в следующих режимах:

- а) «АВТОМАТИЧЕСКИЙ» – управление технологическими процессами осуществляется ПЛК по заданной программе;

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

б) «РУЧНОЙ-ДИСТАНЦИОННЫЙ» – управление технологическими параметрами осуществляется оператором при помощи АРМ, панели оператора или коммутационных устройств(стоповая аварийная кнопка) ;

в) «РУЧНОЙ-МЕСТНЫЙ» – управление технологическими процессами осуществляется оператором с независимого местного пульта.

Основной режим АСУ установки сушки – «АВТОМАТИЧЕСКИЙ».

Система должна обеспечивать возможность перевода в «РУЧНОЙ-ДИСТАНЦИОННЫЙ» режим управления отдельных функциональных узлов установки. При этом оставшееся оборудование должно продолжать работу в режиме «АВТОМАТИЧЕСКИЙ». Перевод должен осуществляться виртуальными кнопками «РУЧНОЙ/АВТОМАТИЧЕСКИЙ» с панели оператора или АРМ на соответствующих видеокадрах.

Для диагностирования АСУ установки сушки, перед включением в работу и в процессе ее эксплуатации, в ПО системы должны быть предусмотрены контрольные тестовые программы:

а. Диагностики работы вычислительных средств;

б. Обнаружения неисправностей и предоставление обслуживающему персоналу о характере и месте неисправности.

В процессе эксплуатации, диагностирование системы чаще всего проводится в автоматическом режиме. В случае каких-либо отклонений параметров или сбоев в работе, информация об этом должна выводиться на панель оператора и АРМ оговоренным цветом (например, красным), также должна включаться звуковая сигнализация. Если на экране находится другой кадр, не содержащий информацию об этом параметре, то автоматически должно активизироваться небольшое окно, которое не должно перекрывать основное.

АСУ установки сушки должна обеспечивать вывод на панель оператора и АРМ следующих диагностических сообщений:

а. Неисправность аналоговых модулей;

б. Переход контроллера в режим ПУСК;

в. Переход контроллера в режим СТОП;

г. Неисправность контактов датчиков и реле (прямая или косвенная диагностика при наличии такой возможности);

д. Неисправность первичных преобразователей;

е. Ошибка датчиков положения (замкнуты оба выключателя);

ж. Превышение времени открытия или закрытия клапана;

з. Отсутствие обратной связи с исполнительным механизмом.

Для обеспечения надежности системы необходимо предусмотреть следующие меры:

а. Осуществить выбор аппаратуры КТС системы управления, отвечающей требованиям к условиям эксплуатации, обусловленной технологией сушки;

б. Использовать программное обеспечение, разработанное для промышленного применения;

в. Использовать аппаратные средства, обеспечивающие оптимальное функционирование программного обеспечения;

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

г. Использовать блокировку действий оператора, ведущих к возникновению аварийных ситуаций;

д. Использовать построение системы, при которой потеря связи между отдельными частями АСУ установки не приводит к прекращению функционирования всей системы;

е. КТС системы управления должен обеспечивать автоматическое восстановление работоспособности после следующих аварийных событий:

1. Сбой в системе электропитания;
2. Сбой в работе программного обеспечения;
3. Ошибочные действия эксплуатационного персонала.

При этом цепи безопасности клапанов на газе и должны отвечать следующим требованиям:

а. Разрыв цепи безопасности должен приводить к останову горелки за минимально возможный промежуток времени;

б. Цепь безопасности должна предусматривать кнопку безопасности, расположенную в непосредственной близости от отключаемых механизмов;

в. Нажатие кнопки безопасности должно приводить к разрыву цепи безопасности;

г. При разрыве цепи безопасности должна включаться сигнализация в помещении операторской с выдачей соответствующего сообщения оператору;

д. В качестве кнопки безопасности должна использоваться кнопка красного цвета с фиксацией и возвратом поворотом, с нормально замкнутым контактом;

е. Останов горелки при нажатии аварийной кнопки должен осуществляться независимо от контроллера, для выдачи информации на контроллер о нажатии аварийной кнопки использовать сигнализирующие контакты аварийной кнопки.

Выводы по разделу два

Во втором разделе описаны общие характеристики установки, контроля и регулирования температурного режима сушки. Показан процесс сушки футеровки по заданному графику и этапы пошагового регулирования затрат газа на данную горелку. Поставлена задача управления процессом сушки ковша в установке и разработана одноуровневая централизованная структура управления. Разъяснены основные задачи и функции системы управления установкой и возможность функционирования системы в трех режимах.

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ				

3 ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

3.1 Структура системы управления

Замкнутая система управления (система с обратной связью) – это система управления с замкнутым очертанием подачи воздействия. Управляющие воздействия в замкнутых системах управления вырабатываются в функции отличия значения управляемой величины от требуемого закона её изменения.

Разомкнутая система управления (система без обратной связи) – это система в которой управляющие воздействия вырабатываются устройством управления чаще всего по заданной программе. Используется при жесткой характеристике управляющего воздействия, т.е. поведение объекта управления прогнозируемо при заданном управляющем воздействии.

Числовые системы действуют по следующему принципу: первичные данные переводятся в цифровой вид, далее преобразуются и принимают необходимую форму. Поэтому в системе с числовым управлением требуется преобразование первичных данных в нужную форму.

Числовые системы являются более дорогими, но использование числовых систем позволяет производить настройку системы под нужный режим работы более простыми способами, чем нечисловые системы.

В зависимости от входных и выходных сигналов система может быть аналоговой и дискретной. В аналоговый сигнал поступает в систему непрерывно во времени, а дискретные сигналы считаются определенными на определенных интервалах времени. В дискретных системах существуют звенья, преобразовывающие непрерывные сигналы в дискретную совокупность. Этот процесс называется квантованием.

Существует три способа квантования: по уровню, по времени и смешанный.

Системы квантования по уровню сигнала называются релейными, в таких системах сигнал квантуется через равные промежутки уровня сигналов.

Системы квантования по времени называются импульсными, в них дискретные значения сигнала выделяются через равные промежутки времени.

В смешанной системе непрерывный сигнал превращается в дискретный через равные промежутки времени, но при этом выделяется при этом ближайший по уровню квантованный сигнал.

Контур управления – это замкнутая цепь звеньев системы управления, в которой субъект и объект управления соединены прямой и обратной связью. В контуре управления осуществляется процесс управления как циклически постоянно возобновляемая смена фаз:

а. получения информации субъектом управления (о внешней среде и о состоянии, в котором находится объект управления);

б. изменение полученной информации в принимаемое решение, определяющее меры управляющего воздействия;

в. передачи решения на выполнение – оказание воздействия. Чем труднее управляемый объект, тем из большего числа контуров управления состоит система управления. При всем этом количество контуров устанавливается по

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

числу обратных связей, а состав и число выполняемых функций управления строго можно установить по выделенным контурам.

3.2 Устройства формирования сигналов управления

Настольный компьютер – применяется для автоматизации процессов, в которых требуется принимать и обрабатывать достаточно большие объемы данных. С помощью компьютеров можно регистрировать поступающие данные с различных объектов и в дальнейшем производить анализ этих данных. На данных компьютерах возможна реализация различной сложности алгоритмов управления. Но персональные компьютеры имеют ряд недостатков: сильная ограниченность условий эксплуатации, необходимо программное обеспечение для связи с объектом управления.

Промышленный компьютер – это компьютеры, предназначенные для использования в жестких условиях эксплуатации (изображен на рис. 3.1). Промышленный компьютер может работать в широких диапазонах температур, иметь защиту от пыли и влаги, также может иметь защиту от механических воздействий: падений, ударов, вибраций и т.д. Дополнительно промышленный компьютер может быть защищен от электромагнитных помех и сильных электрических разрядов. Но промышленные компьютеры по сравнению с обычными настольными компьютерами, при одинаковых характеристиках стоят в разы дороже.



Рисунок 3.1 – Панельные промышленные компьютеры

Программируемый логический контроллер (ПЛК) – это микропроцессорная техника, предназначенная для управления технологическими процессами и объектами (изображен на рисунке 3.2).

Принцип работы промышленного компьютера заключается в сборе, обработке данных по прикладной программе пользователя с выдачей управляющих сигналов на исполнительные приборы. ПЛК (PLC) разработали для замены релейно-контактных схем управления, которые собирали на дискретных компонентах – реле, таймерах, счетчиках, а также элементах жесткой логики. Одно из отличий ПЛК от релейных схем состоит в том, что в нем все методы управления

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

программно реализованы. При всем этом надежность работы схемы не находится зависимо от ее трудности. С внедрением ПЛК появилась возможность заменять одним из логических устройств любое необходимое количество отдельных составляющих релейной автоматики, тем самым увеличивая надежность системы, уменьшая издержки на ее тиражирование, ввод в эксплуатацию и обслуживание. ПЛК обрабатывает дискретные сигналы, аналоговые сигналы, управляет клапанами, сервоприводами, преобразователями частоты, а также осуществляет регулирование.

От РС-совместимых контроллеров ПЛК различает:

- высочайшая надежность;
- возможность одновременной обработки нескольких алгоритмов со строго детерминированным временем реакции;
- наличие процессоров RISC-архитектуры;
- масштабируемость системы;
- исключительно высокая скорость обмена данными между несколькими процессорными модулями;
- возможность аппаратного резервирования;
- поддержка практически всех имеющих полевых шин и коммуникационных интерфейсов.



Рисунок 3.2 – Программируемый логический контроллер VIPA

Микроконтроллер – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Обычный микроконтроллер соединяет внутри себя функции процессора и периферийных приборов, может содержать ОЗУ и ПЗУ. На самом деле, это однокристальный компьютер, способный выполнять простые

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

задачи. Внедрение одной микросхемы, вместо целого набора, на примере обычных процессоров, применяющихся в персональных компьютерах, существенно понижает размеры, энергопотребление, стоимость устройств, построенных на основе микроконтроллеров.

3.3 Устройства коммутации токов

1. Электромеханические реле – самый распространенный электромагнитный переключатель, который при воздействии на него внешних физических явлений скачкообразно принимает конечное число значений выходной величины. Обширно используется во многих автоматических приборах. Подразделяются они на электрические, пневматические и механические реле. На сегодняшний день наибольшее распространение получили электрические (электромагнитные) реле.

В конструкции этого устройства имеется электромагнит, якорь и переключатель. Под электромагнитом понимается электрический провод, намотанный на катушку с сердечником из магнитного материала. Якорь – это пластинка из магнитного материала, которая управляет контактами через толкатель. На катушку сердечника подается управляющий ток, притягивающий к сердечнику якорь, который через толкатель сдвигает, а в дальнейшем переключает контакты. Переключатели могут быть замыкающими, размыкающими, переключающими.

2. Герконовое реле – устройство, которое используется для коммутации электрических цепей. Вместо сердечника используется геркон.

3. Контактор – это двухпозиционный электромагнитный аппарат, созданный для периодических дистанционных включений и выключений силовых электрических цепей в обычном режиме работы.

Наиболее часто используются однополюсные, двухполюсные и трёхполюсные контакторы переменного тока. К контакторам из-за нередких коммутаций (число циклов включения-выключения для контакторов разной категории меняется от 30 до 3600 в час) высокие требования по механической и электрической износостойкости. Контактторы постоянного и переменного тока содержат: электромагнитную систему, контактную систему, которая состоит из подвижных и неподвижных контактов, дугогасительную систему, систему блок-контактов (вспомогательные контакты, переключающие цепи сигнализации и управления при работе контакторов). Различие с автоматическими выключателями заключается в том, что контакторы могут коммутировать только номинальные токи, они не способны для отключения токов короткого замыкания.

Управление контактором осуществляется при помощи вспомогательной цепи оперативного тока, который в дальнейшем проходит по катушкам контактора. Величина оперативного тока, как правило, существенно ниже величины рабочего тока в коммутируемых цепях. Контактор для удержания контактов во включенном положении не имеет механических средств, а при отсутствии управляющего напряжения, действующего на катушку контактора, он размыкает свои контакты.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Чаще всего, контакторы применяются для коммутации электрических цепей при напряжении до 660В и токах до 630А.

4. Магнитный пускатель – это электромеханическое комбинированное устройство распределения и регулирования. Основная цель электромагнитных пускателей заключается в автоматизированной системе включения и отключения трехфазных электродвигателей от сети. Пускатель представляет собой простую конструкцию, состоящую из сердечника, на котором расположена втягивающая катушка, различных якорей, корпуса из пластмассы, механических индикаторов включения и основных и вспомогательных блок-контактов.

5. Твердотельное реле – это электронное устройство на полупроводниковых элементах и силовых ключах. Как и другие коммутационные приборы служит для включения и выключения высокоомощностной цепи с помощью низких напряжений, подаваемых на клеммы управления. Главное отличие полупроводникового от электромагнитного заключается в том, что у твердотельных нет катушки управления и нет подвижной контактной группы.

Основными областями внедрения являются системы промышленного нагрева, температурного контроля, промышленного и публичного освещения, управления электрическими двигателями и трансформаторами, регулярного электропитания.

Положительные качества твердотельных реле:

- длительный срок службы (более 1 млрд. срабатываний);
- отсутствие электромагнитных помех в момент подключения;
- отсутствие дребезга контактов;
- бесшумность;
- отсутствие дугового разряда при размыкании (применение во взрывоопасной среде);
- высочайшее сопротивление изоляции между входом и выходом;
- энергопотребление на 95% ниже чем потребление катушки электромагнитных аналогов;
- быстроедействие;
- герметичность конструкции и стойкость к ударам и вибрации.

6. Транзистор – это электронный прибор, корпус которого выполнен из металла или пластика, с тремя выводами, которые позволяют входным сигналам управлять током в электрической цепи. Используется чаще всего для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов.

7. Тиристор – это полупроводниковый прибор, который выполнен на основе монокристалла полупроводника с четырёхслойной структурой р-п-р-п-типа. Тиристор обладает в прямом направлении двумя устойчивыми состояниями низкой проводимости (тиристор заперт) и высокой проводимости (тиристор открыт), тем самым является запоминающим устройством. В обратном направлении тиристор обладает только запирающими свойствами. Тиристор является ключом, который управляет мощной силовой частью при подаче слабых управляющих импульсов. Перевод тиристора из закрытого состояния в открытое осуществляется в электрической цепи внешним воздействием на прибор: либо воздействие напряжением (током), либо светом (фототиристор). Тиристор имеет нелинейную разрывную вольтамперную характеристику (ВАХ).

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					33

На базе тиристоров имеются бесконтактные пускатели. Срок службы бесконтактных пускателей, в отличие от электромагнитных реле, пускателей и контакторов, мало зависит от количества циклов включения-выключения перегрузки и от степени запыленности окружающей среды, что указывает их повышенное качество, надежность и долговечность. С помощью незначительной мощности цепей управления, отсутствия коммутационных помех, возможности включения в промышленную сеть АСУ ТП бесконтактные пускатели находят свое применение в разработках современных электроприводов с микропроцессорным управлением.

3.4 Способы контроля наличия факела в горелке

Тепловые агрегаты, которые работают на природном газе (печи, котлы, стенды нагрева и т.п.) должны оборудоваться системой контроля наличия пламени. В ходе работы термических агрегатов вероятны ситуации, в которых пламя горелки (факел) угаснет, но газ продолжит поступать во внутреннее место агрегата и окружающую среду и при наличии искры либо открытого огня может быть воспламенение этого газа или даже взрыв. Нередко, потухание пламени происходит из-за отрыва факела.

Наличие пламени держат под контролем с помощью ионизационного электрода, а также с помощью фотодатчика. Обычно, при помощи ионизационного электрода контролируют горение запальника, который, как правило, в случае необходимой ситуации воспламенит основную горелку. Пламя основной горелки контролируют фотодатчиками. Фотодатчик для контроля пламени запальника не применяют из-за маленького размера пламени запальника. Применение ионизационного электрода для контроля пламени главной горелки не правильно, в связи с тем, что электрод, помещенный в пламя основной горелки, будет стремительно обгорать.

Различаются фотодатчики по чувствительности к разной длине волны светового потока. Одни фотодатчики реагируют лишь на видимый и инфракрасный диапазон светового потока от пылающего пламени, а остальные воспринимают только его ультрафиолетовую составляющую. Самым распространенным фотодатчиком, который реагирует на видимую составляющую светового потока, является датчик ФДЧ (см. рисунок 3.3).

Световой поток воспринимается фоторезистором датчика. После усиления он преобразуется в выходной сигнал от 0-10В, пропорциональной освещенности, или подается на обмотку реле, контакты которого замыкаются, если освещенность превосходит установленный порог. Тип выходного сигнала – сигнал 0-10 В или контакты реле – определяется модификацией ФДЧ. Часто фотодатчик ФДЧ работает с вторичным прибором Ф34. Вторичный устройство обеспечивает питание ФДЧ напряжением +27 В, на нем также выставляются пороги срабатывания в том случае, если используется ФДЧ с токовым выходом. А также, в зависимости от данной модификации, Ф34 может держать под контролем сигнал от ионизационного электрода запальной горелки, управлять розжигом и работой горелки при помощи встроенных реле.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34



Рисунок 3.3 – Датчик ФДЧ

К недочетам фотодатчиков видимого света относится то, что они реагируют на любой источник света – солнечный свет, свет фонарика, световое излучение нагретых частей конструкции, футеровки сталеразливочных ковшей и т.п. Это ограничивает их применение, к примеру, в стендах нагрева, тем самым ложные срабатывания от светящейся разогретой футеровки ковшей блокируют работу автоматики (ошибка "ложное пламя"). Применяются часто ФДЧ на печах сушки песка, ферросплавов и т.п. – там где температура нагрева изредка превосходит 300-400°C, а значит отсутствует свечение разогретых частей конструкции печи. Одной отличительной особенностью ультрафиолетовых фотодатчиков (УФД), к примеру UVS-1 компании Kromschroeder, будет то, что они реагируют исключительно на ультрафиолетовую составляющую светового потока, которая излучается пламенем горелки (см. рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Ультрафиолетовый фотодатчик UVS-1

В световом потоке от разогретых тел, элементов конструкций печей, футеровки ковшей ультрафиолетовая составляющая мала. Поэтому к посторонней засветке датчик "равнодушен", как и к солнечному свету. Основой этого датчика является вакуумная лампа – электронный фотоумножитель. Питаются датчики напряжением 220В и имеют токовый выходной сигнал, который меняется от 0 до нескольких десятков микроампер. К недостаткам ультрафиолетовых датчиков можно отнести то, что вакуумная лампа фотоумножителя имеет ограниченный срок службы. Через пару лет эксплуатации лампа теряет свою эмиссионную способность и датчик перестает работать. Сигнал с УФД передается на автомат горения серии IFS, функции которого аналогичны функциям Ф34. Фотодатчики должны иметь, так сказать, визуальный контакт с пламенем горелки, поэтому они расположены в непосредственной близости от него. Как правило, они располагаются со стороны горелки под углом 20-30° к ее оси. Из-за этого они подвержены сильному нагреву тепловым излучением от стенок агрегата и радиационному нагреву через визирное окно. Защиту фотодатчика от перегрева обеспечивают защитные стекла и принудительный обдув. Защитные стекла производятся из жаропрочного кварцевого стекла и устанавливаются на некотором удалении перед визирным окном фотодатчика. Обдув датчика осуществляется либо вентиляторным воздухом (если горелка установки работает на вентиляторном воздухе), либо сжатым воздухом пониженного давления. Подаваемый объем воздуха осуществляет охлаждение фотодатчика не только за счет процессов теплоотдачи, но и из-за того, что вокруг него создается область повышенного давления, которая как бы отталкивает горячий воздух, не давая ему контактировать с датчиком.

Контроль наличия пламени запальника в большинстве случаев осуществляется ионизационным электродом. Принцип контроля пламени по ионизации основан на том, что при сжигании газа образуется множество свободных электронов и ионов. Эти частицы «притягиваются» к ионизационному электроду и вызывают протекание тока ионизации величиной в десятки микроампер. Ионизационный электрод соединяется с входом прибора контроля наличия ионизации (автоматом горения). Если при горении пламени запальника образуется достаточное количество свободных электронов и отрицательных ионов, то в автомате горения срабатывает пороговое устройство разрешающее работу (или розжиг) основной горелки. В случае если интенсивность ионизации падает ниже определенного уровня, то основная горелка отключается даже в том случае, если она работала нормально. Основными причинами пропадания ионизации являются отсутствие требуемого соотношения газ-воздух запальника, загрязнение или обгорание ионизационного (контрольного) электрода. Еще одной причиной пропадания сигнала ионизации может являться уменьшение сопротивления между ионизационным электродом и корпусом запальника, которое чаще всего происходит из-за оседания токопроводящей пыли на запальное устройство.

Автомат горения часто выполняет не только функцию контроля наличия пламени – на нем строиться вся автоматика управления розжигом горелки.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36



Рисунок 3.5 – Автомат контроля пламени IFW15

Как правило, ионизационный электрод размещается вдоль оси запальной горелки, конец электрода должен находиться в «корне» пламени запальника. В некоторых запальных устройствах ионизационный электрод выполняет функцию запального электрода. В этом случае на него в течение фиксированного времени подается высокое напряжение с запального трансформатора для поджига запальника. После того как поджиг запальника произведен контрольный электрод переходит в режим контроля ионизации – цепи поджига отключаются и электрод соединяется с входом автомата горения. В этом случае возможна еще одна причина пропадания сигнала ионизации, связанная с обрывом во вторичной обмотке трансформатора, но искра в этом случае может все равно нормально генерироваться, поэтому данную неисправность иногда трудно определить. Большое значение для стабильной работы запального устройства имеет правильно выставленное соотношение газ-воздух. В большинстве случаев требуемые значения давления газа и воздуха приводятся изготовителем в паспорте запальной горелки. Не смотря на то, что говоря «соотношение газ-воздух» в большинстве случаев имеют в виду их объемное соотношение (один объем газа на десять объемов воздуха), но настраивают запальник, да и горелку, впрочем, тоже, по давлению, так как это сделать намного проще и дешевле. Для этого конструкцией запальника предусмотрено подключение контрольного манометра к газовому и воздушному тракту в определенных местах. Ионизационный электрод крепиться к корпусу запальника через керамическую изолирующую втулку и соединяется с входом автомата горения, экранированным одножильным кабелем. Если ионизационный электрод используется еще и в качестве запального, то с запальным трансформатором он соединяется специальным высоковольтным кабелем, например, ПВ-1. Изолирующая втулка изготавливается из керамики с большим содержанием Al_2O_3 , которая характеризуется высокой механической прочностью, температурной стойкостью и электрической прочностью до 18 кВ. Установки постоянно работающие при температурах свыше $800^{\circ}C$ (мартеновские печи, например) могут и не оснащаться системами контроля наличия факела. Это

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					37

связано с тем, что температура воспламенения газа находится в пределах 645 – 750°C. В итоге, в случае отрыва факела исходящий из сопла горелки газ воспламенится от разогретой кладки внутреннего пространства термического агрегата. Нередко перед соплом горелки выкладывают особый горелочный камень – он воспламеняет поток газа и стабилизирует горение.

Для увеличения надежности работы и уменьшения количества остановов установки из-за пропадания ионизации можно сделать контроль наличия пламени не постоянным, реализуя его по схеме «ИЛИ». В данном случае, если установка прогрелась до температур выше 750°C и сигнал ионизации с запальной горелки по какой то причине исчез, то основная горелка все равно продолжит работу.

3.5 Устройства визуализации и задающие устройства

АСУ ТП – человеко-машинная система управления, которая обеспечивает автоматический сбор и обработку информации, нужной для оптимизации управления технологического объекта управления (ТОУ) в соответствии с принятым аспектом. Для взаимодействия оператора с системой управления необходимо разработать органы управления и средства общения – человеко-машинный интерфейс. Существует три основных способа взаимодействия оператора:

- Взаимодействие оператора с системой управления по средствам кнопок, переключателей, индикаторов щитового исполнения (рисунок 3.6);
- Взаимодействие оператора с системой управления по средствам установки панели оператора;
- Взаимодействие оператора с системой управления по средствам разработки АРМ оператора на базе персонального или промышленного компьютера, с установленной на него SCADA-системой.

Возможен также комбинированный вариант.



Рисунок 3.6 – Средство управления и контроля щитового исполнения

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ				

Кнопка – это миниатюрное механическое устройство, которое предназначено для передачи сигнала/ввода информации, элемент интерфейса человек-машина: элементарный физический механизм передачи электрического сигнала различным устройствам путём замыкания или размыкания двух или более контактов. Является традиционным элементом коммутации. По сути своей считается датчиком внешнего физического воздействия (факта нажатия), передающим далее факт такового соединённым с ним устройствам. Для пользователя термин «кнопка» ограничен крышкой, частью конструктива механизма «кнопка», на которую он, собственно, и производит нажатие. Замыкание (размыкание) контактов кнопки происходит при приложении некоторого, заданного конструктивно, усилия вдоль (или в пределах допустимого угла отклонения) воображаемой оси нажатия, которая чаще всего перпендикулярна к плоскости крепления кнопки.

Кнопка, в зависимости от наличия/отсутствия прилагаемого к ней в данный момент усилия нажатия, имеет два положения – «нажато» и «отпущено». В зависимости от состояния, в котором кнопка останется после снятия усилия, кнопки делятся на кнопки фиксирующегося и нефиксирующегося типа:

Кнопка, возвращающаяся в начальное положение после снятия приложенного усилия, считается нефиксирующейся.

Фиксирующаяся кнопка – это кнопка, которая изменяет свое положение на противоположное тому, что было до ее нажатия, и остающаяся в том же состоянии после снятия.

Сигнальная лампа – это применяемый в различных световых сигнальных системах электрический источник света. Сигнальная лампа накаливания может быть малой мощности со светофильтром или цветной с плосковыпуклой линзой (зелёной, желтой, красной и т.д.). Световые лампы применимы на электротехнических распределительных щитах, щитах и пультах управления, а также в других устройствах, где может потребоваться световая сигнализация.

Панель оператора.

Текстовый дисплей – устройство для ввода и вывода в текстовой форме с помощью клавиш.

Сенсорная панель – устройство ввода информации; представляет собой экран, реагирующий на прикосновения к нему.

Основные типы сенсорных экранов: резистивные, матричные, емкостные, проекционно-емкостные, на поверхностно-акустических волнах, сетка инфракрасных лучей.

Выводы по разделу три

В разделе описаны структуры системы управления, их плюсы и недостатки, необходимые устройства для автоматизации процессов. Выбраны устройства коммуникации токов, которые удобны в использовании и годны на длительный срок службы. Оборудована система контроля наличия пламени в горелке. Показано взаимодействие оператора с системой управления.

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

4 ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

4.1 Разработка функциональной схемы автоматизации и выбор структуры системы управления

Задача автоматизированной системы управления технологического процесса (АСУ ТП) – расширение и улучшение регулируемых объектов, а также объединение независимых технологических процессов в единую систему с целью управления им на базе единых принципов. В данной дипломной работе целью автоматизации является обеспечение усовершенствования качества сушки футеровок, что сможет гарантировать качественную работу доменного производства в целом. Значительно уменьшится число возможных нештатных ситуаций после создания автоматизированной системы управления, а затраты на обслуживание при полноценном использовании оборудования должны поддерживаться на минимальном уровне.

На основании технологической схемы и схемы газопровода, которые были предоставлены ВНИИМТом в качестве входных данных, на основе ГОСТ 21.408-93 была разработана функциональная схема (А912 57051д 001 000 С2). Данная схема отражает сущность процесса и позволяет судить о количестве входных/выходных переменных. Также на данном этапе я примерно разделила места расположения оборудования. Так предполагается непосредственно рядом с ковшом (на стене цеха) расположить местный шкаф, на лицевой панели которого будут располагаться кнопки управления розжигом горелки, вторичные приборы датчиков для отображения данных в реальном времени, а также аварийная кнопка, при нажатии которой произойдет отсечка газа и выключение подачи воздуха в ковш для продувки.

В проекте, одной из основных задач является обеспечение управления всеми клапанами на газу, МЭО на воздухе и отходящих газах, двигателями на дымососе и дутьевом вентиляторе. Поэтому следует определить, какими средствами это будет реализовано. Безусловно, управлять непосредственно с контроллера всем силовым оборудованием невозможно, выходы любого контроллера не рассчитаны на токи более чем 2..3А, требуется промежуточное звено – усилительно преобразующее устройство. Поэтому необходимо выбрать реле управления и силовые контакторы, а также для вентилятора не дутьевом воздухе и для дымососа необходимо выбрать устройства плавного пуска.

Помимо всего прочего также необходимо концептуально определить тип бедующей системы управления. Основные требования к системе верхнего уровня уже были отражены в разделе 2. Следовательно, на данном этапе необходимо ответить на ряд вопросов:

Какой вид передачи сигналов от датчиков выбрать (дискретный, токовая петля, цифровой Hart протокол и пр.)?

Какой тип структуры АСУ выбрать – РСУ или централизованная АСУ?

Какой способ передачи данных наиболее рационален – проводной или беспроводной?

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

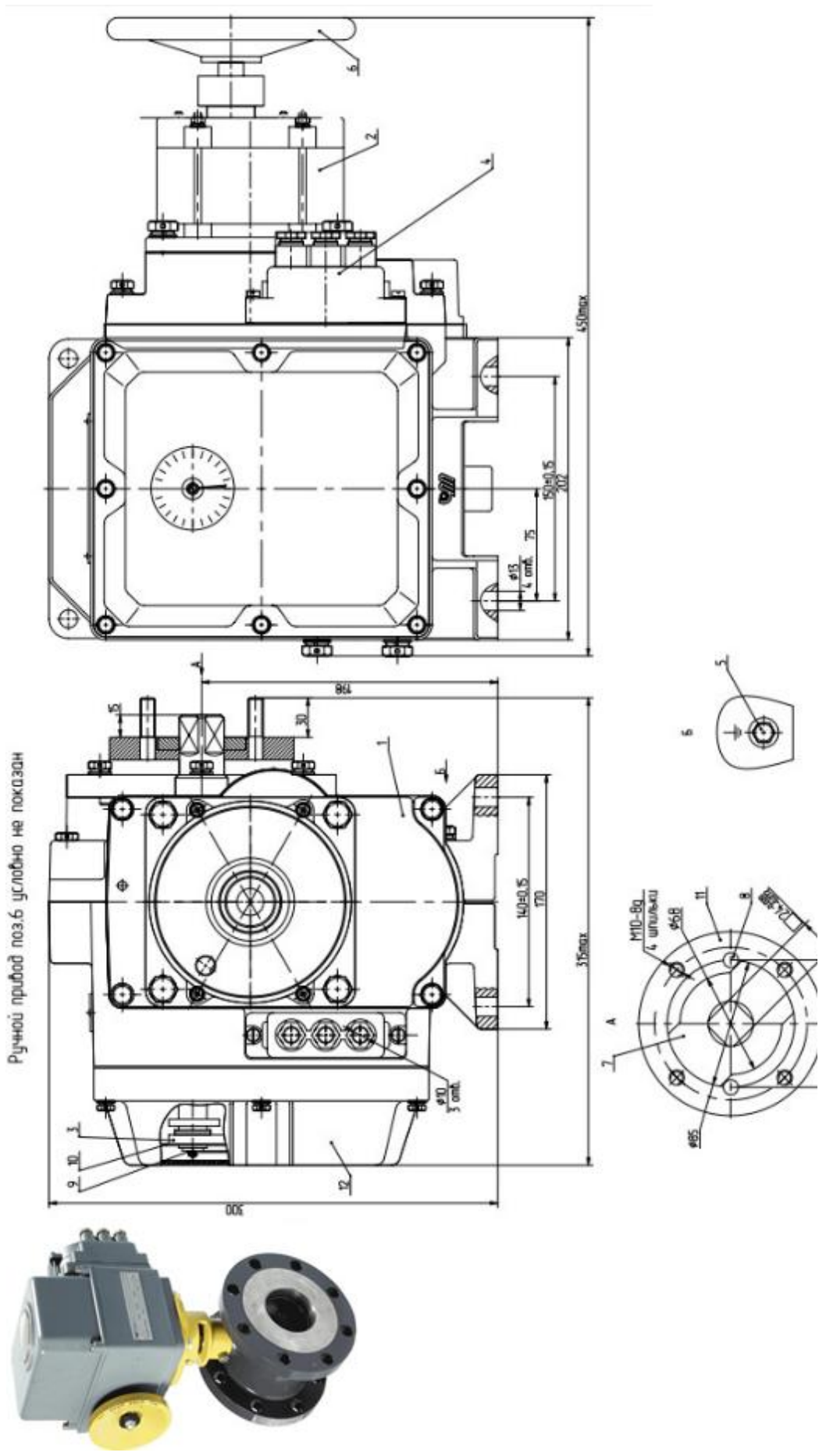


Рисунок 4.1 – Исполнительный механизм однооборотный МЭО:

- 1 — редуктор; 2 — электродвигатель; 3 — блок сигнализации положения с блоком конечных выключателей; 4 — ввод штуцерный; 5 — болт заземления; 6 — ручной привод; 7 — ограничитель; 8 — упор; 9 — стрелка; 10 — шкала; 11 — фланец; 12 — крышка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ

Также нужно учитывать специфику производства, в условиях постоянных перепадов температуры, не все существующие на рынке контроллеры и прочее оборудование способны выполнить свои функции с заданной надежностью.

Система управления необходимая для автоматизации описанного процесса может быть построена на базе комплектов фирмы Siemens (см. рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Контроллер Simatic S7-300

В качестве альтернативы также рассматривались контроллер Modicon 340 компании Schneider Electric и Овен ПЛК160 компании ОВЕН. Детально изучив все достоинства и недостатки указанных контроллеров, пришла к выводу, что наиболее рациональным решением для данной АСУ будет выбор контроллера из линейки SIEMENS, так как:

- не имеются проблемы с приобретением, заменой модулей и блоков автоматики этой фирмы;
- в наличии имеется подробная документация, инструкция о монтаже, наладке и выборе блоков;
- автоматика данной фирмы является предпочтительной на большинстве предприятий, так как соответствует высочайшему уровню становления современной техники;
- в наличии имеется программа обучения персонала программированию и эксплуатации данного оборудования фирмы SIEMENS, тем самым, исключая необходимость в высокооплачиваемом представителе компании поставщика автоматики в периоды пусконаладочных работ.

Наиболее логичным вариантом расположения оборудования является схема, когда для каждого стенда существует свой контроллер и управление всеми исполнительными механизмами осуществляется непосредственно с этого контроллера. Основная проблема заключается в том, что ковш располагается в неотапливаемом помещении фактически под навесом, так как для отвода тепла в металлических стенах пристроя сделаны отверстия. Поэтому в условиях постоянного перепада температур (от +90 до -40) располагать шкаф с силовым

										Лист
									13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

оборудованием не совсем корректно, даже если он будет со степенью защиты IP 65. Контактторы, реле, автоматы, частотные приводы и прочие силовое оборудование логично расположить в электрощитовой, но в таком случае возникнет необходимость проектировать прокладку кабельных трасс, использовать кабеленесущие системы, что неизбежно увеличивает стоимость реализации проекта. В первом варианте структурной схемы для повышения надежности системы расположено силовое оборудование в электрощитовой, но контроллеры для каждого стенда вынесены в цех, тем самым уменьшив количество кабелей за счет того, что контрольные кабели идут до шкафа ШК, а далее от контроллера периферии по Profibus до шкафа ШУС. Схема предусматривает использование в качестве распределенной периферии (в шкафу ШК1) три варианта:

1. Контроллер S7-200 с модулями аналогового и дискретного ввода (см. рисунок 4.3);
2. Контроллер S7-1200 с модулями аналогового и дискретного ввода (см. рисунок 4.4);
3. Многофункциональная станция ввода/вывода ET 200 S (см. рисунок 4.5).



Рисунок 4.3 – Контроллер S7-200



Рисунок 4.4 – Контроллер S7-1200



Рисунок 4.5 – Станция ввода/вывода ET 200 S

При такой конфигурации, при пропадании связи с основным контроллером (S7-300) работоспособность системы сохранена не будет, так как управление исполнительными механизмами осуществляет контроллер S7-300, к тому же периферия не способна сама инициализировать запрос, а выступает как система сбора данных. Силовое оборудование располагается в ШУ1 в электрощитовой и управляется непосредственно с контроллера S7-300. Таким образом, сбой на одном из периферийных контроллеров не повлияет на работу всей системы. Определенным достоинством данной схемы является также предобработка сигналов периферийным контроллером и по Profibus уже будет передана только обработанная информация, тем самым разгружается головной контроллер (S7-300).

Использование четырех контроллеров в предыдущем варианте не совсем обосновано. Процессы, протекающие во время сушки инертны, следовательно, от контроллера не требуется высокого быстродействия.

S7-300 достаточно мощный контроллер в плане количества обработки каналов, а стоимость модулей ввода/вывода несколько ниже, чем стоимость дополнительного контроллера. Поэтому мною был также рассмотрен вариант, когда сбор сигналов со всех трех стендов и управление всей системой в целом, происходит непосредственно с головного контроллера. При такой конфигурации, сбор данных происходит на входы контроллера в шкаф ШУС, так как количество многожильных кабелей идущих от исполнительных устройств превышает 27 шт., возникает необходимость установки промежуточной клеммной коробки, которая располагается непосредственно возле каждого стенда. От клеммной коробки идет один многожильный кабель до контроллера S7-300. Одним из недостатков такой системы является сложности при наладке системы. Запуск предполагается

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

производить поэтапно (доменное производство останавливать нельзя, соответственно высушенные ковши требуются постоянно), вначале автоматизировать 1 стенд, и производить сушку и разогрев на одном стенде, пока происходит реконструкция остальных. Но проводить наладку оставшихся стендов при работе первого крайне нежелательно, так как управление происходит от одного контроллера и в случае спровоцированного наладкой сбоя, система может выйти из безопасного режима регламентированной технологией.

Также мной был рассмотрен вариант беспроводной связи с датчиками Smart Wireless от Emerson, который позволяет уйти от большого количества термостойких кабелей. Данное беспроводное решение (см. рисунок 4.6) предоставляет возможность непосредственно подключить контрольно-измерительные приборы в беспроводную сеть, с последующим получением информации в систему управления через шлюз. Каждый датчик оснащен своей антенной и независимым источником электропитания для поддержания работоспособности в течение долго времени. Технология была специально разработана для внедрения в области автоматизации технологических процессов, с учетом опыта компании Emerson Process Management в данной области. Решение Smart Wireless работает в диапазоне частот 2,4 ГГц, при всем этом оно надежно сосуществует с иными беспроводными сетями. В основе решений Smart Wireless лежит разработка самоорганизующихся беспроводных сетей. В отличие от большей части беспроводных измерительных устройств, требующих наличия прямой видимости между датчиком и шлюзом для передачи информации, решения Smart Wireless предоставляют возможность беспроводным полевым устройствам самим взаимодействовать друг с другом (см. рисунок 4.6). Многоуровневый подход к обеспечению безопасности беспроводных сетей позволяет поддерживать защиту сети от несогласованного доступа. Приборы в беспроводной сети используют методы кодирования, аутентификации, верификации, защиты от помех и управления ключами для обеспечения отправки данных только через беспроводной шлюз.



Рисунок 4.6 – Беспроводная технология Smart Wireless от Emerson

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

При данной конфигурации, сбор данных с датчиков происходит по беспроводному каналу (2,4ГГц) на шлюз Rosemount1420 и далее по протоколу Modbus RTU на контроллер S7-300. Это существенно сокращает количество кабелей, уменьшает время наладки и монтажа оборудования, позволяет повысить надежность системы. Но применение данной конфигурации целесообразно при относительно больших расстояниях между исполнительными механизмами. В данном же случае использование беспроводных датчиков влечет неоправданное существенное увеличение затрат. Контрольные кабели, которые подходят ко всем исполнительным механизмам, однозначно будут греться, следовательно, возникнет необходимость принять меры по защите кабельных трасс от горячего воздуха из ковша. Так же при выборе самих кабелей необходимо учитывать условия эксплуатации и соответственно выбирать жаростойкие кабели (например, ПАЛ). Поэтому, следует, проанализировав какой вариант будет наиболее целесообразен. Я остановилась на традиционном способе передачи данных, хотя цена системы беспроводной передачи данных от датчиков – соизмерима с ценой жаростойких кабельных трасс. А с точки зрения эксплуатации, поменять жаростойкий кабель будет намного проще, чем покупать дорогостоящий прибор беспроводной передачи данных в случае выхода его из строя.



Рисунок 4.7 – Обмен информацией между датчиками и шлюзом

Анализируя недостатки первых трех вариантов, я также рассмотрела вариант переноса основного силового оборудования из помещения электрощитовой в цех сушки. Для того чтобы создать систему контроля и управления рядом с ковшом необходимо, чтобы у локальной системы была возможность воздействовать на систему по средствам управления силовым оборудованием. В предыдущих вариантах такой возможности нет, так управление исполнительными механизмами происходит от головного контроллера, а распределенная периферия выступает только как средство сбора данных. При конфигурации, рассмотренной в первом варианте, тянуть линии управления в электрощитовую было бы не

						13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			46

совсем логично, но и размещать громоздкое силовое оборудование в шкафу ШК1 также весьма не рационально. Поэтому в 4 варианте структурной схемы я оставила все силовое оборудование относящееся к установке в целом в шкафу ШУС и вынесла все оборудование, которое относится непосредственно к каждому стенду, в цех в шкаф ШК1. Но в качестве силового оборудования я использовала не громоздкие реверсивные контакты и автоматы как в предыдущих случаях, а малогабаритные фидеры нагрузки дискретно-модульной конструкции станции распределенного ввода/вывода ET200S (см. рисунок 4.7). При данной конфигурации, сбор данных со всех датчиков и исполнительных механизмов происходит непосредственно на станцию распределенного ввода/вывода ET200S семейства SIPLUS для более жестких условий эксплуатации. Но в отличие от первого варианта в качестве интерфейсного модуля используется не IM 151-1, а IM 151-7 с функцией CPU, что позволяет создать автономный узел автоматизации под управлением сетевого ведущего устройства(S7-300). При пропадании связи с основным контроллером работоспособность системы продолжает сохраняться, так как все основное силовое оборудование (модульные реверсивные контакторы, частотный преобразователь) размещены в линейке самой станции. Основным недостатком данной конфигурации является необходимость выбора оборудования с более высоким уровнем IP (ШК1 расположен непосредственно в цехе), а также необходимость разработки системы обогрева шкафа ШК1.

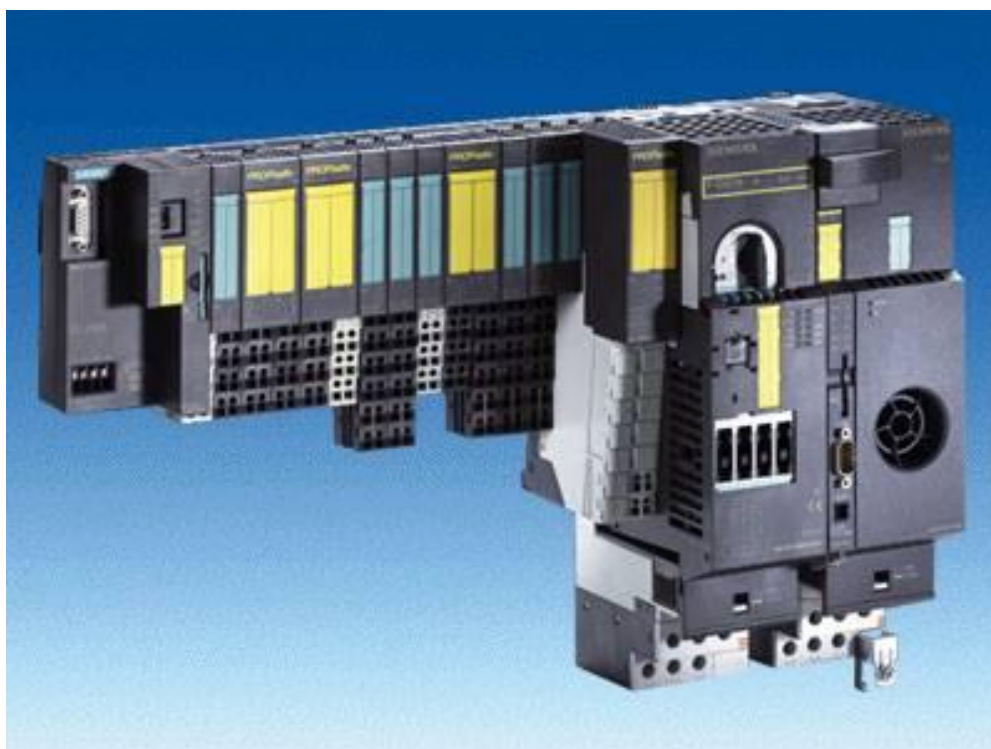


Рисунок 4.8 – Станции распределенного ввода/вывода ET200S

В результате детального анализа все 4 предложенных схем я остановилась на варианте 2. Так как цена такой конфигурации существенно ниже остальных трех. Помимо этого целесообразно все силовое оборудование (частотные

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

преобразователи, силовые реле, контакторы и пр.), разместить в электрощитовой цеха, которая расположена в непосредственной близости от стенда сушки. Тем самым не возникнет необходимость выбирать оборудование с высокой степенью IP, кроме того данное решение целесообразно с точки зрения безопасности и надежности системы в целом. В случае расположения силового оборудования непосредственно на стенде возникнет необходимость обеспечения оборудования системой климатического контроля, что неизбежно ведет к общему увеличению затрат. При расположении оборудования в действующем отапливаемом помещении достаточно спроектировать систему со степенью защиты IP20, а для обеспечения надежной работы оборудования достаточно будет поставить простой вентилятор защищающий систему от перегрева. Контроллер также следует разместить в шкафу с силовым оборудованием, так как он является основой всей системы и размещение его рядом с ковшом не целесообразно.

Так как в системе относительно большое количество аналоговых сигналов, передача информации к контроллеру наиболее целесообразна с помощью унифицированного сигнала 4..20 мА. Цифровой протокол передачи данных выполнять нет необходимости – так как это усложняет систему в целом и вносит ограничения на выбор устройств ввода/вывода контроллера.

В качестве SCADA системы в проекте использовалась система WinCC, основные мнемосхемы системы представлены в презентации к проекту.

4.2 Выбор контроллера

Для реализации управления механизмами стенда необходимо выбрать центральный процессор. Проведём анализ основных характеристик нескольких процессоров и выберем из них более подходящий для решения данной задачи. Технические характеристики процессоров представлены в таблице 4.1.

Для реализации управления механизмами стенда применим программируемый контроллер SIMATIC S7 CPU 315-2DP. CPU 315-2DP имеет более обширную встроенную память, встроенный интерфейс Profibus – DP, более расширенное количество блоков для программы. Кроме того, система будет оперировать с большим количеством аналоговых сигналов, что требует большого количества ресурсов.

Центральный процессор CPU 315-2DP является экономичным решением для создания систем управления средней сложности. Центральный процессор помещен в твердый пластиковый корпус. Все органы управления и индикация находятся на лицевой панели.

CPU 315-2DP – мощный центральный процессор, оснащенный встроенным интерфейсом PROFIBUS-DP и предназначенный для выполнения программ среднего и большого объема, способный обслуживать разветвленные системы ввода-вывода.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таблица 4.1 – Технические данные процессоров

SIMATIC S7-300	CPU312	CPU314	CPU315–2DP
Рабочая память: – встроенная, RAM	16 Кбайт	48 Кбайт	128 Кбайт
Загружаемая память: – микро карта памяти, Flash-EEPROM	До 4Мб	До 8Мб	До 8Мб
Минимальное время выполнения: – логических операций – операций со словами – арифм. операций с фикс. точкой – арифм. операций с плавающей точкой	0,2мкс 0,4мкс 5,0мкс 6,0мкс	0,1мкс 0,2мкс 2,0мкс 6,0мкс	0,1мкс 0,2мкс 2,0мкс 6,0мкс
Количество блоков на программу, не более	1024(DB,FC,FB)	1024(DB,FC,FB)	2048(DB,FC,FB)
Варианты выполнения программы: – циклическое – по дате и времени – по задержке	OB1 OB10 OB20	OB1 OB10 OB20	OB1 OB10 OB20
– по прерываниям сторожевого таймера – по аппаратным прерываниям – по прерываниям сигнализирующим о достижении заданных состояний	OB35 OB40 –	OB35 OB40 –	OB35 OB40 OB55

CPU 315-2DP характеризуется следующими показателями:

- Микропроцессор: около 100нс на выполнение логической инструкции с битами, 4мкс на выполнение арифметической операции с плавающей запятой.
- Запоминающее устройство: скоростное RAM емкостью 128Кбайт (примерно 43 К инструкций) для выполнения программы; микрокарта памяти (до 8Мбайт), выполняющая функции загружаемой памяти и позволяющая сохранять все данные проекта, включая символьные переменные и комментарии к программе.

– Гибкое расширение: подключение до 32 модулей S7-300, (4-рядная конфигурация).

– Встроенный MPI интерфейс: позволяет устанавливать одновременно до 16 соединений с программируемыми контроллерами S7-300/400 или с программаторами, компьютерами, панелями оператора. Одно соединение зарезервировано для связи с программатором или панелью оператора. MPI может быть использовано для построения простейшей сети с подключением до 16 центральных процессоров и поддержкой механизма передачи глобальных данных.

– Встроенный интерфейс ведущего/ ведомого устройства PROFIBUS DP с полной поддержкой функций PROFIBUS DP V1. Построение распределенных структур ввода-вывода. Единой процедуры обслуживания каналов локальной и распределенной систем ввода-вывода.

– Парольная защита: обеспечивает защиту программы от несанкционированного доступа.

– Диагностический буфер: используется для хранения 100 последних сообщений об отказах и прерываниях. Содержимое буфера используется для анализа причин, вызвавших остановку центрального процессора.

– Необслуживаемая защита данных: при перебоях в питании все реманентные данные автоматически записываются центральным процессором в микрокарту памяти. Модуль ввода дискретных сигналов предназначен для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы. К входам модуля могут подключаться контактные или бесконтактные датчики.

На их лицевых панелях модулей расположены:

- зеленые светодиоды, индицирующие состояние входных цепей;
- красный светодиод индикации отказов и ошибок;
- разъем для установки фронтального соединителя, закрытый защитной крышкой;
- паз на защитной крышке для установки этикетки с маркировкой внешних цепей.

В данной системе управления используются дискретные устройства (датчик горения пламени, фильтры, бесконтактные выключатели и др.), сигналы которых должны быть обработаны контроллером. В данном случае модуль будет выбран по количеству входов, так как остальные характеристики модулей этой серии одинаковы. Для преобразования дискретных сигналов в логические сигналы контроллера применим один модуль ввода дискретных сигналов SM321 DI 32×24В. Модуль SM321 DI 32x24В показан на рисунке 5.8.

Технические характеристики SM321 DI 32x24V (6ES7321-1BL00-0AA0):

- габариты 40×125×117мм;
- масса 0,26кг
- количество входов 32;
- номинальное значение напряжения 24 V;
- длина кабеля не более 600м;
- потребляемая мощность 1,5 Вт.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

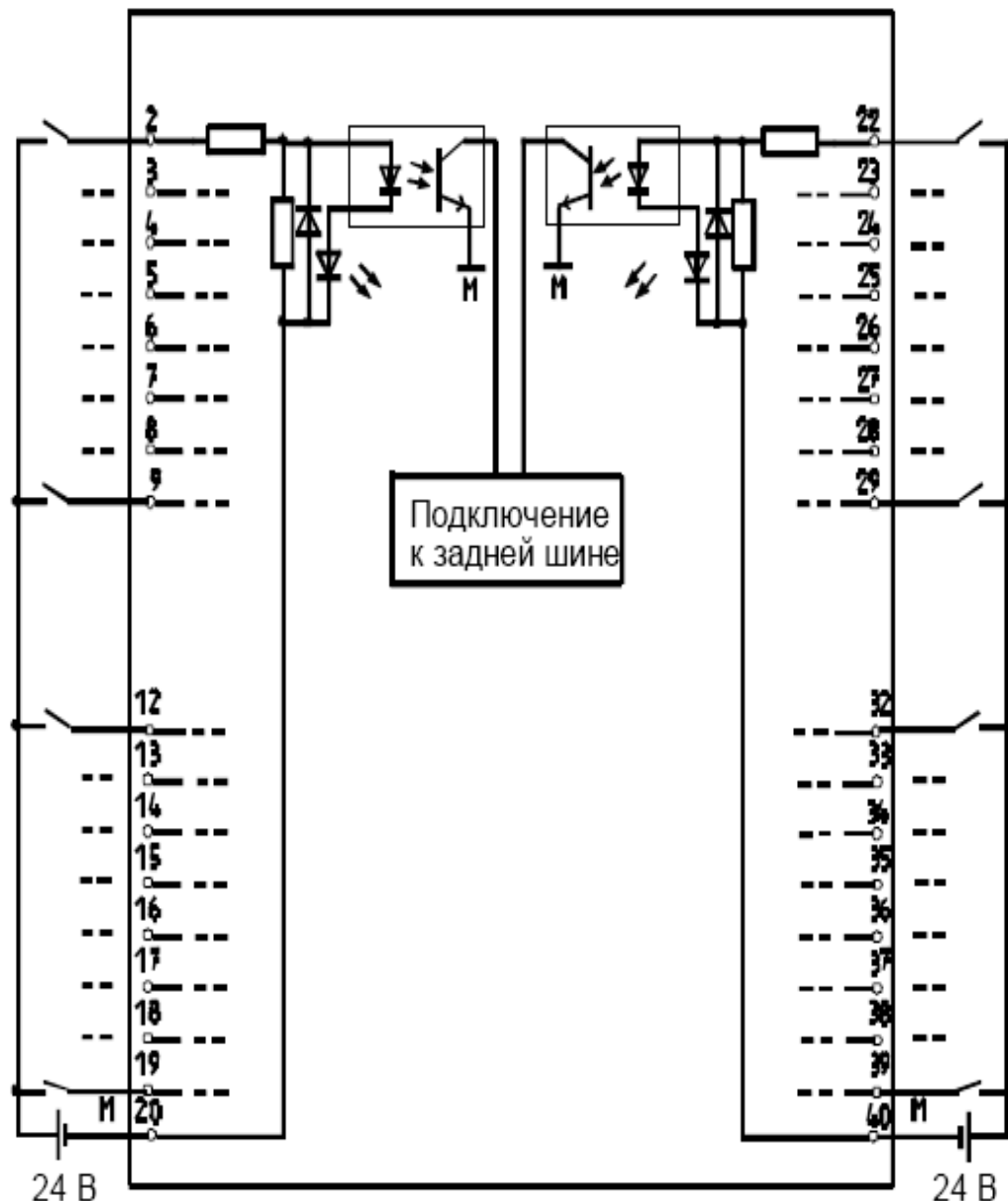


Рисунок 4.9 – Схема цифрового модуля ввода SM321 DI 32x24В

Модули вывода дискретных сигналов предназначены для преобразования внутренних логических сигналов контроллера в его выходные дискретные сигналы. К выходам модулей могут подключаться исполнительные устройства или их коммутационные аппараты. На их лицевых панелях модулей находятся:

- зеленые светодиоды, индицирующие состояние выходных цепей;
- красный светодиод индикации отказов и ошибок;
- разъем для установки фронтального соединителя, закрытый защитной крышкой;
- паз на защитной крышке для установки этикетки с маркировкой внешних цепей.

Выберем для вывода дискретных сигналов модуль вывода дискретных сигналов SM322 32x24В/2А. Технические характеристики модуля SM322 8x24В/2А (6ES7322-1BL00-0AA0):

						13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			51

- габариты 40×125×117мм;
- масса 0,26кг;
- количество выходов 8;
- длина кабеля 600м;
- номинальное значение напряжения питания 24V;
- подключение дискретного входа возможно;
- потребляемая мощность 10 Вт.

Далее произведём выбор аналогового входного модуля. Модули ввода аналоговых сигналов предназначены для аналого-цифрового преобразования входных аналоговых сигналов контроллера и формирования цифровых величин, используемых центральным процессором в процессе выполнения программы. К входам модулей могут подключаться датчики с унифицированными выходными электрическими сигналами напряжения или силы тока, термопары, термометры сопротивления.

Каждая пара входных каналов модулей может быть настроена на свой вид входного сигнала. Выбор вида входного сигнала (сила тока, напряжение, термо-ЭДС или сопротивление) производится аппаратно установкой кодового элемента в одно из четырех возможных положений. Выбор диапазона измерений каждого входа производится программно из среды Hardware Configuration STEP 7. Кодовые элементы устанавливаются в разъемы, расположенные в боковой стенке сигнального модуля. Кодовые элементы входят в комплект поставки каждого из перечисленных модулей ввода аналоговых сигналов.

В других аналоговых модулях выбор вида входного сигнала определяется схемой подключения датчика.

Модули выпускаются в пластиковых корпусах. На их лицевых панелях расположены:

- красные светодиоды индикации отказов и ошибок;
- разъем для установки фронтального соединителя, закрытый защитной крышкой;
- паз на защитной крышке для установки этикетки с маркировкой внешних цепей.

Разрешающая способность модулей может быть установлена в пределах 9...16 бит плюс знаковый разряд. Настройка выполняется средствами Hardware Configuration STEP 7. От этого параметра зависит и время преобразования. Модули способны формировать запросы на прерывание для передачи диагностических сообщений и сообщений об ограничении входного сигнала. При необходимости от модуля может быть получена расширенная диагностическая информация.

Для измерения давления и температуры, используются аналоговые датчик давления и температуры, на выходе которых токовый сигнал 4 – 20мА. Для преобразования сигналов от датчика используем модуль ввода аналоговых сигналов. Для правильного выбора аналогового модуля произведём расчёт его параметров.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Если применить аналоговый модуль 12 bit (разрядов $2^{12}=4095$), точность приёма по входу будет равна:

$$T_{BC} = \frac{16}{4095} = 0,0039 \text{ мА / усл.ед} ; \quad (5.1)$$

$$T_{BCK} = \frac{2750}{4095} = 0,67^0 \text{ с / усл.ед.} \quad (5.2)$$

Другими словами, изменение входного сигнала на 0,0039мА говорит о повышении температуры на 0,67 с. Полученная точность удовлетворяет условиям, так как заданная точность температуры равна ± 10 °С.

По результатам расчёта выберем аналоговый модуль ввода SM331 AI 8×12bit (6ES7331-7KF02-0AB0) , имеющий такие технические данные:

- габариты 40×125×120мм;
- масса 0,272кг;
- общее количество входов 8;
- разрешающая способность 12bit;
- напряжение питания модуля 24В;
- потребляемая мощность, типовое значение 1,3 Вт;
- подключение датчиков для измерения силы тока возможно;
- максимальный входной ток для каналов измерения силы тока 40мА.

Аналоговый модуль ввода SM331 AI 8×12bit представлен на рисунке 5.9.

Для связи со SCADA системой произведём выбор коммуникационного процессора. Коммуникационный процессор позволяет производить подключение контроллеров к сети Industrial Ethernet, он освобождает центральный процессор контроллера от выполнения коммуникационных задач.

Применение коммуникационного процессора в данной работе обусловлено необходимостью иметь возможность управлять процессом по сети, а также передавать параметры сушки при смене типа футеровки. Так как в данной работе используется центральный процессор серии S7 300, то и коммуникационный процессор должен быть совместим с ним. Применим коммуникационный процессор CP 343-1, который имеет предварительно установленный уникальный Ethernet адрес. Он осуществляет независимую передачу данных по сети Industrial Ethernet с соблюдением требований международных стандартов.

Применение коммуникационного процессора CP 343-1 позволяет производить непосредственное подключение контроллеров SIMATIC S7 300 к сети Industrial Ethernet со скоростью передачи до 100 Мбит/с.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

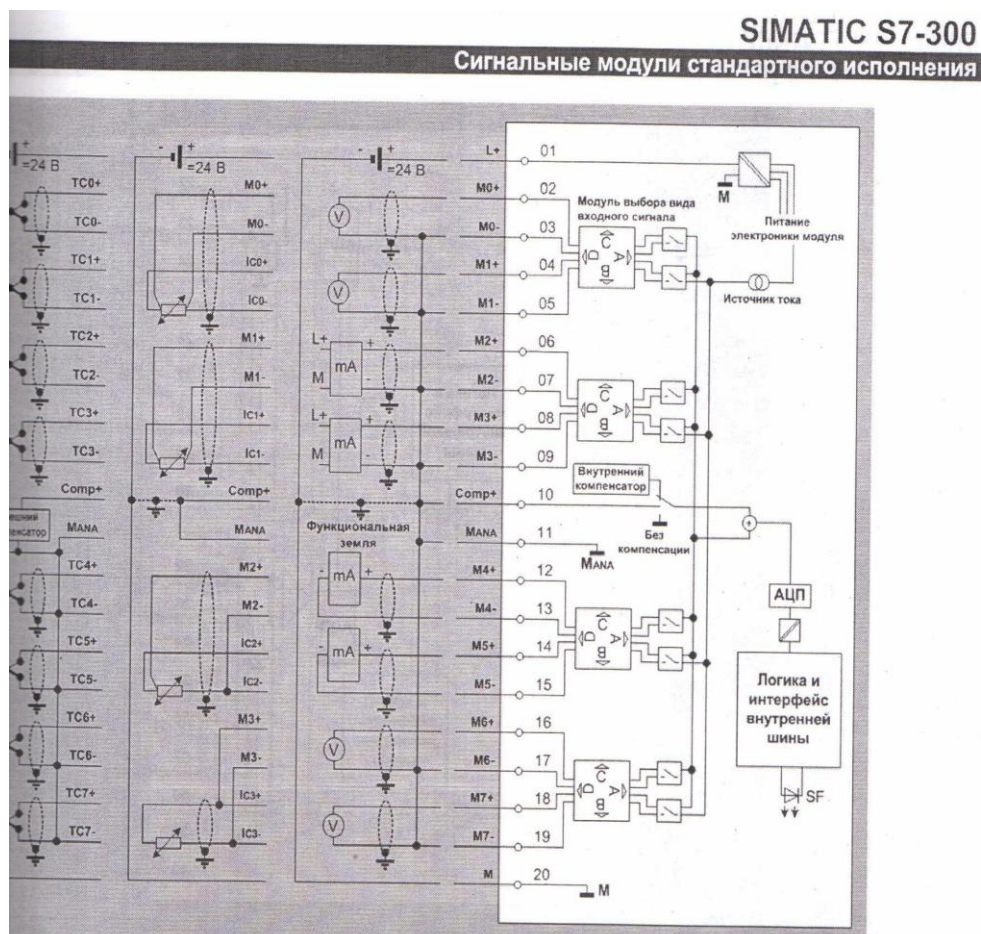


Рисунок 4.10 – Схема аналогового модуля ввода SM331 AI 8×12bit

Технические характеристики CP 343-1:

- скорость передачи 10/100Мбит/с;
- соединения: с 10BaseT, 100BaseTX; с источником питания он имеет 4-х полюсный терминал;
- напряжение питания – $5В \pm 5\%$ и $24В \pm 5\%$;
- потребляемая мощность 8,3 Вт.

Выберем источники питания системы.

Источники питания шкафа управления:

- источник питания 220V AC/24V DC, 2 A, ф. Siemens 3 шт;
- источник питания PS 307, 220V AC/24VB DC, 5A, ф. Siemens 1 шт;

Источник питания 220V AC/24V DC, 2 A, ф. Siemens предназначен для подачи напряжения 24В на модули контроллера, блок – контакты автоматов и пускателей в шкафу.

Источник питания PS 307, 220V AC/24VB DC, 5A, фирмы Siemens предназначен для питания процессорного модуля.

4.3 Выбор оборудования КИПиА

Для устойчивой работы системы важно правильно выбрать оборудование КИПиА и определить режимы их работы. Как видно из функциональной схемы

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

автоматизации в системе стенда необходимо обеспечить сбор информации от 13 различных датчиков (13 аналоговых сигналов), которые можно разделить на 4 группы:

- датчики температуры;
- датчики давления;
- датчик расхода;
- аналоговый сигнал от МЭО о положении задвижки (БСПТ).

4.3.1 Выбор датчика температуры

На сегодняшний день на рынке представлено огромное количество разнообразных датчиков температуры, разных производителей, всевозможных диапазонов измерения. В рамках этого проекта, при выборе датчика температуры на дымовых газах перед дымососом, мною были изучены следующие производители:

1. Aplisens (CTR-ALW/9/Ex/316/SN/600/120/+20..+120);
2. Теплоприбор (ТСМУ3222,0..150, 600мм., УХЛ3.1, ОЕхiaIIВТ5х);
3. Овен (ДТС045-100П.В3.200.МГ.У).

Основные параметры указанных датчиков приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Сравнение вариантов решений при выборе датчика температуры

Параметры	По ТЗ	Теплоприбор	Aplisens	Овен
Чувствительный элемент	-	Термопара К	Pt100	100П
Точность при 25 °С	±1 %	±0,5 %	±0,1 %	±0,5 %
Нелинейность	± 0,5 %	± 0,1 %	± 0,05 %	± 0,1 %
Рабочая температура	ТА +20 - +40 С	ТА -40 - +60 С	ТА -40 - +80 С	ТА -40 - +60 С
Измерительный диапазон	-20...+300С	-20...+300С	-200..+550С	-40...+300С
Выходной сигнал датчика	4..20 мА (двухпроводная система)	4..20 мА (двухпроводная система)	4..20 мА (четырёхпроводная система)	4..20 мА (двухпроводная система)
Исполнение	Ех, для взрывоопасных помещений	Ех, для взрывоопасных помещений	Ех, для взрывоопасных помещений	Ех, для взрывоопасных помещений

Таким образом, приемлемые метрологические параметры имеет датчик компании Овен. Помимо этого сроки поставки датчика 2 недели. Следовательно,

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

для контроля технологических параметров я выбрал датчики именно этого производителя.

Для более точного контроля температуры в ковше выше 300 С применен пирометр Термоскоп-600-1С (модель СТ0). Внешний вид пирометра показан на рисунке 4.11 .



Рисунок 4.11. – Пирометр термоскоп 600

4.3.2 Выбор и техническая характеристика измерительных преобразователей давления.

Измерительные преобразователи относительного давления газа, поступающие к горелкам и общее относительное давление воздуха на горение, должны удовлетворять последующим требованиям:

- диапазон измерения относительного давления - 0 - 40 кПа, согласно характеристикам установки;
- исходный сигнал – электрический, нормированный (например, сигнал постоянного тока 0,4 - 20 ма);
- высокая стабильность показаний;
- высокая надежность и трудоспособность.

Произведем выбор измерительных преобразователей (датчиков) относительно давления газа и воздуха подаваемого на горение. Рассмотрим следующие датчики, удовлетворяющие измеряемому диапазону давления и требуемой точности:

- датчик давления VEGABAR 14 производства фирмы VEGA, Германия;
- датчик SITRANS P, серия DS III для давления, производства фирмы Siemens, Германия;
- измеритель давления многофункциональный ПРОМА-ИДМ с выносным датчиком давления.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Датчик SITRANS P, серия DS III для давления, позволяет реализовать точную подстройку диапазона измерения и статическую характеристику. К примеру, датчик с градацией шкалы 1 бар позволяет настроить диапазон с наименьшим размахом 10 мБар либо 1000 Па. У данного измерительного преобразователя следующие допустимые диапазоны измерения:

- 0 – 1000 Па;
- 0 – 50 000 Па;
- 1000 – 0 Па.

Микропроцессор, встроенный в датчик, осуществляет не только обработку результатов измерений (усреднение, фильтрация), но корректировку показаний в зависимости от нахождения датчика в пространстве. Датчик обустроен экраном, который отображает результаты измерения, кнопками и настроечным HART-интерфейсом. Текущие опции сохраняются в энергонезависимой памяти.

Датчик давления SITRANS P, серии DS III, имеет точность выше, чем все другие датчики, и как следствие более высокую цену.

Аналогичным измерительным преобразователем SITRANS P является VEGABAR 14. Данный датчик наиболее лучше подходит для решения поставленной нами задачи. Он на порядок дешевле датчика давления SITRANS P, серия DS III и имеет высочайшую точность и более широкий диапазон измерения.

Преобразователь давления VEGABAR 14 предназначен для измерения избыточного давления, абсолютного давления или вакуума. Измеренная среда - газы, пары или жидкости. В преобразователе применена измерительная ячейка CERTEC®, которая имеет крепкую керамическую мембрану. Принцип действия измерительной ячейки основан на колебаниях под влиянием давления. При колебаниях изменяется емкость измерительной ячейки и как следствие изменяется величина выходного электрического сигнала от 4...20 mA. Следует также отметить, что измерительная ячейка CERTEC® дополнительно снабжена датчиком температуры. Значение температуры может отображаться на дисплее модуля PLICSCOM или обрабатываться через выход сигнала. Датчик давления VEGABAR 14 имеет следующие технические характеристики:

- питающее напряжение – 12-30 В постоянного тока;
- номинальный диапазон измерения – 0 - 100000 Па;
- исходный сигнал – пропорциональный измеренному давлению постоянный ток в диапазоне 4-20 мА,
- диапазон настройки нулевой точки 3-5 мА;
- стойкость к повышенному давлению - 800000 Па;
- отклонение характеристики относительно диапазона измерения – < 0,5%;
- класс защиты – IP65.

Внешний вид, габаритные и установочные размеры датчика VEGABAR14 изображены на рис. 4.12

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

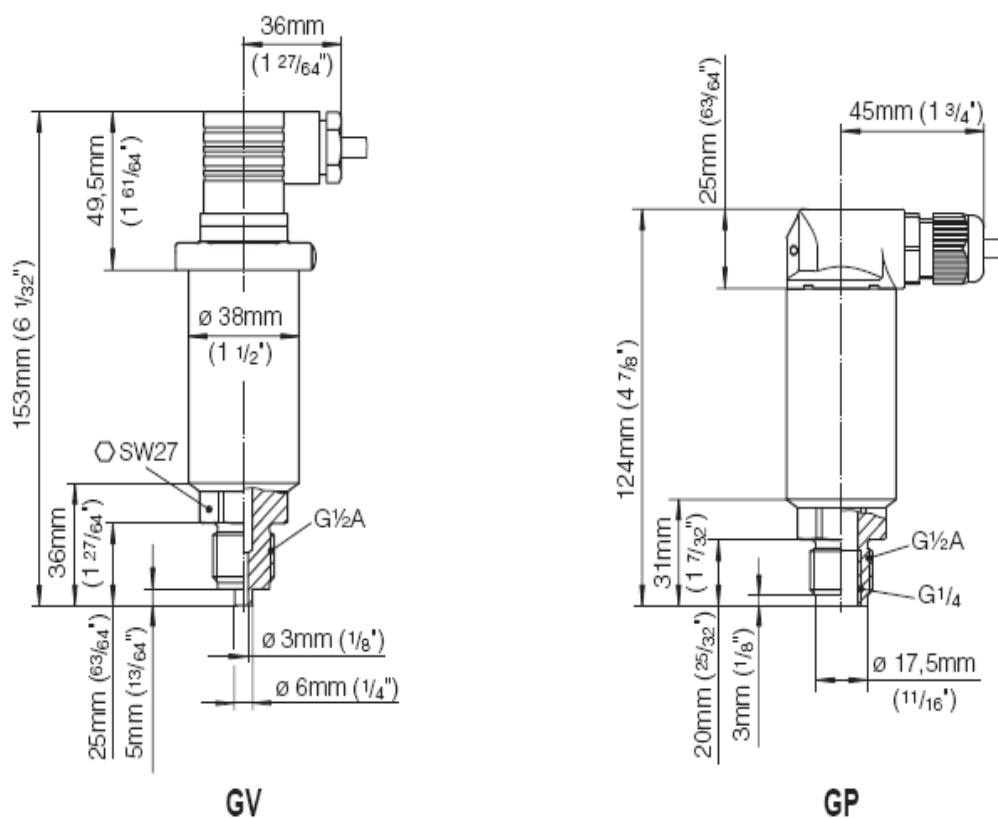


Рисунок 4.12 – Внешний вид датчика VEGABAR 14

В качестве альтернативы также был рассмотрен измеритель давления многофункциональный ПРОМА-ИДМ. Измеритель предназначен для преобразования избыточного, вакуумметрического, абсолютного давления и разности давлений воздуха, природных и нейтральных газов в токовый сигнал (4-20 мА), дальнейшей микропроцессорной обработки и управления внешними электрическими цепями от сигнализирующего устройства.

Индикация текущего значения измеряемого параметра осуществляется на светодиодном 7-ми сегментном 4-х знаковом индикаторе.

Измерители предназначены для построения современных систем контроля, аварийной защиты, сигнализации и управления на установках и объектах теплоэнергетического комплекса, в системах кондиционирования воздуха, в научном эксперименте и других отраслях.

В сравнении с аналогами:

- повышенная точность измерения – $\pm 1\%$;
- возможность питания от сети 220В, 50Гц и источника питания = 24В;
- возможность прямой коммутации больших нагрузок – переключающиеся контакты реле (2А, 220В);
- работа в сети MODBUS по стандарту RS-485 (до 32 приборов при 2-х проводной связи);
- малые габариты.

Функциональность "три в одном":

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

- непрерывное преобразование измеряемого значения давления в унифицированный сигнал постоянного тока (4-20мА) для систем управления;
- индикация измеряемого значения на 4-х местном цифровом табло;
- формирование дискретных сигналов в систему коммутации при достижении 2-х перенастраиваемых пределов измеряемого параметра.

Внешний вид датчика ПРОМА-ИДМ изображен на рисунке 4.13.



Рисунок 4.13 – Внешний вид вторичного прибора датчика ПРОМА-ИДМ

Таким образом, приемлемые метрологические параметры имеет датчик компании ПРОМА. Следовательно, для контроля технологических параметров я выбрал датчики именно этого производителя так как он имеется на складе производителя и подходит по всем параметрам для данной системы (см. рисунок 4.14).



Рисунок 4.14 – Датчик выносной ПРОМА-ИДМ(В)-ДИ

Выводы по разделу четыре

В данном разделе было произведено распределение места расположения оборудования для удобства управления и быстрого реагирования в аварийных случаях. Для реализации управления механизмами станда был выбран программируемый контроллер Simatic CPU 315-2DP с оборудованием КИПиА, датчик температуры ОВЕН (ДТС 045-100 П.В3.200.МГ.У) отечественного производства и датчик давления многофункциональный измеритель ПРОМА-ИДМ, который подходит по всем параметрам для данной системы.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1. Краткая характеристика предприятия и рабочего места

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» входит в число крупнейших мировых производителей стали и занимает лидирующие позиции среди предприятий черной металлургии России.

Активы компании в России представляют собой крупный металлургический комплекс с полным производственным циклом, начиная с подготовки железорудного сырья и заканчивая глубокой переработкой черных металлов.

ММК производит широкий сортамент металлопродукции с преобладающей долей продукции с высокой добавленной стоимостью.

Комбинат – предприятие, которое производит широкую гамму металлопроката для железнодорожного транспорта, производит осевую заготовку и все основные профили для вагоностроения.

Комбинат является крупнейшим поставщиком заготовки для трубoproкатных заводов и конструкционного металлопроката для машиностроения.

Участок сушки и разогрева футеровки чугуновозных ковшей состоит из трех стендов сушки и разогрева ковшей, расположенные в закрытом помещении, примыкающем к депо ремонта чугуновозных ковшей доменного цеха. Рабочее место оператора находится в помещении, примыкающем к электрощитовой.

Магнитогорский металлургический комбинат (ММК, «Магнитка») — российский металлургический комбинат в городе Магнитогорске Челябинской области. Один из крупнейших металлургических комбинатов СНГ и России находится на Южном Урале.

Здесь расположен один из старейших горно-металлургических центров России, возникший в начале 18-го века. Размеры рабочего места на участке сушки ковшей соответствуют размерам помещения. $S_{\text{участка}} = 176\text{ м}^2$, $V_{\text{участка}} = 1232\text{ м}^3$, $n=3$ чел. $S_{1\text{ раб.}}=58\text{ м}^2$, $V_{1\text{ раб.}}=410\text{ м}^3$

В состав установки входят три однотипных стенда – крышки (механизированного свода) расположенных в линию над осью ж/д пути. Футерованный ковш на стенды подается на ж/д лафете. Внутри помещения сушки футеровки ковшей расположена сплошная, общая для всех стендов, площадка на отметке + 4,4 для опоры крышек ковшей, рам подъемников крышек, а также для обслуживания оборудования стендов.

Крышки стендов зафиксированы на опорных металлоконструкциях при помощи механизмов подъема, траверс и цепных тяг, обеспечивающих их перемещение вдоль вертикальной оси с ходом 360 мм от уровня горловины ковша на лафете и 400 мм от уровня площадки. В рабочем положении крышка ложится на горловину ковша, а в нерабочем состоянии ложится опорами на площадку.

Выброс отходящих газов в атмосферу осуществляется в металлическую дымовую трубу высотой 15 м с диаметром устья 0,8 м.

Рабочее место оператора располагается непосредственно рядом с установкой сушки. Основные действия оператора: розжиг горелки и останов сушки в случае аварии. Постоянное пребывание оператора в помещении сушки не

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

предполагается. Все параметры системы контролируются непосредственно с АРМ. Поэтому нахождение людей в процессе сушки вблизи установки недопустимо.

Трудоемкость в расчете на единицу продукции (ковш) незначительно снижается за счет автоматизации операций процесса сушки-разогрева.

5.1.1 Основное используемое оборудование. Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в воздух рабочей зоны являются следующие производства: заготовительное производство, сварочное производство, покрасочное производство, механообрабатывающее производство, ремонтный цех с участками изготовления нестандартного и специального оборудования, современные механизированные склады для материалов, комплектующих и готовой продукции, газовая котельная.

На участке имеются такие опасные производственные факторы, как движущиеся механизмы, подъемно-транспортные устройства, электрический ток. К движущимся механизмам, относится лебедка для перемещения тележки с ковшом. Поэтому при выполнении операций перемещения ж/д лафетов с ковшами должны быть удалены все люди с рельсовых путей, а также должна подаваться предупредительная звуковая сигнализация. Дымоводы стенов имеют рабочую температуру до 250°C, поэтому должны иметь тепловую изоляцию. Так при сушке применяется горелка, работающая на природном газе, существует риск утечки газа в случае неисправности газопроводной арматуры. На площадке обслуживания во время сушки и операций перемещения ковшей существует опасность воздействия мощного излучения нагретой футеровки ковшей.

К вредным для здоровья производственными факторами можно отнести повышенную или пониженную температуру окружающей среды рабочей зоны; повышенную температуру поверхностей установки (крышка ковша); повышенные уровни шума, вибрации и различных излучений – термических, электромагнитных. Также, к вредным физическим факторам мы можем отнести запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

На участке в достаточной степени развита механизация, то есть имеется вспомогательное подъемно-транспортное оборудование (транспортёр). Легкие условия труда – 1«б».

5.1.3 Безопасность проекта

Состояние воздуха рабочей зоны. Микроклимат .

Микроклимат является одним из необходимых условий на рабочем месте, от которого зависит состояние человека. Требуемые согласно нормативным документам параметры микроклимата:

- естественная вентиляция;
- температура воздуха;
- температура поверхностей;

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					

- относительная влажность воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Эти параметры обеспечиваются применением естественной и принудительной механической приточно-вытяжной вентиляции, её фильтрации, тепловентиляторов в холодный период года, а также соблюдением требований безопасности при хранении и использовании вредных и ядовитых веществ.

Для обеспечения необходимых параметров микроклимата в помещении имеется паровое отопление, система приточно-вытяжной вентиляции.

Физическая работа оператора станции как физическая работа категории I «б» (К категории I«б» относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140-174 Вт, работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.п.). Параметры микроклимата СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Здания жилые и общественные ГОСТ 12.1.005-88.

Вывод: Параметры микроклимата на рабочем месте не выходят за рамки предельно допустимых значений для класса условий труда – 2 (допустимый).

5.1.4 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования и материалов, а также воздуха в рабочей зоне, повышенная или пониженная влажность и подвижность воздуха относятся к группе физических опасных и вредных производственных факторов.

2						1	№ П/П
Цех сушки ковшей						Место измерений	
Холодный			Теплый			2	Период измерений
2			2			3	Число работающих
1б			1б			4	Категория работ
1500	1200	800	1500	1200	800	5	Время измерения
01 15	01 15	01 15	01 15	01 15	01 15	6	Высота замера
24,9	24,4	24,9	22,9	21,9	21,5	7	Факт. Температ.
22-27	22-27	22-27	21-23	21-23	21-23	8	ПДУ
70,7	70,0	68,7	70,7	71,8	68,8	9	Факт. Отн. вл. %
15-75	15-75	15-75	15-75	15-75	15-75	10	ПДУ
0,3<0,3	0,3<0,3	0,1<0,1	0,3<0,3	0,3<0,3	0,1<0,1	11	Факт. Скорость воздуха
0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	12	ПДУ
27,1	25,0	20,0-20,2	23,8	23,3	20-20,2	13	Факт. Температ. поверхности
17-28	17-28	17-28	16,0-24	16,0-24	16,0-24	14	ПДУ

Рисунок 5.1 – Показатели на рабочем месте

Общие санитарно-гигиенические требования к температуре, влажности, скорости движения воздуха и содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных предприятий определены ГОСТ 12.1.005—88 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

Участок сушки и разогрева футеровки чугуновозных ковшей имеет опасные зоны – линии гальванических ванн, в атмосфере этих зон имеются примеси, соответствующие II и III классу опасности по ГОСТ 12.1.005—88.

Таблица 5.1 – Концентрация вредных веществ на рабочем месте.

Наименование вещества	Фактич. содержание мг/м ³	Величина ПДК, мг/м ³	Преимуществ.агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности
Пары серной кислоты	0,2	1	а	II
Алюминия окись с примесью до 20%окси трехвалентного хрома	0,09	1(по Cr ₂ O ₃)	а	II
Водорода хлорид	0,4	5	п	II
Кадмий и его неорганические соединения	0,06	0,05/0,01	а	I
Карбамид (мочевина)	2	10	а	III

Как видно из таблицы 5.1, концентрация вредных веществ не превышает ПДК. Это достигается благодаря мероприятиям по оздоровлению воздушной среды участка сушки ковшей.

Для оздоровления воздушной среды производственных помещений используется приточная и вытяжная вентиляция, осуществляющая удаление загрязненного или нагретого и подачу свежего воздух, его чистку и фильтрацию. Кроме того для естественного притока воздуха используются оконные просветы.

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в промышленных помещениях. Главное назначение вентиляции – удаление из места для работы грязного либо перегретого воздуха и подача свежего наружного (или очищенного) воздуха.

Одна из основных задач, которая возникают при устройстве вентиляции это определение воздухообмена, т.е. количество вентиляционного воздуха, необходимого для обеспечения рационального санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещения.

Средства измерения, применяемые при отборе проб на гальваническом участке: электроаспиратор ПА-300М2, термоанемометр ТКА-ПКП, аспиратор сифонный АМ-059. Нормативно-техническая документация на методику исследования и допустимое содержание вредных веществ: МУ №4436, МУ 22 № 4524-77, ГОСТ 12.1.014-84. Рабочие операций в период отбора: по технологическому процессу СИЗ по ГОСТ 12.4.131-83 (халат х/б), ГОСТ 12.4.010-75 (перчатки х/б или резиновые), по ГОСТ 12.4.187-97 (ботинки кожаные).

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ				

Работа вентиляций: местная, общеобменная.

Температура воздуха 19 С.

Давление 733 мм.рт.ст.

Поглотители, фильтры: поглотительные растворы, индикаторные трубки, фильтры АФА-ВП-20.

Вывод: показатели воздушной среды на рабочем месте не выходят за рамки предельно допустимых значений для класса условий труда – 2 (допустимый).

5.1.5 Шум

Шум – это совокупность хаотичных сочетание различных по уровню и частоте звуков. Шум воздействует на слуховой аппарат, а также может вызвать расстройства сердечно-сосудистой и нервной системы, нарушение пищеварительного тракта, гипертонические заболевания, сильные головокружение, ослабление внимания, изменения скорости дыхания и пульса, затормаживание психических реакций, повышенную склонность к различным заболеваниям. Человеческое ухо способно воспринимать звуковые колебания с частотой от 16 до 20000 Гц. Звуки с частотой ниже 16 Гц называют инфразвуками, а свыше 20000 Гц – ультразвуками. Инфразвуки и ультразвуки также воздействуют на человека, но он их не слышит.

С точки зрения физиологии шум рассматривают как звук, который мешает разговорной речи и плохо оказывает влияние на здоровье человека. Проявление вредного воздействия шума на человека многообразно: шум с уровнем 80д дБА осложняет разборчивость речи, может вызвать снижение работоспособности, а также помешать нормальному отдыху; длительное воздействие шума с уровнем 100-120 дБА вызывает необратимые потери слуха, а шум с уровнем 120-140 дБА вызывает механическое повреждение органов слуха.

Шум на рабочем месте оператора установки сушки чугуновозных ковшей создается от производственного оборудования и вентиляционной системы. Средства измерения, шумомер анализатор спектра SVAN, погрешность $\pm 0,7$ дБА.

Уровень шума на рабочем месте оператора установки сушки чугуновозных ковшей не должен превышать более 80 дБ по СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96, это условие выполняется, так как по замерам на участке уровень шума составляет 55 дБ, согласно протоколу измерений уровня шума метрологической лабораторией предприятия № 302.7 от 07.04.2011.

Вывод: Таким образом, рабочее место по уровню шума соответствует нормам класса условий труда – 2 (допустимые).

5.1.6 Вибрация

Вибрация – это механические колебания упругих тел при частотном диапазоне 1,6—1000 Гц, которые передаются на человека сквозь конструкцию машин, фундамент, пол и не только.

Частое воздействие вибрации на человека может вызвать вибрационное заболевание, для которых характерна потеря трудоспособности. Заболевание

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ					65

появляется не сразу, а постепенно, сопровождается сильными головными болями, раздражительностью, плохим сном. У людей бывают замечены боли в суставах, судороги пальцев, спазмы сосудов и нарушение питания тканей тела. В особенности опасны вибрации с частотой 6,9 Гц, близкие к колебаниям внутренних органов.

Причиной вибрации в цехе являются возникающие при работе машин неуравновешенные вращающиеся массы, удары. Различают общую и локальную вибрации. В цехе общая вибрация незначительна, так как фундамент линии выполнен из специального упруго деформируемого бетона. Уровень локальной вибрации на рабочем месте оператора составляет в среднем 86 дБ, согласно протоколу измерений уровня вибрации метрологической лабораторией предприятия № 302.8 от 07.04.2009. Допустимые значения вибрации для производственных помещений установлены в ГОСТ 12.1.012-90 и составляет 92 дБ (общая) и 109 дБ (локальная).

Вывод: Уровень общей и локальной вибрации соответствует нормам класса условий труда – 2 (допустимые.).

5.2 Анализ травматизма на предприятии

Для снижения уровня травматизма на предприятии проводятся мероприятия по охране труда, такие как профосмотр вредных профессий рабочих, аттестация рабочих. На территории предприятия имеется здравпункт для оказания первой медицинской помощи, а также для профилактики рабочих.

Данные по анализу травматизма представлены в таблице 7.3.

Таблица 5.3 – Анализ травматизма

Годы	2018	2019	2020
Несчастные случаи на предприятии	6	4	2

$$R = \frac{C_n}{N_p}, \quad (5.1)$$

где R – риск,

C_n – число смертных или других случаев на предприятии.

N_p – число работников на производстве.

Расчет коэффициента частоты травматизма

$$K_q = \frac{C_n}{N_p} \cdot 1000, \quad (5.2)$$

где, C_n – число смертных или других случаев на предприятии.

N_p – число работников на производстве.

Расчет коэффициента тяжести

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$K_t = \frac{d}{C_n}, \quad (5.3)$$

где, d- дни нетрудоспособности

C_n-число смертных или других случаев на предприятии.

Расчет коэффициента опасности производства

$$K_{\text{п}} = \hat{E}_{\text{ч}} \cdot \hat{E}_{\text{т}}, \quad (5.4)$$

где, K_ч- коэффициента частоты травматизма

K_т- коэффициента тяжести

Подставим имеющиеся данные в формулу:

За 2018 год

$$R = \frac{6}{1200} = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{6}{1200} \cdot 1000 = 5$$

$$K_{\text{т}} = \frac{40}{6} = 6$$

$$K_{\text{п}} = 5 \cdot 6 = 30$$

За 2019 год

$$R = \frac{4}{1200} = 3 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{4}{1200} \cdot 1000 = 3$$

$$K_{\text{т}} = \frac{40}{3} = 13$$

$$K_{\text{п}} = 3 \cdot 13 = 39$$

За 2020 год

$$R = \frac{2}{1200} = 1,2 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{2}{1200} \cdot 1000 = 1,2$$

$$K_{\text{т}} = \frac{40}{2} = 20$$

$$K_{\text{п}} = 1,2 \cdot 20 = 24$$

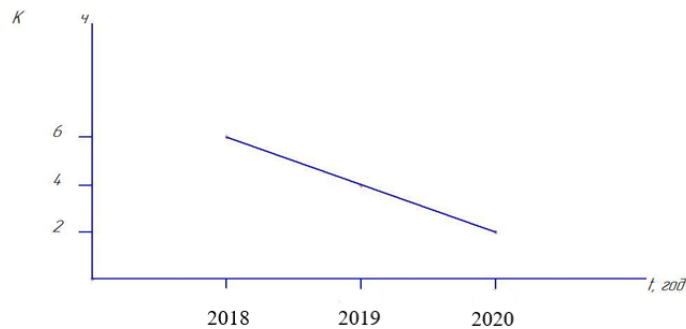


Рисунок 5.5 – График изменения $K_{\text{ч}}$

Вывод: $K_{\text{ч}}$ травматизма на предприятии с 2018 по 2020 год < чем $K_{\text{ч}}$ промышленных предприятий по Челябинской области и имеет тенденцию к дальнейшему снижению.

5.3 Чрезвычайные ситуации

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», высокая степень риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Вблизи комбината располагается несколько потенциально опасных объектов, которые при возникновении на них чрезвычайной ситуации могут создать угрозу, как для предприятия, так и в целом для города.

К чрезвычайным ситуациям возможным на предприятии относятся: возникновение пожара на территории комбината, внезапное обрушение зданий, аварии на промышленных очистных сооружениях, наводнение, снежные заносы.

Предусматривается ряд мер по предупреждению и быстрой ликвидации ЧС. Создание отдела по ЧС, возглавляемых и контролируемых администрацией, в состав которых входит аварийная бригада, оснащённая необходимым оборудованием и средствами. В отделе по ЧС разрабатывается план управления предприятием при ЧС и планы её ликвидации.

Действие персонала предприятия при возможных ЧС природного и техногенного характера:

Наводнение. Сильные ливни, интенсивное таяние снегов, речные паводки являются основными причинными наводнения. Мероприятия по возведению соответствующих гидротехнических строений на местах предполагаемого наводнения, по подготовке, проведению преждевременного эвакуации выполняются при значительном времени упреждения наводнения. Работающие на

предприятия оповещаются через администрацию предприятия. Им сообщают место сборного эвакуационного пункта. При наличии необходимого достаточного времени население эвакуируется персонал предприятия вместе с имуществом в ближайшие населенные пункты, находящиеся вне зон затопления. В случае затопления меняется режим работы, а в некоторых случаях работа прекращается. Если наводнений произошло внезапно, то предупреждение производится всеми имеющимися средствами оповещения.

Пожар. Прежде всего, каждый работник должен знать, где находятся средства пожаротушения и порядок их использования, прежде всего водопроводы, гидранты. Также следует применить подготовленный противопожарный инвентарь, пенные, порошковые или углекислотные огнетушители, а также подручные материалы (песок, землю). Бензин, керосин, растворители, органические масла, загоревшуюся электропроводку стоит тушить с помощью пенных и порошковых огнетушителей, путем засыпания песком и землей, а если очаг пожара является небольшим – накрыть его асбестовым или брезентовым (одеялом) покрывалом. Горящую электропроводку можно тушить, только убедившись, что с нее снято напряжение. Горящее помещение покидать согласно плану эвакуации.

Производственные аварии. Задача каждого работающего на предприятии – знать основные правила поведения при авариях. Например, имеются определенные правила и последовательность отключения электрической энергии, остановки транспортирующих средств, агрегатов и аппаратов, перекрытия сырьевых, газовых, паровых и водяных коммуникаций в соответствии с техпроцессом и техникой безопасности на предприятии. В аварийной ситуации важной задачей является организация своевременного оповещения об аварии. Каждый работник и служащий предприятия обязан уметь, к примеру, вызвать пожарную команду, газоспасателей и т.д. С возникновением аварии рабочие и служащие обязаны немедленно прибыть в места их сбора. Рабочие и служащие предприятий, не входящие в состав формирований, должны быть также готовы вести работы по ликвидации аварий и спасению пострадавших на объекте.

Выводы по разделу пять

В данном разделе была рассмотрена краткая характеристика предприятия и рабочего места, рассмотрены вредные для здоровья производственные факторы. Параметры микроклимата, показатели воздушной среды, уровень шума, общей и локальной вибрации соответствует нормам класса условий труда-2 (допустимые). Рассчитан анализ травматизма на предприятии за три года, где травматизм уменьшился за последний год. Разработаны меры предотвращения чрезвычайных ситуаций на предприятии и вблизи его объектов.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления установкой сушки чугуновозных ковшей. В процессе проектирования я применила ряд решений позволяющих реализовать систему, которая удовлетворяет всем условиям технического задания. На основе технологической схемы была разработана функциональная комбинированная схема системы управления сушкой ковшей, где предварительно были обозначены основные места контроля и управления автоматизированной системы, полностью соответствующие правилам Ростехнадзора для оборудования.

В процессе выполнения дипломной работы предлагалось четыре варианта структурной схемы основной концепции разрабатываемой системы. Разработана система автоматического управления установки сушки чугуновозных ковшей с применением футерованных крышек для ковшей во время их сушки для повышения качественных характеристик процесса и снижения расхода природного газа. Тем самым комплекс принятых в данном проекте решений позволит организовать экономичный, безопасный и автоматизированный процесс с гарантированным конечным результатом.

Кроме того, реализованы мероприятия и оптимальные параметры для безопасной работы на предприятии и вблизи его объектов.

Таким образом, можно прийти к выводу, что поставленные задачи были решены в полном объеме.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Атаманюк, В.Г. Гражданская оборона: Учебник для вузов / В.Г. Атаманюк, Л.Г. Ширшев, Н.И. Акимов. – М.: Высшая школа, 2009. – 50 с.
- 2 Белов, С.В. Средства защиты в машиностроении: справочник / С.В. Белов. – М.: Машиностроение, 1992. – 260 с.
- 3 Борьба с шумом на производстве: справочник / под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.
- 4 Броузер, П. Магнитные поля – угроза здоровью // Мир ПК. –1990. №5.
- 5 Баратов, А.Н. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность: справочник / А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов, А.Я. Корольченко и др. – М.: Химия, 1987. – 272 с.
- 6 Голубков, Б.Н. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция / Б.Н. Голубков, Б.Н. Пятачко, Т.Н. Романова. – М.: Энергоиздат, 2001. – 317 с.
- 7 Долин, П.А. Справочник по технике безопасности: / П.А. Долин. – М.: Энергоиздат, 2002. –734 с
- 8 Кноринг, Г.М. Справочная книга по проектированию электрического освещения / Г.М. Кноринг – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 480 с.
- 9 Лопашов, Д.З. Методы измерения и нормирования шумовых характеристик / Д.З. Лопашов, Г.Л. Осипов, Е.Н. Федосеева. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 232 с.
- 10 Михно, Е.П. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий / Е.П. Михно. – М.: Атомиздат, 1979. – 287 с.
- 11 Основы автоматизации технологических процессов пищевых производств / В. Ф. Яценко, В. А. Соколов, Л. Б. Спивакова и др.; под ред. В. А. Соколова.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 400 с.
- 12 Охрана труда в машиностроении: Учебник / под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
- 13 Профирьев, Б.Н. Государственное управление в чрезвычайных ситуациях / Б. Н. Профирьев – М.: Наука, 1991. – 136 с.
- 14 Пожарная охрана предприятий. Общие требования. «Пожарная безопасность, информатика и техника». – 1996. – №2 (16). – С.12.
- 15 Постановление Госплана СССР, Госстроя СССР, Президиума АН СССР от 21.10.1983 N 254/284/134 «Временная отраслевая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды» // – Российская газета. – 1983. – 21 октября.
- 16 Руководство пользователя ПЛК S7-300. – http://www.tehprivod.com.ua/images/stories/file/Pervie_shagi.pdf.
- 17 Руководство Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. – М.: Роспотребнадзор, 2005.– 52 с.
- 18 Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник / С.В. Белов, А.Ф. Козьяков, О.Ф. Парталин и др.; под ред. С.В.Белова. – М.: Машиностроение, 1967. – 368 с.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

19 Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

20 Сибаров, Ю.Т. Охрана труда в вычислительных центрах / Ю.Т. Сибаров, Н. Н. Сколотьев, В. К. Васин. – М.: Машиностроение, 2010. – 125 с.

21 Уилсон, Р. Человек за компьютером / Р. Уилсон. – Мир ПК, 2009. – 45 с.

					13.03.02.2021.139.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72