

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
Худолей Г.М.
“ ” _____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

*"Автоматизація технологічного процесу нанесення двошарового
покриття на виробу"*

Керівник проекту



Проектант:

студент групи СУзт-61Ш

О.В. Рудюк

Ном. поз.	Формат.	Обозначение	Наименование	Кол. листов	Кол. экз.	Примечание
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	1	1	
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	ТЗ	Технічне завдання	4	1	
3	A4		Реферат	1	1	
4	A4	СУзт-61Ш.6.050201.08.ПЗ	Пояснювальна записка	70	1	
			<u>Документація конструкторська</u>			
5	A1	СУзт-61Ш.6.050201.08.А2	Схема функціональна	1	1	
6	A1	СУзт-61Ш.6.050201.08.ЭЗ	Схема електрична принципова	1	1	
			<u>Документація щодо плакатів</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
7	A1		Інформаційно-матеріальні потоки	1	1	
8	A1		Алгоритм роботи системи	1	1	
9	A1		Розрахункова частина	1	1	

					СУзт-61Ш.6.050201.08.ВД			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Рудюк О.В.			Автоматизация технологического процессу нанесения двошарового покрытия на выроби Відомість проекту	Лит.	Лист	Листов
Провер.							2	77
Реценз.						ШІ СумДУ		
Н. Контр.								
Утверд.		Худолей Г.М.						

РЕФЕРАТ

Рудюк Александр Васильевич. Автоматизация технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия. Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного университета. Шостка, 2020 год.

Дипломный проект содержит 70 листов пояснительной записки, с учетом 47 рисунков, 18 таблиц; конструкторскую документацию, которая содержит 2 чертежа; 3 демонстрационных плаката.

Разработано техническое задание. Разработана автоматизация технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК160. Разработан алгоритм управления. Удовлетворительное качество процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия подтверждено результатами моделирования на ЭВМ.

Ключевые слова: технологический процесс, система управления, регулирующий микропроцессорный контроллер, алгоритм управления, регулируемый параметр.

РЕФЕРАТ

Рудюк Олександр Васильович. Автоматизація технологічного процесу нанесення двошарового покриття на вироби. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020 рік.

Дипломний проект містить 70 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 47 рисунків, 18 таблиць; конструкторську документацію, яка містить 2 креслення; 3 демонстраційні плакати.

Розроблено технічне завдання. Розроблено автоматизацію технологічного процесу нанесення двошарового покриття на вироби на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК160. Розроблено алгоритм управління. Задовільна якість процесу нанесення двошарового покриття на вироби підтверджена результатами моделювання на ЕОМ.

Ключові слова: технологічний процес, система управління, регулюючий мікропроцесорний контролер, алгоритм управління, регульований параметр.

SUMMARY

Rudyuk Alexander Vasilievich. Automation of the technological process of double-layer coating on products. Diploma project. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2020 year.

A diploma project is contained by 70 leaves of explaining message, taking into account 47 pictures, 18 tables; designer document which contains 2 drafts; 3 demonstration posters.

The specification is developed. The automation of the technological process of double-layer coating on products on the basis of the programmable logical controler PLK160 is developed. The algorithm of management is developed. Satisfactory quality of process of double-layer coating on products is confirmed with results of modeling on EVM.

Keywords: technological process, control system, the regulating microprocessor controler, the control algorithm, the adjustable parameter.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
Худолей Г.М.
“ ” _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизації технологічного процесу нанесення двошарового
покриття на вироби

Проектував:

Студент групи СУзт-61Ш

О.В. Рудюк

Погоджено:

Керівник проекту



ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1 Разработать автоматизацию технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия.

2 Основания для разработки

Задание кафедры на дипломный проект.

3 Цель и назначение разработки

Целью данной разработки является создание автоматизации технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия.

Ожидаемые цели реализации данного проекта:

- повышение эффективности технологического процесса;
- повышение уровня безопасности ведения технологического процесса, снижение аварийности;
- улучшение условий труда персонала;
- сокращение времени поиска и устранения неисправностей;
- повышение технико-экономических показателей за счет применения современных методов управления технологическим процессом, а также использование новейших средств автоматизации;
- снижение энергетической нагрузки.

Данная разработка и результаты проектирования могут быть использованы для автоматизации технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия на промышленных предприятиях и производствах.

4 Источники для разработки

Отчет по производственной практике. Регламент. Руководство по эксплуатации.

5 Режимы работы объекта

Технологический процесс нанесения двухслойного покрытия на изделия является непрерывным производством согласно действующего регламента производства 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, круглосуточный режим работы.

6 Условия эксплуатации

Питание технологических установок осуществляется от цеховой сети переменного тока с напряжением 380 В.

Автоматизация технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия является непрерывным производством согласно действующего регламента производства 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Окружающая среда должна быть не взрывоопасной, не содержать пыли в концентрациях, нарушающей работу электрооборудования, а также не содержать агрессивных паров и газов, разрушающих металл и изоляцию. Условия эксплуатации автоматизированного технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия эксплуатации системы автоматизированного технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия

Наименование и характеристика помещения	Климатические условия			Механические условия	
	Температура, °С	Влажность, %	Запыленность, г/м ³	Амплитуда и частота вибрации, Гц	Наличие колебаний
Производственное помещение	22...25°С	60...85%	-	-	-
Щитовая	22...25°С	60...85%	-	-	-
Операторская комната	22...25°С	40...60%	-	-	-

АСУТП должна быть рассчитана на непрерывный круглосуточный режим работы.

Виды, периодичность и регламент обслуживания технических средств должны быть указаны в соответствующих инструкциях по эксплуатации.

Расположение технических средств АСУТП должно быть рациональным как с точки зрения монтажных связей между ними, так и удобства и безопасности их эксплуатации и обслуживания.

7 Технические требования

Автоматизированный технологический процесс нанесения двухслойного покрытия на изделия должен обеспечивать:

- ведение технологического процесса на основе автоматического контроля технологических параметров;
- снижение трудоемкости при измерении и управлении технологическими параметрами;
- визуализацию параметров технологического процесса и аварийных ситуаций;
- автоматическое управление исполнительными механизмами;
- безаварийный пуск/останов и переключение технологического оборудования;
- предотвращение развития аварийных ситуаций и обеспечение безопасного завершения процесса по заданному алгоритму;
- прием информации с верхнего уровня системы управления и формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы.

В состав процесса должны входить:

- узел управления на базе программируемого контроллера;
- АРМ на базе ПК с соответствующим программным обеспечением.

Программное обеспечение должно предотвращать возникновение отказов в выполнении функций АСУТП при отказах технических средств и при ошибках персонала, участвующего в выполнении этой функции, либо должно обеспечить перевод отказов, ведущих к большим потерям, в отказы, сопряженные с меньшими потерями.

Средства автоматизации, которые используются в данной установке, должны быть

современными и легкодоступными на рынке. Также необходимо учесть наличие взрывоопасных и агрессивных сред.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:
*«Автоматизація технологічного процесу нанесення двошарового
покриття на вироби»*

Керівник проекту



Проектант:

студент групи СУзт-61Ш

О.В. Рудюк

ОГЛАВЛЕНИЕ

С.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	10
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	13
2 ВЫБОР КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ.....	19
3 ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ И ЗАЩИТЫ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ.....	24
4 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	62
ВЫВОДЫ.....	76
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	77

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Рудюк А.В.			Автоматизация технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>							9	77
<i>Реценз.</i>						ШИ СумГУ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		Худолей Г.М.						

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическим процессом.

ПЧ – преобразователь частоты.

ОУ – объект управления.

ОР - объектом регулирования.

ПЛК – программируемый логический контролер.

ТП – технологический процесс.

ПК – персональный компьютер.

SCADA-система (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition) - система диспетчерского управление и сбора данных.

					СУзт-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

ВВЕДЕНИЕ

Пламегасящими составами называют такие составы, которые наносят на гильзу электродетонатора, чтобы получить беспламенный взрыв. Широко применяемые в настоящее время пламегасящие составы, нанесённые на поверхность гильзы электродетонатора, либо поглощают часть энергии взрывного состава и понижают температуру газов, образующихся при взрывчатом превращении (централиты, дибутилфталат, канифоль и др.), либо, переходя при взрыве в мелкодисперсное состояние, выносятся из гильзы вместе с газами взрывных составов и затрудняют взаимодействие горючих газов с кислородом воздуха. Они повышают температуру воспламенения газов взрывных составов и выполняют роль антикатализаторов цепных реакций, развивающихся в газовом облаке около гильзы электродетонатора.

К пламегасящим составам, наносимым на гильзы электродетонаторов, предъявляются два основных требования: нерастворимость в воде и химическая нейтральность по отношению к компонентам взрывных составов.

Сернокислый калий (K_2SO_4), получают при взаимодействии хлористого калия с серной кислотой. является основой пламегасящего состава. Наряду с сернокислым калием в предохранительном составе содержатся в качестве связующего компонента различные лаки (нитролак, бакелитовый лак и др.). Оболочка из предложенного состава имеет высокую механическую прочность, а также хорошую химическую стойкость к воздействию щелочных и кислых сред.

Технология нанесения предохранительной оболочки на гильзы электродетонаторов очень жёстко регламентирована. Отдельно следует заметить, что большинство несчастных случаев с серьёзными увечьями и летальными исходами, а также аварий и разрушений, происходят при производстве, неправильном хранении или использовании средств взрывания.

Технологическая схема нанесения предохранительной оболочки на гильзы предусматривает последовательность проведения таких операций, как

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

нанесение пламегасящего состава на гильзы и сушка покрытых изделий. Для проведения данного технологического процесса используется разнообразное оборудование, как применяемое в других отраслях промышленности, так и пригодное только для данного процесса. В настоящий момент, существующая система управления и контроля данным технологическим процессом, считается устаревшей. Так как она имеет следующие недостатки: используются устаревшее морально и физически приборы КИП и А; наличие систем релейной логики; отсутствие централизованного управления процессом., что приводит к снижению надежности, перерасходу энергетических и трудовых ресурсов.

Требования к оборудованию сводятся к необходимости достижения максимальной производительности технологического процесса нанесения предохранительной оболочки на гильзы заданного качества с допустимыми затратами при нормальных экологических и социальных условиях эксплуатации.

В настоящее время, тенденции аппаратурного оформления большинства известных процессов нанесения предохранительной оболочки на гильзы определились, и прогресс в этой области техники развивается по пути модернизации существующего оборудования.

Задачей настоящего проекта является решение круга вопросов связанных с модернизацией существующей системы управления. Модернизация процесса будет осуществляться с учетом специфических свойств пламегасящего состава и гильз, необходимости упрощения управления, увеличения устойчивости процессов к воздействию внешних возмущений. Работа выполняется на основании задания кафедры системотехники и информационных технологий Шосткинского института СумГУ.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

1.1 Описание технологического процесса

Процесс нанесения предохранительной оболочки на гильзы состоит из следующих операций:

- 1) набор гильз в сборку;
- 2) досыл гильз в сборке;
- 3) нанесение пламегасящего слоя на гильзы;
- 4) сушка гильз с нанесённым составом;
- 5) разбраковка гильз по геометрическим размерам (наружному диаметру и высоте предохранительной оболочки).

Технологическая схема нанесения предохранительной оболочки на гильзы представлена на рисунке 1.1.

Медные гильзы поступают на операцию набора в сборки по ленточному транспортёру №1. В каждую сборку устанавливается по 84 гильзы доньшком вниз.

Набранные в сборку гильзы передаются к прессу вертикальному (типа ЭП-6,3) для досыла. Сборка с гильзами устанавливаются на нижнюю неподвижную подушку вертикального пресса между направляющими планками. В верхней подвижной подушке данного пресса установлен пуансон. Пресс приводится в движение от индивидуального мотора через ремень, накинутый на шив, сидящий на валу. При вращении вала приходит в движение рычаг, который через шатун оттягивает шарнирные рычаги вправо. При движении верхней подушки сборка с гильзами подаётся под пуансон, который нажимая на гильзы, осуществляет их досыл в сборке. При обратном ходе шатуна верхняя подушка опускается, пресс останавливается и сборка с гильзами вынимается из пресса.

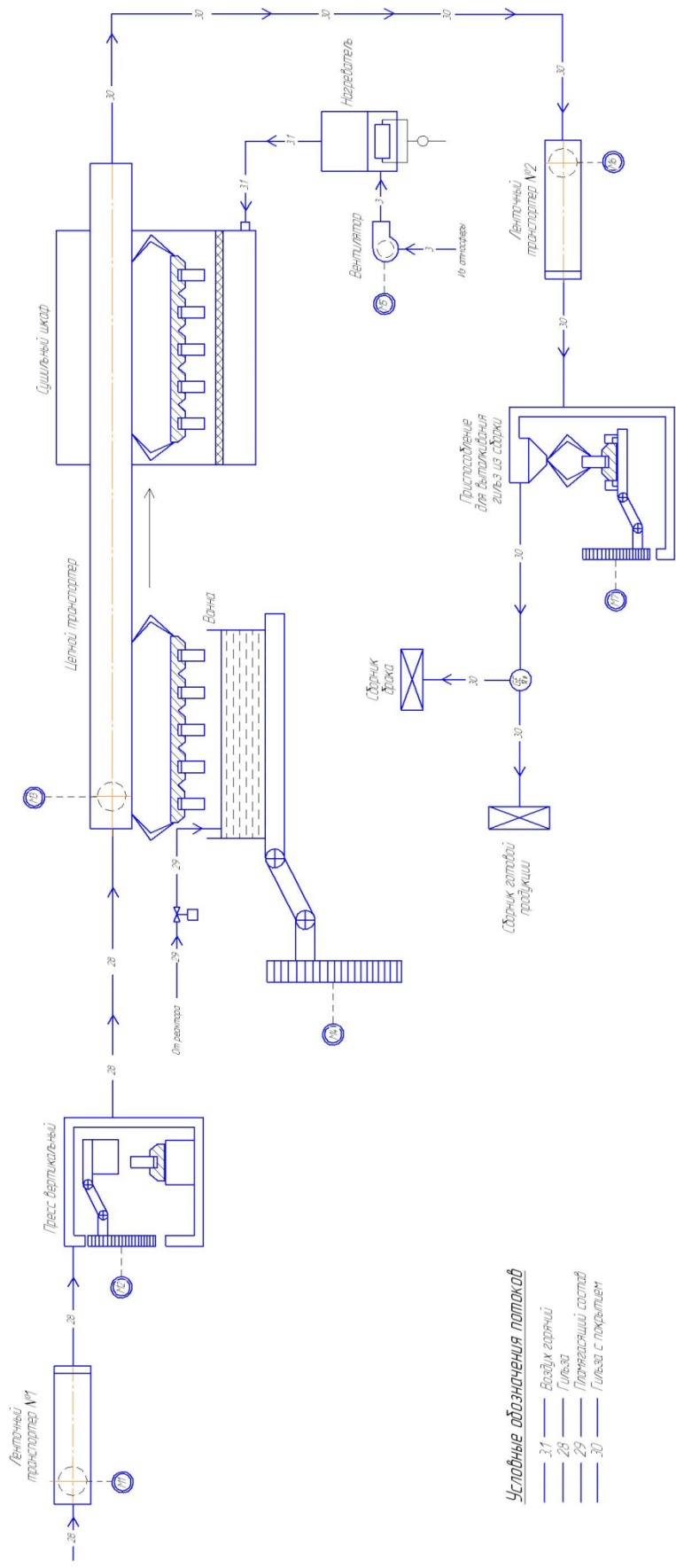
После досыла гильз сборка устанавливается в направляющие цепного транспортёра так, чтобы гильзы располагались доньшком вниз. Нажимом

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

кнопки «Пуск» транспортёр включается на «рабочий» ход. Транспортёр доставляет сборку с гильзами на операцию нанесение пламегасящего слоя, которая осуществляется путём окунания гильз в ванну, в которую поступает предохранительный состав. Когда сборка передвигается к ванне, срабатывает система кулачков, ванна с составом поддаётся вверх, при этом гильзы погружаются в состав на глубину 45-55 мм, затем ванна опускается и транспортёр перемещает сборку с гильзами в сушильный шкаф, где проходят цикл сушки при температуре 85-120°C в течении 45-50 мин. После этого сборки с гильзами выгружаются из сушильного шкафа путём перемещения на цепном транспортёре, вынимаются из его направляющих, ставятся на ленточный транспортёр №2 и передаются к приспособления для выталкивания гильз из сборок. Сборка с гильзами устанавливаются на нижнюю подвижную подушку приспособления между направляющими планками. В верхней неподвижной подушке данного механизма расположены специальные захваты для извлечения гильз из сборки. Приспособление приводится в движение от индивидуального мотора через ремень, накинутый на шив, сидящий на валу. При вращении вала приходит в движение рычаг, который через шатун оттягивает шарнирные рычаги вправо. При движении нижней подушки сборка с гильзами подаётся под захваты. При обратном ходе шатуна нижняя подушка опускается, устройство останавливается и гильзы вынимаются из хватов.

Готовое изделие передаётся на операцию разбраковки по геометрическим размерам. Если наружный диаметр гильзы с предохранительной оболочкой составляем $7,65 \pm 0,1$ мм и высота предохранительной оболочки $5,5 \pm 0,1$ см, то она годная и её укладывают в сборник готовой продукции. Если же геометрические размеры гильзы не соответствует указанным нормам, то её опускают в сборник брака.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14



- Условные обозначения потоков**
- 31 — Воздух горячий
 - 28 — Гильза
 - 29 — Промежуточный состав
 - 30 — Гильза с покрытием

Рисунок 1.1 – Технологическая схема нанесения предохранительного покрытия на гильзы

1.2 Схема информационно-материальных потоков

На основании технологического процесса нанесения предохранительной оболочки на гильзы составим схему движения материальных потоков. Схема движения материальных потоков представлена на рисунке 1.2.

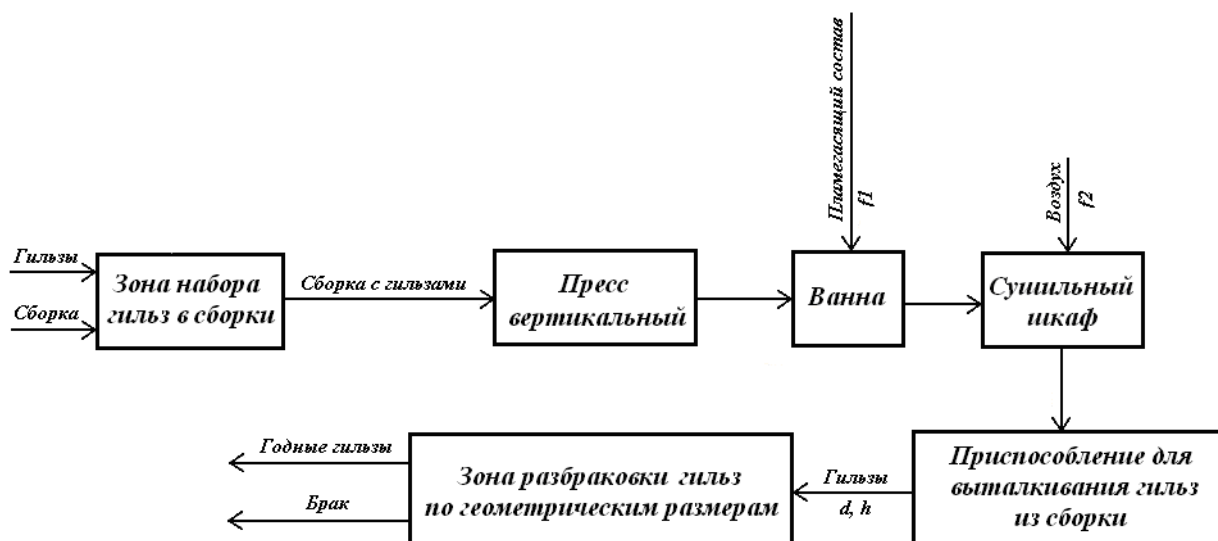


Рисунок 1.2 – Схема информационно-материальных потоков процесса нанесения предохранительного покрытия на гильзы

На основе схемы движения материальных потоков определим параметры для сигнализации, контроля и управления. Параметры сведем в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Перечень параметров сигнализации, контроля и управления

Параметр	Точка технологического процесса	Процесс контроля	Диапазон измеряемой величины	Допустимая погрешность измерений
Температура	Сушильный шкаф	Контроль, управление	85...120 °С	1%
Расход	Трубопровод подачи пламегасящего состава в ванну	Контроль, управление	43...43,8 м ³ /час	1%

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

Продолжение таблицы 1.1

Параметр	Точка технологического процесса	Процесс контроля	Диапазон измеряемой величины	Допустимая погрешность измерений
Расход	Трубопровод подачи воздуха в сушильный шкаф	Контроль, управление	200...215 м ³ /час	2%
Уровень	Ванна	Контроль, сигнализация	1,45...1,5м	1%
Концентрация	Ванна	Контроль, сигнализация	35...37%	1%
Диаметр	Зона разбраковки гильз по геометрическим размерам	Контроль, сигнализация	7,55...7,75мм	2%
Высота	Зона разбраковки гильз по геометрическим размерам	Контроль, сигнализация	5,4...5,6 см	2%
Время	Сушильный шкаф	Контроль, сигнализация	45...50мин	3%

Анализируя выбранные параметров управления, составляем структурную схему системы управления (рис.1.3).

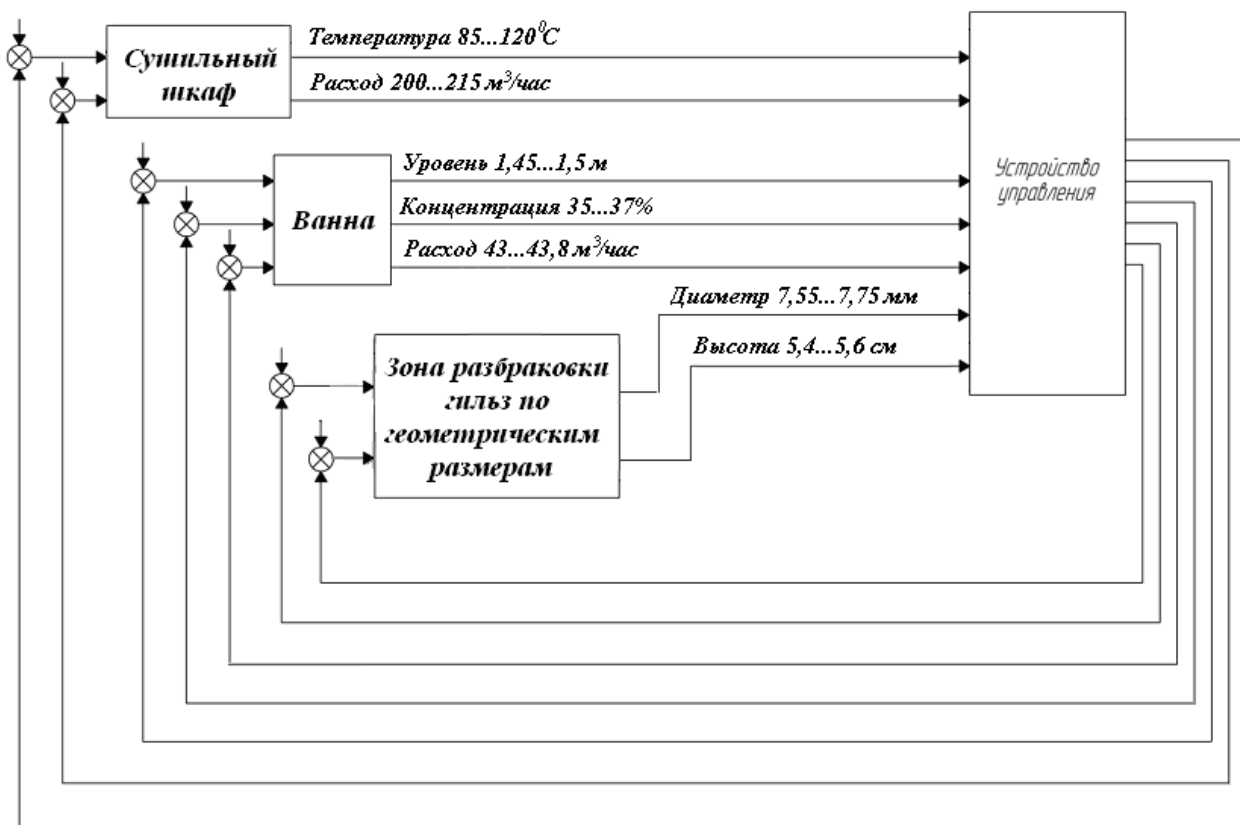


Рисунок 1.3 - Структурная схема системы управления

2 ВЫБОР КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ

При выборе регулирующих величин определяют целевое назначение процесса, взаимосвязь его с другими процессами, показатель эффективности и значение, на котором он должен поддерживаться. После чего анализируется вероятность поступления возмущающих воздействий в объект управления. Определяются пути устранения возмущения или их стабилизации.

Внедрение автоматических средств контроля и сигнализации позволяет обеспечить необходимую безопасность технологического процесса.

Анализируя схему движения материальных потоков системы управления процессом нанесения предохранительного покрытия на гильзы, определены следующие точки контроля, управления и сигнализации:

2.1 Температура в сушильном шкафу

Для предотвращения перегрева пламегасящего состава, нанесённого на гильзы, в сушильном шкафу необходимо поддерживать температуру в пределах 85...120°C.

Для управления температурой в сушильном шкафу может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.1.

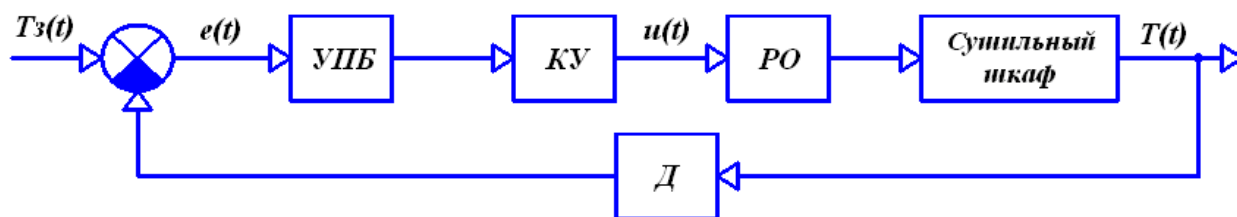


Рисунок 2.1 – Структурная схема контура управления температурой в сушильном шкафу

Измеряемая температура в сушильном шкафу ($T(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе с сигналом задания ($T_z(t)$) поступает на элемент сравнения. Результирующий сигнал ($e(t)$) подаётся на усилительно-

преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на корректирующее устройство (КУ), или регулятор. С КУ управляющий сигнал ($u(t)$) поступает на регулирующий орган (РО), который оказывает воздействие на данный объект управления (сушильный шкаф).

2.2 Расход пламегасящего состава в ванне

Следует поддерживать расход пламегасящего состава в пределах 43...43,8 м³/час, так как от его количества зависит качество предохранительной оболочки гильзы.

Для управления расходом пламегасящего состава может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.2.

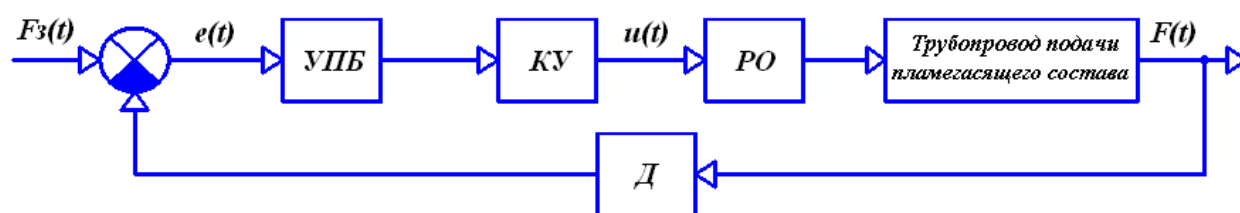


Рисунок 2.2 - Структурная схема контура управления расходом пламегасящего состава

Измеряемый расход пламегасящего состава в трубопроводе его подачи в ванну ($F(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе с сигналом задания ($Fz(t)$) поступает на элемент сравнения. Результирующий сигнал ($e(t)$) подаётся на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на корректирующее устройство (КУ), или регулятор. С КУ управляющий сигнал ($u(t)$) поступает на регулирующий орган (РО), который оказывает воздействие на данный объект управления (трубопровод подачи пламегасящего состава).

Контур аналогичен для управления расходом воздуха в сушильном шкафу с той лишь поправкой, что в качестве объекта управления выступает двигатель вентилятора.

2.3 Уровень пламегасящего состава в ванне

Предельный уровень пламегасящего состава в ванне составляет 1,5 метра, а уровень, необходимый для нормального протекания технологического процесса, составляет 1,45 метра. Следует контролировать уровень состава в ванне во избежание его перелива с одной стороны и поддержания необходимого объёма с другой.

Для контроля уровня пламегасящего состава в ванне может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.3.

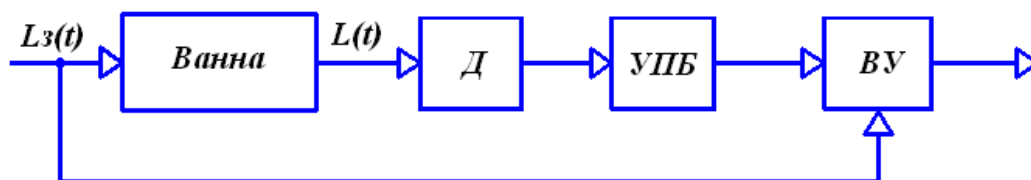


Рисунок 2.3 - Структурная схема контура контроля уровня пламегасящего состава в ванне

Измеряемый уровень пламегасящего состава в ванне ($L(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе поступает на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на вычислительное устройство (ВУ). Также на вычислительное устройство поступает сигнал задания ($L_z(t)$).

2.4 Концентрация сернокислого калия в пламегасящего составе

Необходимо поддерживать концентрацию калия сернокислого в пламегасящем составе в пределах 35...37 %, так как от этого зависят качественные характеристики предохранительного состава.

Для контроля концентрации сернокислого калия в пламегасящем составе в ванне может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.4.

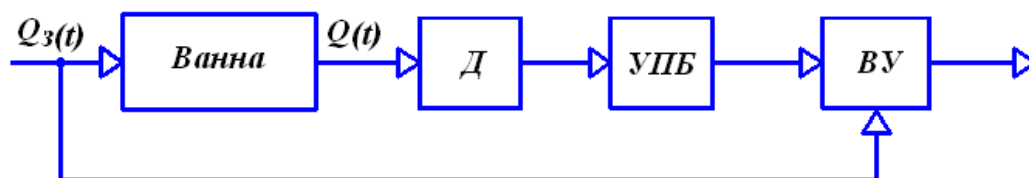


Рисунок 2.4 - Структурная схема контура контроля концентрации сернокислого калия в пламегасящем составе

Измеряемая концентрация сернокислого калия в пламегасящем составе в ванне ($Q(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе поступает на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на вычислительное устройство (ВУ). Также на вычислительное устройство поступает сигнал задания ($Q_3(t)$).

2.5 Скорость вращения вала двигателя вертикального пресса

Для управления скоростью вращения вала двигателя вертикального пресса может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.5.

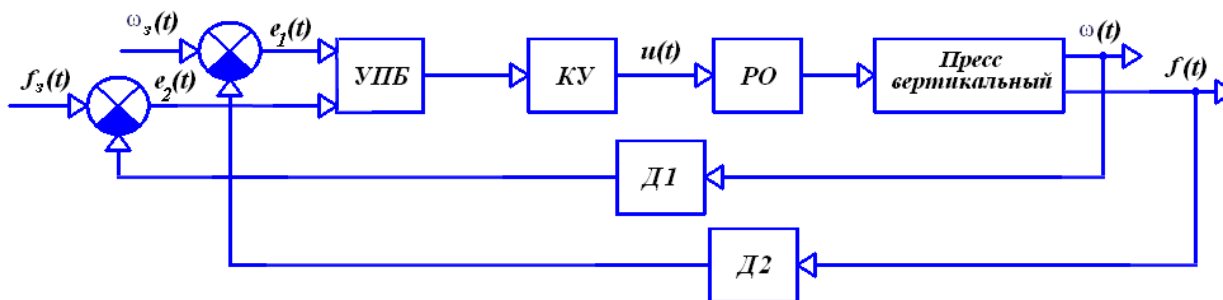


Рисунок 2.5 - Структурная схема контура управления скоростью вращения вала двигателя вертикального пресса

Измеряемые скорость вращения вала двигателя пресса ($\omega(t)$) и усилие ($f(t)$), создаваемое в загрузочном устройстве пресса, воздействует на датчики Д1 и Д2 соответственно. Сигналы с датчиков вместе с сигналами задания ($\omega_3(t)$ и $f_3(t)$) поступают на элементы сравнения. Результирующие сигналы ($e_1(t)$ и $e_2(t)$) подаются на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

очередь передаёт унифицированный сигнал на корректирующее устройство (КУ), или регулятор. С КУ управляющий сигнал ($u(t)$) поступает на регулирующий орган (РО), который оказывает воздействие на данный объект управления (пресс вертикальный).

Контур аналогичен для управления скоростью вращения вала двигателя приспособления для выталкивания гильз из сборки.

2.6 Скорость вращения вала двигателя ленточного транспортёра №1

Для управления скоростью вращения вала двигателя ленточного транспортёра №1 может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.6.

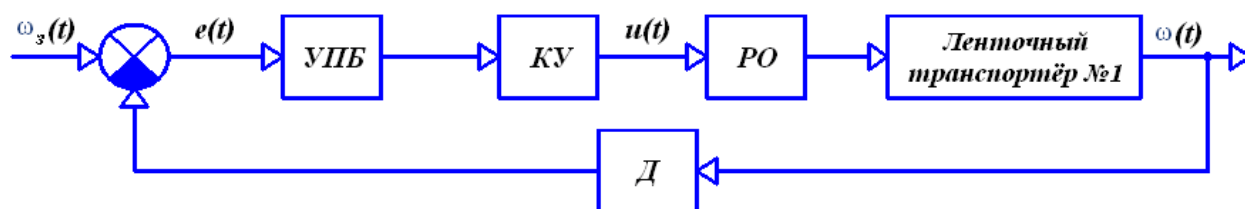


Рисунок 2.6 - Структурная схема контура управления скоростью вращения вала двигателя ленточного транспортёра №1

Измеряемая скорость вращения вала двигателя транспортёра ($\omega(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе с сигналом задания ($\omega_з(t)$) поступает на элемент сравнения. Результирующий сигнал ($e(t)$) подаётся на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на корректирующее устройство (КУ), или регулятор. С КУ управляющий сигнал ($u(t)$) поступает на регулирующий орган (РО), который оказывает воздействие на данный объект управления (ленточный транспортёр №1).

Контур аналогичен для управления скоростью вращения вала двигателя ленточного транспортёра №2, цепного транспортёра и системы кулачков механизма вертикального перемещения ванны с пламегасящим составом.

3 ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ И ЗАЩИТЫ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Приняв во внимание особенности ТП нанесения предохранительного покрытия на гильзы, топологию объекта, и распределение функциональных элементов технологического процесса по предприятию, выбираем 2-х уровневую систему управления. Данный технологический процесс является взрыво- и пожароопасным, поэтому принципиально важными критериями выбора средств автоматизации (в частности нижнего уровня) выступают их точность, надёжность и защищённость. Точность измерений в данном технологическом процессе имеет наивысший приоритет. Для избегания конфликтов в протоколе RS-485 на одном объекте следует стараться использовать средства автоматизации, выпускаемые одним производителем.

3.1 Нижний уровень автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Нижний уровень должен решать задачи сбора информации с датчиков технологических параметров, контроль исправности датчиков и линий связи, контроль параметров и сигнализация об отклонениях их за допустимые технологические пределы, а также передает их в АСУ верхнего уровня.

3.1.1 Выбор датчиков

3.1.1.1 Датчики температуры

Контроль температуры в данном ТП производится в сушильном шкафу. Так как диапазон измеряемой температуры невелик, будем использовать термопреобразователь сопротивления ДТС. Целесообразно совместно с термопреобразователем применять нормирующий преобразователь. Измерение температуры происходит во взрывоопасной зоне, поэтому в канал связи между датчиком и контроллером необходимо установить искрозащитный барьер.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Термопреобразователи ДТС во взрывозащищенном исполнении предназначены для непрерывного измерения температуры различных рабочих сред (пар, газ, вода, сыпучие материалы, химические реагенты и т.п.), не агрессивных к материалу корпуса датчика. Могут применяться для измерения температуры взрывоопасных смесей газов, паров, а также легковоспламеняющихся и взрывчатых веществ.

Сравним характеристики некоторых термопреобразователей сопротивления приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Основные технические характеристики термопреобразователей сопротивления ДТС

Наименование	Тип	Номинальная статическая характеристика (НСХ)	Класс допуска	Встроенный нормирующий преобразователь (НП) в 4...20 мА	Диапазон измеряемых температур	Допустимые отклонения
Овен ДТС	XX 4	50М 100М	А; В; С	-	- 50...150 ⁰ С	±2,5 ⁰ С
		50П 100П Pt100		-	50...250 ⁰ С	±0,0075 Т
Овен ДТС	XX 5	50М 100М	А; В; С	+	- 50...180 ⁰ С	±2,5 ⁰ С
		50П 100П Pt100		-	50...500 ⁰ С	±0,005 Т

Для измерения температуры в сушильном шкафу наиболее подходит термопреобразователь сопротивления типа XX5, так как он имеет достаточный рабочий диапазон, приемлемую точность и встроенный нормирующий преобразователь.

Следовательно, для сушильного шкафа применим термопреобразователь сопротивления марки: ОВЕН ДТС055-50М.В3.60/1.Ех-Т6.

Данный термометр сопротивления медный 50М, модель 055, класс допуска В, с трехпроводной схемой соединений, длина монтажной части 60 мм, длина кабельного вывода 1 м, во взрывозащищенном исполнении, температурный класс Т4 (температура контролируемой среды до 80 °С).

Внешний вид выбранного датчика температуры представлен на рисунке 3.1.

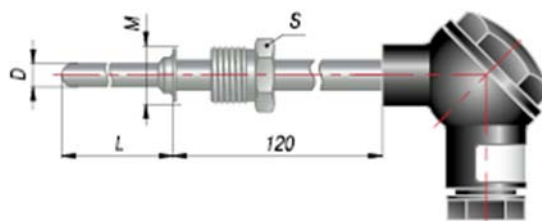


Рисунок 3.1 – Датчик температуры ОВЕН ДТС055-50М.В3.60/1.Ех-Т6

3.1.1.2 Датчики уровня

Для измерения уровня пламегасящего состава в ванне возможно использование следующих датчиков:

а) Преобразователь (датчик) давления гидростатического СМХ-ДГ 5520

Предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого параметра - давления гидростатического ДГ нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи. Выпускаются во взрывозащищенном исполнении.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.2.

б) Датчик гидростатического давления САПФИР 22 ДГ 2520

Датчик САПФИР 22 ДГ используют в системах АСУТП для измерения гидростатического давления топлива, воды, жидкостей, газа или пара, что позволяет контролировать расход и уровень этих сред, а также для непрерывной передачи измеряемых значений в виде стандартного выходного токового сигнала на вторичную аппаратуру регистрации данных либо исполнительные механизмы.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.2.

в) Поплавковый датчик уровня ОВЕН ПДУ-И

Датчик уровня ОВЕН ПДУ-И предназначен для измерения уровня, а также для непрерывной передачи измеряемых значений в виде стандартного выходного токового сигнала на вторичную аппаратуру регистрации данных либо исполнительные механизмы. Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Сводная таблица характеристик датчиков уровней

Название датчика	Функциональные особенности	Диапазон измерений	Основная погрешность	Выходной сигнал	Стоимость, грн
СМХ-ДГ 5520	Преобразователь гидростатического давления	0...10 кгс/см ²	0,15 %	0-5 мА, 4-20 мА	3900
САПФИР 22 ДГ 2520	Датчик гидростатического давления	0...15 кгс/см ²	0,25 %	0-5 мА, 4-20 мА	3750
ОВЕН ПДУ-И	Датчик уровня	0...2 м	0,1 %	4-20 мА	3200

Сравнив технические характеристики датчиков уровня, а так же их стоимость можно сделать вывод, что, так как высокая точность измерения не требуется и, приняв во внимание принцип выбора датчиков, то выбрали датчик с минимальной стоимостью и относительно небольшой величиной погрешности ОВЕН ПДУ-И.2000.

Внешний вид датчика уровня представлен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Датчик уровня ПДУ-И.2000

3.1.1.3 Датчики концентрации

Для измерения концентрации калия сернокислого пламегасящем составе в ванне возможно использование следующих датчиков:

а) Автоматический цифровой концентратомер КР-1

Конструктивно прибор состоит из блока управления, блока датчиков, соединительного кабеля. Результаты измерения концентрации высвечиваются на цифровых табло блока управления. Прибор производит пересчет значений концентрации в единицах МДСВ (массовая доля сухого вещества) или в единицах плотности раствора. Данные измерений могут быть переданы на самописцы (сигнал 4-20 мА).

Базовые модели прибора отградуированы на водные растворы хлорида натрия NaCl, едкого натра NaOH (каустическая сода), серной кислоты H₂SO₄, тринатрийфосфата Na₃PO₄. Прибор также можно отградуировать на другие химические вещества, применяемые в технологических процессах предприятий.

Применение прибора на предприятиях обеспечивает следующие преимущества:

- измерение концентрации вещества без предварительного отбора проб, транспортирования и обработки проб раствора, что особо важно, когда идет речь об агрессивных средах, средах, нагретых до высоких температур или которые содержат летучие вещества;
- полная автоматизация процесса измерения;
- экспрессность анализа, поскольку время измерения не превышает несколько секунд;
- объективность анализа, поскольку устраняется зависимость результатов от квалификации оператора.

Б) Датчик концентрации SmartLX (производитель Metso)

К основным особенностям данного датчика относятся:

- Два аналоговых выхода 4-20 мА и интерфейс RS485.
- ЖК-дисплей, 3 строки по 12 символов.
- Полная настройка устройства через ПО под ОС Windows™.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

- Измерение проводимости, % концентрации раствора, солёности и температуры.
- IP66 корпус из нержавеющей стали.
- Безэлектродный съёмный датчик проводимости.
- Сопротивление тепловым всплескам до 135 °С при паровой стерилизации.
- Быстрый отклик температуры $t_{90} < 10$ сек.
- Может быть настроен и откалиброван ещё до продажи.
- Один датчик - много применений.
- Недорогой кабель подключения.
- Работает на низком напряжении.
- Прост в установке.
- Выбор технологических соединений датчика.

Простая и надёжная конструкция датчика концентрации SmartLX позволяет надёжно измерить концентрацию в процессе производства термо-механической массы без текущего технического обслуживания. SmartLX работает в электромагнитном диапазоне, близком к инфракрасному, используя способность волокон рассеивать и поглощать свет. Этот принцип измерения был разработан специально для процесса термо-механической массы, где силы, вызванные потоком волокна, слишком малы, чтобы быть обнаруженными датчиками, основанными на усилении сдвига.

На SmartLX не влияют изменения скорости потока и, таким образом, он может быть установлен как в ламинарном, так и в турбулентном потоке. Его компенсационная способность обеспечивает, чтобы изменения температуры целлюлозы или его электронных компонентов не прерывали и не искажали измерений концентрации.

Сравнив технические характеристики датчиков концентрации, выбираем более надёжный и удобный в эксплуатации датчик, т.е. SmartLX.

Внешний вид датчика концентрации представлен на рисунке 3.3.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29



Рисунок 3.3 – Датчик концентрации SmartLX

3.1.1.4 Датчики расхода

3.1.1.4.1 Датчики расхода жидкостей

Для измерения расхода пламегасящего состава, возможно использование следующих счетчиков:

а) Электромагнитный расходомер DMH-R (EP-R)

Расходомер фирмы KOBOLD серии DMH-R (EP-R) предназначен для измерения и контроля объёмного расхода жидкостей, суспензий, паст и других электропроводящих материалов без потери давления.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.3.

б) Электромагнитный расходомер Promag 55S

Promag 55S - электромагнитный расходомер для двунаправленного измерения расхода жидкости с минимальной электропроводностью ≥ 5 мкСм/см - в частности, жидкости с содержанием взвесей, абразивных жидкостей, неоднородных и жидкостей с тенденцией к налипанию.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Сводная таблица характеристик расходомеров

Наименование	Диапазон измерений	Основная погрешность	Выходной сигнал	Стоимость, грн
DMH-R (EP-R)	0,4...2500 м ³ /час	±0,5 %	4-20 мА	12000
Promag 55S	0...9600 м ³ /час	±0,1 %	4-20 мА	15000

Сравнив технические характеристики счетчиков расхода, а так же их стоимость можно сделать вывод, что датчик Promag 55S обладает более высокой точностью измерений, что более необходимо в данной системе.

Внешний вид расходомера представлен на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 - Внешний вид расходомера Promag 55S

3.1.1.4.2 Датчики расхода воздуха

Для измерения расходов газов, возможно использование следующих счетчиков:

а) Счетчик TRZ G400

Предназначен для измерения расходов газов и выдачу сигнала измерительной информации. Используются в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и предназначены измерения и выдача унифицированного выходного сигнала 4... 20мА, 0... 5 мА.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.4.

б) Вихревой расходомер-счетчик газа ВРСГ-1

Предназначен для измерения расходов газов. Используется в системах автоматического контроля и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Сводная таблица характеристик расходомеров

Наименование	Диапазон измерений	Основная погрешность	Выходной сигнал	Стоимость, грн
TRZ G400	0...400 м ³ /час	±0,5 %	4-20 мА	18000
ВРСГ-1	14...5000 м ³ /час	±0,1 %	4-20 мА	16000

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

Сравнив технические характеристики счетчиков расхода, а так же их стоимость можно сделать вывод, что счетчик ВРСГ-1 обладает более высокой точностью измерений, и меньшей стоимостью, что более необходимо в данной системе.

Внешний вид расходомера-счетчика представлен на рисунке 3.5.



Рисунок 3.5 - Внешний вид счетчика ВРСГ-1

3.1.1.5 Выбор датчиков «наличия/отсутствия» заготовки

Для определения «наличия/отсутствия» заготовки в загрузочных устройствах пресса вертикального и приспособления для выталкивания гильз из сборки применимы тактильные датчики.

Возможно использование следующих тактильных датчиков:

а) Тактильный датчик Arduino TTP224

Особенности данного датчика:

- *4-х канальный цифровой сенсорный датчик Arduino TTP224.
- *4 уровня правления индикатор состояния.
- *Размер платы: 35 мм * 35 мм (1.38 "x 1.38") L * W.
- *Рабочее напряжение: 2.4 В ~ 5.5 В.
- *Вес: 7г.

б) Тактильный датчик MPR121

Особенности указанного датчика:

- * Ёмкостный сенсорный датчик MPR121
- *4 уровня правления индикатор состояния
- *Рабочее напряжение: 12 В.
- *Интерфейс I2C.
- *Размер: 3x2 см.

Сравнив технические характеристики указанных тактильных датчиков, можно сделать вывод, что датчик Arduino TTP224 более простой в эксплуатации, поэтому выбираем его.

Внешний вид датчика представлен на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 - Внешний вид датчика Arduino TTP224

3.1.1.6 Выбор датчиков угловой скорости

Для измерения угловой скорости вращения проводов ленточных и цепного транспортёров, системы кулачков механизма вертикального перемещения ванны с пламегасящим составом., прессы вертикального и устройства для выталкивания гильз из сборки возможно использование следующих датчиков:

а) Датчик угловой скорости DI0001 (производитель SIBA)

Компактный монитор скорости для мониторинга импульсов (падение ниже установленного значения). Датчик и электроника оценки, встроенная в корпус М30 х 1.5. Регулировка точки переключения посредством потенциометра. Начальное время сохранения энергии и гистерезис задаются предварительно. Функциональный дисплей на основе 2 СИД.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.5.

б) Датчик угловой скорости BMA150 (производитель BOSCHSEN)

Трехосевой, $\pm 2/4/8$ g датчик угловой скорости с SPI/I2C интерфейсом.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Сводная таблица характеристик датчиков угловой скорости

Наименование датчика	Заданный диапазон	Выход	Конструкция	Рабочая температура	Рабочее напряжение	Степень защиты
DI0001	5...300 импульсов/мин	замы- каю- щий кон- такт	2- про- вод- нико- вый	-25...+80 °С	20...250 V	IP 67
ВМА150	3..300 Импуль- сов/мин	замы- каю- щий кон- такт	2- про- вод- нико- вый	-40...+135 °С	4.75...5.25 V	IP 67

Сравнив технические характеристики датчиков угловой скорости, можно сделать вывод, что датчик DI0001 обладает более высокой точностью измерений, что существенно в данной системе.

3.1.1.7 Выбор толщиномера

Для операции разбраковки гильз по геометрическим размерам можно использовать толщинометры, среди которых возможны следующие варианты:

а) Толщиномер покрытий ТМИ-200МГ4

Толщиномер ТМИ-200МГ4 со встроенным индукционным датчиком предназначен для измерения неразрушающим методом толщины изоляционных (лакокрасочных, мастичных, битумных, пластиковых, радиопоглощающих и др.) и электропроводящих неферромагнитных (цинковых, хромовых, медных, оловянных, алюминиевых и др., кроме никелевых электролитических) покрытий на электропроводящих ферромагнитных основаниях с использованием встроенного индукционного преобразователя.

В толщиномере имеется возможность ввода поправочных коэффициентов по известному диаметру, возможность настройки нуля и измеряемого диапазона по прилагаемым мерам толщины. Введенные настройки сохраняются в памяти прибора при выключении питания.

Толщиномер имеет энергонезависимую память на 500 результатов измерений, часы реального времени, связь с ПК через USB порт.

Основные характеристики толщиномера приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Основные характеристики толщиномера ТМИ-200МГ4

Диапазон измеряемых толщин покрытий, мм	1...20
Погрешность измерения, %	± 0,2...0,5
Диапазон рабочих температур, °С	- 5...+ 40
Напряжение питания прибора от сети частотой 50 Гц, В или от встроенной АКБ	220
Время измерения в одной точке, не более, с	3
Габаритные размеры, мм	160x70x30
Масса, кг, не более	0,35

б) Толщиномер ультразвуковой ТЭМП-УТ1

Диапазон измеряемых толщин 0,5...800 мм.

Измерение толщины производится контактным способом, путём прижима ультразвукового преобразователя к поверхности контролируемого объекта с использованием контактной жидкости (вода, глицерин, спирт, масло, консистентные смазочные материалы и т.д.). Объекты измерений – листы, стенки сосудов, котлов, труб, трубопроводов, изделия различного назначения, в том числе с окрашенными или корродированными поверхностями, в процессе их изготовления, эксплуатации или ремонта.

Функционал толщиномера:

- Возможность использования практически любых прямых раздельно-совмещённых преобразователей для толщиномеров без дополнительной настройки прибора;
- Встроенный образец толщины, удобная калибровка прибора на образцах с известной толщиной, возможность измерения скорости ультразвука в образцах;
- Экономичность – работа на одном комплекте батарей – около 1 года при использовании режимов работы без подсветки;
- Индикатор остаточного ресурса батареи, автоматическое отключение;
- Высококонтрастный специализированный жидкокристаллический индикатор с подсветкой, обеспечивающий возможность работы в условиях плохой освещённости;
- Широкий диапазон рабочих температур – от минус 30°C до +70°C;
- Запоминание 1000 результатов измерений в памяти прибора (файловая система – 10 файлов по 100 результатов) с возможностью их просмотра на индикаторе прибора, вывода на компьютер через высокоскоростной порт USB или через RS232, распечатки на принтере в виде специального протокола и сохранения в виде файла;
- Автоматическое сохранение последней настройки на преобразователь после выключения и последующего включения прибора;
- Дискретность измерений 0,1 или 0,01 мм;
- Режим фиксации минимума толщины;
- Программная регулировка коэффициента усиления измерительного тракта и уровня отсечки в широких пределах – для настройки разных преобразователей;
- Отключаемый цифровой фильтр, обеспечивающий точность и стабильность измерений;
- Возможность восстановления установок по умолчанию.

Проанализировав технические характеристики данных толщиномеров, можно сделать вывод, что толщиномер ТЭМП-УТ1 обладает более высокой точностью, а также лучшей защищённостью, что очень важно в данной системе.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Внешний вид толщиномера представлен на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 - Внешний вид толщиномера ультразвукового ТЭМП-УТ1

3.1.2 Преобразователи

3.1.2.1 Преобразователи частоты

В процессе досыла гильз в сборки и при выталкивании их из необходимо поддерживать на определённом уровне усилие нажима, также необходимо поддерживать на определённом уровне скорость перемещения транспортёров и скорость вращения вала двигателя вентилятора подачи воздуха в сушильный шкаф. Процесс поддержания усилия нажима и скоростей движения на одном уровне осуществляется за счет регулирования частоты вращения двигателей пресса вертикального, приспособления выталкивания гильз из сборок, ленточных и цепного транспортёров и вентилятора 4A90L2У3 средствами преобразователя частоты. Возможно использование следующих преобразователей частоты:

а) Преобразователь частоты ОВЕН ПЧВ3-2К2-Б

В ПЧВ3 (рис. 3.8) возможности взаимодействия преобразователя с другими устройствами системы частотного управления приводом значительно расширены за счет увеличения количества дискретных и аналоговых выходов. ПЧВ3 имеют два релейных и два аналоговых токовых выхода, которые при необходимости могут использоваться как цифровые. Это расширяет возможности использования ПЧВ в системах каскадного управления насосами, а также улучшает организацию работы дополнительных систем автоматики.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

В ПЧВЗ значительно расширены функциональные возможности, а именно режимы: «пожарный», «спящий» и контроль «обрыва ремня» с выполнением специальных алгоритмов работы приводов.



Рисунок 3.8 – Преобразователь частоты ОВЕН ПЧВЗ-2К2-Б

Помимо интерфейса Modbus ПЧВЗ поддерживает несколько дополнительных интерфейсов для более удобной интеграции в системы интеллектуального здания, а именно: BACNet, Metasys N, FLN Apogee. Заводские настройки «по умолчанию» позволяют пользователю с минимальными затратами опробовать работу привода в ручном и автоматическом режимах после ввода основных параметров АД.

б) Преобразователи частоты серии FR-F740-00023-EC Mitsubishi Electric (рис. 3.9)

Основными особенностями данного ПЧ являются

- * полный контроль и повышенная защита электродвигателя;
- * запуск при вращающейся нагрузке;
- * оптимальное согласование характеристики крутящего момента с характеристикой механизма;
- * управление несколькими вентиляторами или насосами;
- * локальное ПИД-регулирование и опции подключения к сети обмена данными;
- * экономия энергии свыше 60% благодаря технологии ОЕС;
- * большой срок службы при упрощенном техобслуживании.



Рисунок 3.9 – Преобразователь частоты FR-F740-00023-EC Mitsubishi Electric.

Основные характеристики преобразователей частоты приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Основные характеристики преобразователей частоты

Изготовитель	ОВЕН	Mitsubishi Electric
Наименование	ПЧВЗ-2К2-Б	FR-F740-00023-EC
Диапазон мощности	0,37-90 кВт	0,75...630 кВт
Питание	3-фазное 380-480В	3-фазное 380-480В
Выходная частота	0...200 Гц	0...400 Гц
Цена	15000 грн	16500 грн

Сравнив технические характеристики преобразователей частоты, можно сделать вывод, что оба преобразователя одинаково подходят. И хотя преобразователь FR-F740-00023-EC имеет больший диапазон мощностей и выходной частоты, предпочтение отдано преобразователю ПЧВЗ, так как он имеет достаточный диапазон выходной частоты для данного измерения, и значительно меньшую стоимость – поэтому следует использовать преобразователь частоты ПЧВЗ-2К5-Б.

3.1.2.2 Твердотельные реле

Для сопряжения корректирующего устройства (регулятора) с такими исполнительными механизмами данной схемы, как регулирующие клапаны трубопроводов и нагревательный элемент в сушильном шкафу следует применять твердотельные реле частоты. Возможно использование следующих твердотельных реле:

а) Однофазное твердотельное реле KIPPRIBOR MD0544ZD3

Основные характеристики твердотельного реле KIPPRIBOR MD1044ZD3

- Оптическая изоляция (вход/выход): 2500 V AC.
- Типы управляющих сигналов: унифицированный сигнал напряжения 0...10В.
- Тип коммутации: переключение в «0».
- Максимально допустимое импульсное напряжение: 900 V AC.
- Светодиодная индикация для контроля наличия входного сигнала.
- Управляющее напряжение: 3...32 V DC.
- Номинальный рабочий ток: 10 А.

б) Твердотельные реле KIPPRIBOR HD01022.10U

Основные характеристики твердотельного реле KIPPRIBOR HD01022.10U

- Коммутация резистивной нагрузки до 30 А.
- Типы управляющих сигналов: унифицированный сигнал напряжения 0...10В.
- Диапазон коммутируемого напряжения: 10...220 VAC.
- ТТР этих серий рекомендуется применять для простых случаев непрерывного регулирования напряжения нагрузки в диапазоне от 10 В до номинального напряжения питания, пропорционально входному сигналу управления. В частности с помощью ТТР этих серий эффективно осуществлять:
 - * Регулирование мощности ТЭНов;
 - * Регулирование напряжения на лампах накаливания, например, для корректировки необходимого уровня освещенности; и т.п.

Сравнив технические характеристики указанных твердотельных реле, можно сделать вывод, что оба реле одинаково подходят, но реле HD01022.10U подходит для коммутации более мощных электрических цепей. Поэтому выбираем его (рис. 3.10).

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40



Рисунок 3.10 – Реле HD01022.10U

3.1.3 Исполнительные механизмы

3.1.3.1 Регулирующие клапаны

На взрывопожароопасных производствах предпочтительно применять исполняющие механизмы для регулирования с пневмоприводом. На трубопроводы подачи пламегасящего состава и воздуха необходимо устанавливать регулирующие пневмоклапаны.

а) Механизм исполнительный пневматический МИП-320 с пневматическим аналоговым входным сигналом

Предназначен для перемещения регулирующих и запорно-регулирующих органов для точного регулирования нейтральных и агрессивных жидкостей и газов в системах автоматического и дистанционного управления.

Основные характеристики исполнительного механизма приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Основные характеристики МИП-320

Тип	МИП-320
Рабочая среда	Сжатый воздух
Условный ход (типоразмер), мм	100, 200, 320, 400
Давление питания	от 0,4...1 МПа
Входной сигнал	0,02...0,1 МПа

б) Регулирующий поршневой пневмоклапан Burkert 2300 (рис. 3.11)

2/2-ходовой регулирующий поршневой пневмоклапан Burkert 2300 предназначен для точного регулирования нейтральных и агрессивных жидкостей и сыпучих материалов в трубопроводах с сечением Ду 13- 50 мм. Регулирующий пневмоклапан 2300 поставляется с фланцевым, резьбовым или сварным присоединениями. Благодаря параболическому конусу клапан имеет прекрасные регулирующие характеристики. Отличительной особенностью регулирующего пневмоклапана 2300 состоит в конструкции пневмопривода из нержавеющей стали. Материал уплотнения - сталь/сталь или PTFE/сталь. Температура рабочей среды: -10-+180°C.



Рисунок 3.11 – Пневмоклапан Burkert 2300

Для трубопровода подачи пламегасящего состава наиболее подходит модификация ИО 2301-А-50-PTFE-VA, а для трубопровода подачи воздуха - модификация ИО 2301-А-20-PTFE-VA.

Выбираем пневмоклапан Burkert 2300, так как он более удобен в использовании.

Для пневмоклапана Burkert 2300 электропневматический позиционер Burkert 8696.

Цифровой электропневматический позиционер Burkert 8696 (рис. 3.12) разработан специально для регулирующих пневмоклапанов Burkert 23XX/2103 с приводом Ø 50 мм. Позиционер 8696 изготовлен из нержавеющей стали и полисульфона, что позволяет использовать его в СІР-процессах. Позиционер 8696 не имеет индикации. Настройка основных параметров при помощи

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

ДИП-переключателей. Напряжение питания 24В постоянного тока, входной сигнал 4-20мА или 0-10В.



Рисунок 3.12 – Электропневматический позиционер Burkert 8696

3.2 Верхний уровень автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Верхний уровень АСУ выполняет функции диалогового взаимодействия с оператором, включающие в себя отображение, накопление и анализ данных.

Основные функции управления, реализуются на основе подбора необходимых технических средств. Главной задачей выбора технических средств является проверка сопряжения каналов управления контроллера с приводами.

На основании изложенных данных выдвинем требования к портам контроллера (табл. 3.9).

Таблица 3.9 - Требования к портам контроллеру

Сигналы	Количество сигналов
Аналоговые входные	6
Дискретные входные	12
Аналоговые выходные	7
Дискретные выходные	11

Для реализации управления данным процессом применим ОВЕН ПЛК 100 с модулями расширения.

3.2.1 Контроллер

Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК 100 (рис. 3.13) предназначен для создания систем управления малыми и средними объектами, построение систем диспетчеризации, построение системы управления и диспетчеризации на базе ОВЕН ПЛК возможно как с помощью проводных средств – используя встроенные интерфейсы Ethernet, RS-232, RS-485, так и с помощью беспроводных средств – используя радио, GSM, ADSL модемы.



Рисунок 3.13 – ОВЕН ПЛК 100

Основные технические характеристики прибора ОВЕН ПЛК 100 приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Основные технические характеристики ОВЕН ПЛК 100-24.Р-М

Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN-рейку (ширина 35 мм), длина 105 мм (6U)
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания	24 В постоянного тока
Потребляемая мощность, не более	10 Вт
Центральный процессор	32-х разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9
Объем оперативной памяти	8 Мбайт
Объем энергонезависимой памяти хранения ядра	4 Мбайт
Время выполнения цикла ПЛК	Минимальное 250 мкс (нефиксированное), типовое от 1 мс

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Электрическая прочность изоляции дискретных выходов	1,5кВ
Количество дискретных входов	8
Гальваническая развязка дискретных входов	есть, групповая
Электрическая прочность изоляции дискретных входов	1,5кВ
Максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход	1 кГц при программной обработке 10 кГц при применении аппаратного счетчика и обработчика энкодера
Количество дискретных выходов	6 э/м реле
Гальваническая развязка дискретных выходов	есть, индивидуальная
Интерфейсы	Ethernet 100 Base-T RS-232 - 2 канала RS-485 USB 2.0 -Device
Скорость обмена по интерфейсам RS	от 4800 до 115200 bps
Цена с доставкой	9750,6 грн

3.2.2 Модуль ввода аналогового сигнала

Прибор предназначен для преобразования измеряемых аналоговых сигналов в цифровой код и передачи результатов измерения в сеть RS-485. Предназначается для построения автоматизированных систем сбора данных в различных областях промышленности, сельского и коммунального хозяйства, на транспорте.

Аналоговые входы прибора могут работать в следующих режимах:

измерение тока в диапазоне от 4 до 20 мА;

измерение тока в диапазоне от 0 до 20 мА;

измерение тока в диапазоне от 0 до 5 мА;

измерение напряжения в диапазоне от 0 до 10 В.

						СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			45

Прибор работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Прибор имеет следующие группы гальванически изолированных цепей:

цепи питания прибора;

цепи интерфейса RS-485;

цепи выхода встроенного источника постоянного напряжения 24 В.

Электрическая прочность изоляции всех групп цепей, исключая группу цепей питания, относительно друг друга – 750 В, относительно группы цепей питания – 3000 В.

Прибор не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор.

К прибору предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование прибора осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

Изображение прибора представлено на рисунке 3.14.



Рисунок 3.14 – ОВЕН МВ110-220.8АС

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Основные технические характеристики прибора ОВЕН МВ110 приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 - Основные технические характеристики ОВЕН МВ110-24.8АС

Наименование	Значение
Напряжение питания	24 В постоянного тока
Потребляемая мощность, ВА, не более	8
Предел основной приведенной погрешности, %	0,25
Предел дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С в пределах рабочего диапазона температур, %	0,12
Разрешающая способность: – для диапазонов токов от 4 до 20 мА и от 0 до 20 мА , мкА не более – для диапазона тока от 0 до 5 мА, мкА не более – для диапазона напряжения от 1 до 10 В, мВ, не более	4 1 2
Количество аналоговых каналов измерения	8
Входное сопротивление в режиме измерения тока от 0 до 20 мА и от 4 до 20 мА, Ом	от 130 до 250
Входное сопротивление в режиме измерения напряжения от 0 до 10 В, кОм, не менее	200
Период обновления результатов измерения по каждому каналу, мс	$5 \pm 2 \%$
Выходное напряжение встроенного источника питания, В	24 ± 3
Максимальный ток нагрузки встроенного источника питания, А	0,18
Интерфейс связи с мастером сети	RS-485
Максимальное количество приборов, одновременно подключаемых к сети RS-485, не более	32

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/с	115200
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры прибора, мм	(63x110x73)±1
Масса прибора, кг, не более	0,5
Средний срок службы, лет	8
Цена с доставкой	1960 грн

Для данного ТП необходимо 2 модуля скоростного ввода аналоговых сигналов MB110-220.8AC. Свободные 4 входа позволят в дальнейшем производить модернизацию, без добавления оборудования.

3.2.3 Модуль вывода токового аналогового сигнала

Модуль аналогового вывода ОБЕН МУ110-8 предназначен для преобразования цифровых сигналов, передаваемых по сети RS-485, в аналоговые сигналы диапазоном от 4 до 20 мА и в аналоговые сигналы диапазоном от 0 до 10 В для управления исполнительными механизмами или для передачи сигналов приборам регистрации и самописцам. МУ110 работает в сети RS-485 по протоколам ОБЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

МУ110 не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор. В качестве мастера сети могут использоваться приборы ОБЕН ТРМ151, ТРМ133, контроллеры ОБЕН ПЛК и т.п. К МУ110 предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование МУ110 осуществляется с помощью ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОБЕН АС3-М или АС4, соответственно) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

ТРМ151, ТРМ133, контроллеры ОВЕН ПЛК и т.п. К МУ110 предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование МУ110 осуществляется с помощью ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4, соответственно) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

Основные технические характеристики прибора ОВЕН МВ110-24.6У приведены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 - Основные технические характеристики ОВЕН МУ110-24.6У

Наименование	Значение
Напряжение питания	24 В постоянного тока
Потребляемая мощность, ВА, не более	6
Количество аналоговых выходных элементов	6
Тип аналоговых выходных элементов	ЦАП «параметр – напряжение 0...10 В»
Основная приведенная погрешность ЦАП, %, не более	± 0,5
Сопротивление нагрузки, подключаемое к выходу, кОм	2
Интерфейс связи с мастером сети	RS-485
Максимальное количество приборов, одновременно подключаемых к сети RS-485, не более	32
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/с	115200
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры прибора, мм	(63x110x73)±1
Масса прибора, кг, не более	0,5
Средний срок службы, лет	8
Цена с доставкой	2000 грн

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

3.2.5 Графическая панель оператора с сенсорным управлением

Для визуализации прохождения ТП, отображения текущих параметров, задания входных величин и индикации канала аварии применим сенсорную графическую панель оператора ОВЕН СП270 (рис. 3.15).



Рисунок 3.15 – ОВЕН СП270

Основные технические характеристики ОВЕН СП270 приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 - Основные технические характеристики ОВЕН СП270

Напряжение питания постоянного тока	22...26 В
Потребляемый ток	не более 0,150 А
Потребляемая мощность	не более 30 Вт (номинальное потребление 5 Вт)
Используемые интерфейсы связи	RS-232 (2 шт.), RS-485 (1 шт.)
Тип интерфейса для связи с ПЛК	RS-232, RS-485
Тип интерфейса для загрузки проекта из ПК	RS-232
Скорость передачи данных по интерфейсам	4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 115200 бит/с
Память программ (Flash-RAM)	4 Мбайт
Память данных (SD RAM)	4 кбайт
Конструктивное исполнение	корпус щитового крепления
Габаритные размеры	(200x148x44,4) ±1 мм
Степень защиты корпуса со стороны лицевой панели	IP65
Масса (с элементами крепления)	не более 0,78 кг
Тип дисплея, диагональ	цветной (TFT), 178 мм (7")
Количество отображаемых цветов	256
Разрешение дисплея	480x234 пиксела
Рабочая зона дисплея (ширина x высота)	156x88 мм
Цена с доставкой	12830 грн

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.2.6 Блок питания

Для питания модулей ввода, вывода, ПЛК и панели оператора выберем блок питания (табл. 3.15).

Таблица 3.15 – Перечень потребителей

Наименование потребителя	Потребляемая мощность, Вт
МВ110-8А	6
МВ110-8А	6
ПЛК110-32	25
МУ110-6У	6
МУ110-8Р	6
СП270	5
Итого:	54

Применим одноканальный блок питания ОВЕН БП60Б-Д4 (рис. 3.16) мощностью 60 Ватт.



Рисунок 3.16 – Одноканальный блок питания ОВЕН БП60Б-Д4.

Основные технические характеристики ОВЕН БП60Б-Д4 приведены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 - Основные технические характеристики ОВЕН БП60Б-Д4

Частота входного переменного напряжения:	47...63 Гц
Порог срабатывания защиты по току:	не более 1,5 I _{max}
Максимальная выходная мощность:	60 Вт
Рабочий диапазон температур:	-20...+50 °С
Уровень радиопомех по ГОСТ Р 51527 :	группа С
Выходное напряжение:	24 ± 1 % В
Амплитуда пульсации выходного напряжения:	120мВ
Макс. ток нагрузки I _{max} :	2,5 А
Ток потребления:	1,03...0,41 А

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.3 Разработка системы сигнализации и блокировки

Для осуществления технологической сигнализации воспользуемся блоком технологической сигнализации ПТС-64.

Блок технологической сигнализации предназначен для обобщенной и поканальной сигнализации параметров технологических процессов, значения которых в процессе работы превышают те или иные технологические уставки. Используется в локальных и комплексных системах промышленной автоматизации производственных процессов в схемах технологической и аварийной сигнализации.

Прибор технологической сигнализации ПТС-64 состоит из одного блока ПТС-2 (ведущее устройство или прибор обобщенной сигнализации) и одного или нескольких блоков ПТС-8 (ведомое устройство или прибор поканальной сигнализации).

Функциональные возможности

Выполняемые функции:

Светодиодная индикация срабатывания поканальной (ПТС-8) и обобщенной сигнализации (ПТС-2);

Подключение внешних светодиодных индикаторов (через клеммный соединитель или разъем ГТС-Б);

Выбор типа сигнала сигнализации - статический сигнал (постоянное свечение) или динамический с частотой F1 или F2. Использование F1 и F2 направлено на два различных (по тону, силе звучания) звуковых устройства;

Квитирование (снятие) сигнализации производится с помощью кнопки, подключаемой к клеммам ПТС-2;

Проверка (тестирование) сигнализации производится с помощью кнопки, подключаемой к клеммам ПТС-2.

Устройство ПТС-2 (ведущее) содержит:

Два независимых канала сигнализации переключающими контактами частоты F1 и F2;

Задатчик частоты сигналов сигнализации F1 и F2;

Узел квитирования (снятия) сигнализации;

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Узел проверки сигнализации;

Устройство ПТС-8 (ведомое) содержит:

Устройство ПТС-8 (ведомое) содержит:

Восемь независимых каналов сигнализации с возможностью по каналному выбору сигнала сигнализации и номера канала срабатывания сигнализации ПТС-2;

Подключения прибора технологической сигнализации ПТС-64 осуществляется следующим образом. К ведущему устройству ПТС-2 подключаются от одного до восьми ведомых устройств ПТС-8. Схема подключения прибора представлена на рис. 3.17.

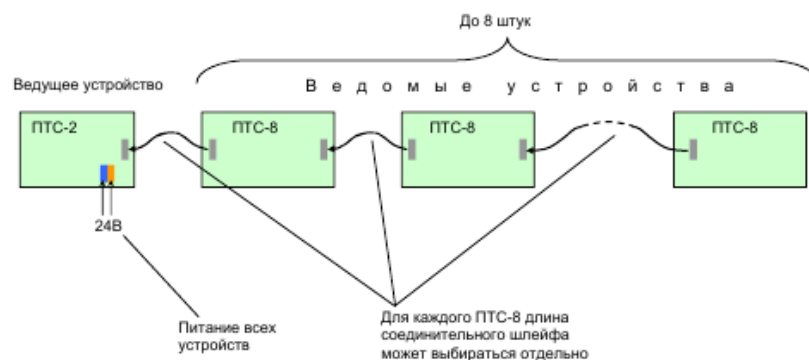


Рисунок 3.17 – Схема подключения прибора ПТС 64

Внешний вид прибора технологической сигнализации ПТС-64 представлен на рисунке 3.18.

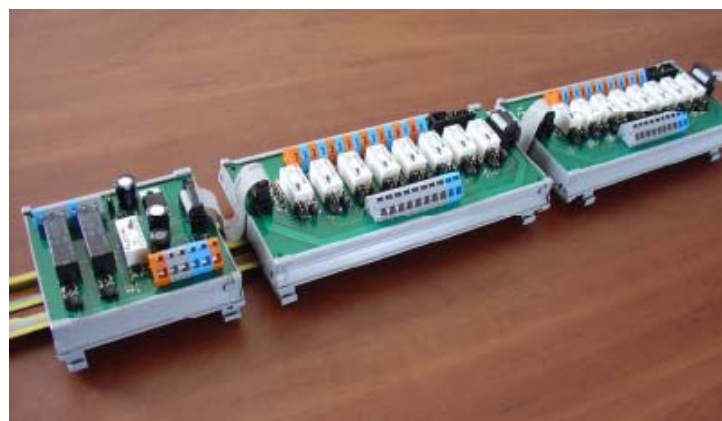


Рисунок 3.18 - Внешний вид прибора технологической сигнализации ПТС-64

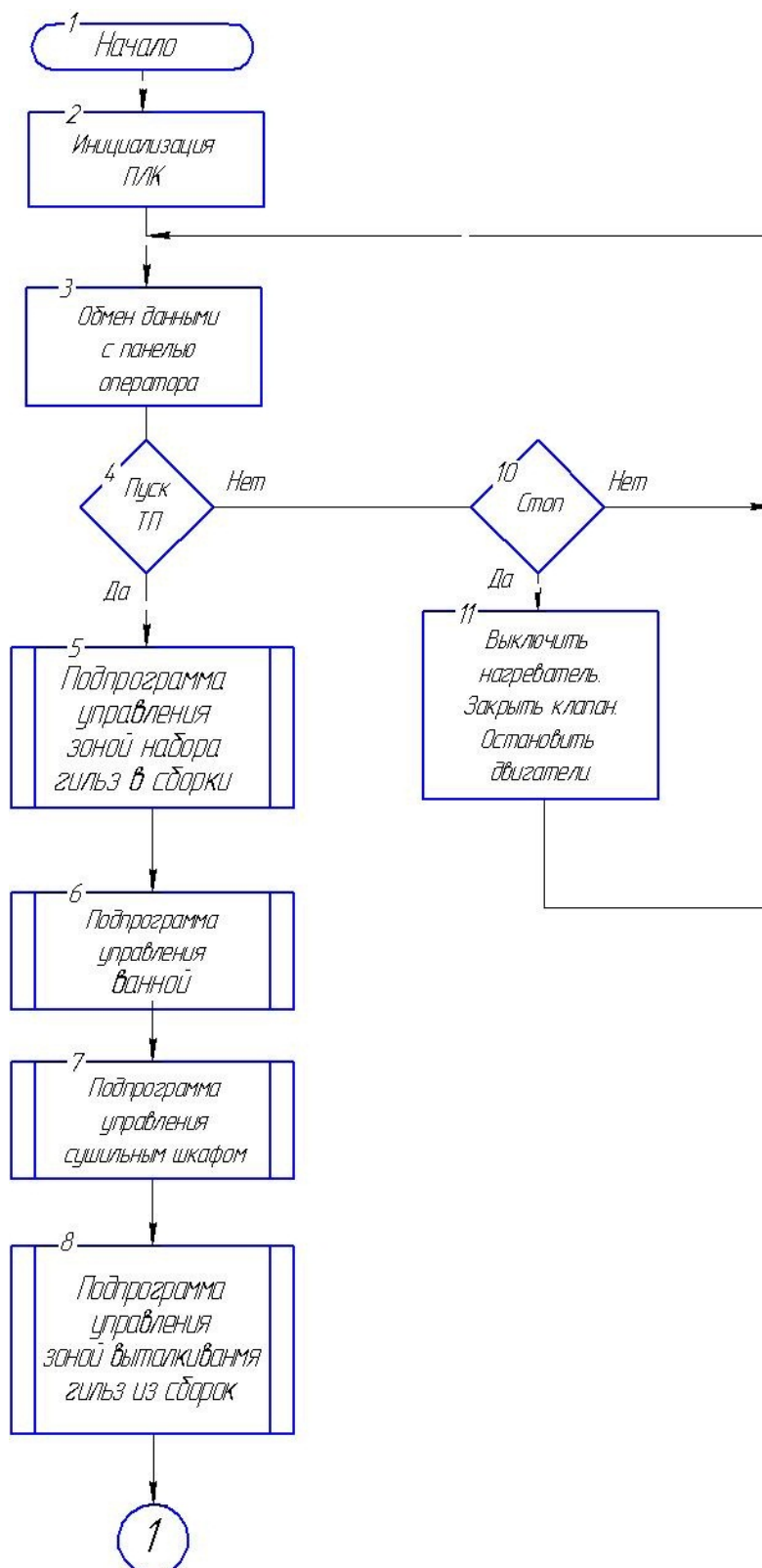
Стоимость ПЛК – 744 грн.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

На основании локальных контуров и выбранных средств автоматизации построена функциональная схема автоматизации процесса (СУЗТ-61Ш 6.050201.08.А2).

3.4 Разработка алгоритмов управления

В общем виде система работает по алгоритму, представленному на рисунке 3.19.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

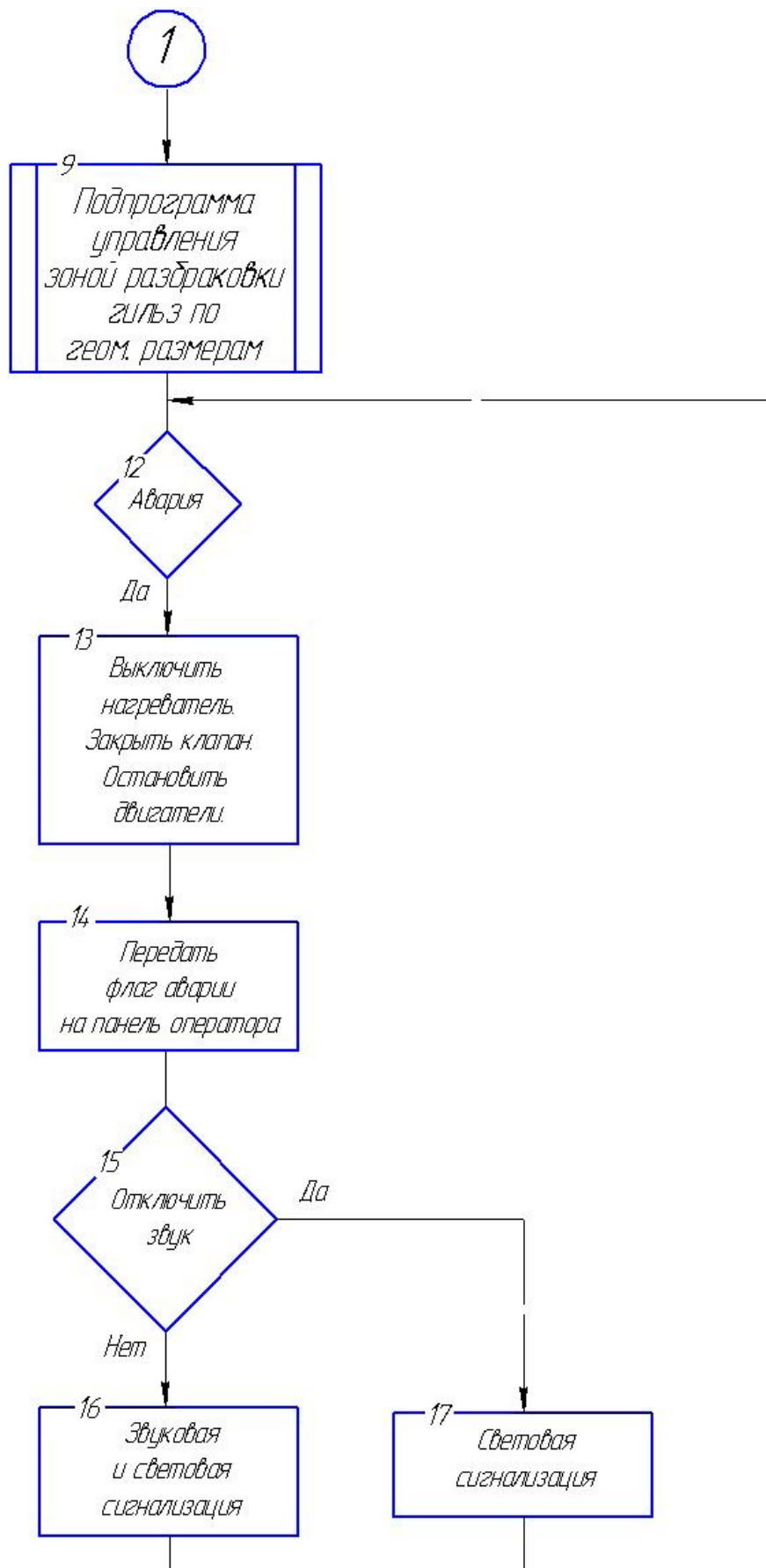


Рисунок 3.19 – Общий алгоритм работы системы

Алгоритмы отдельных подпрограмм управления приведены на рисунках 3.20-3.24.

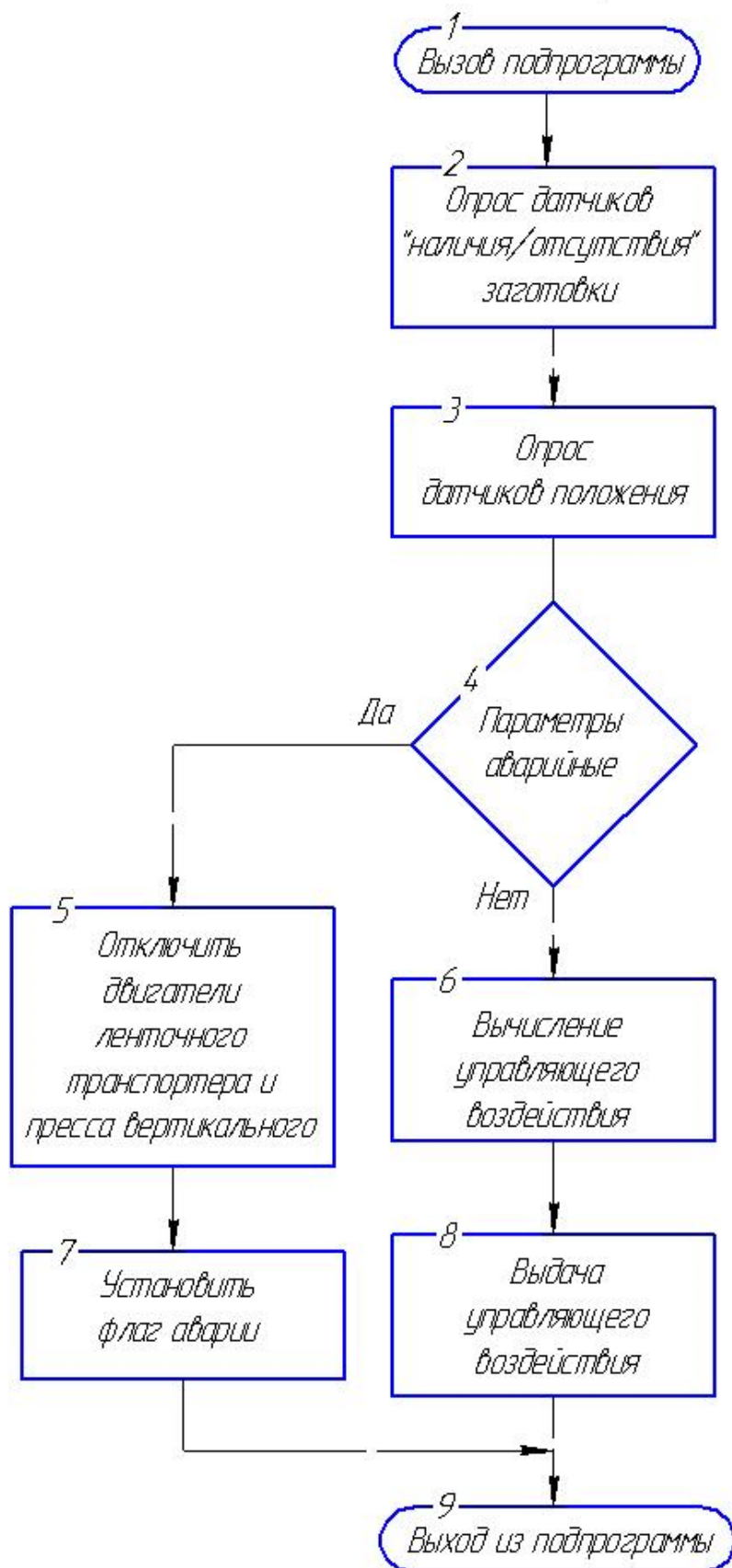


Рисунок 3.20 – Подпрограмма управления зоной набора гильз в сборки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

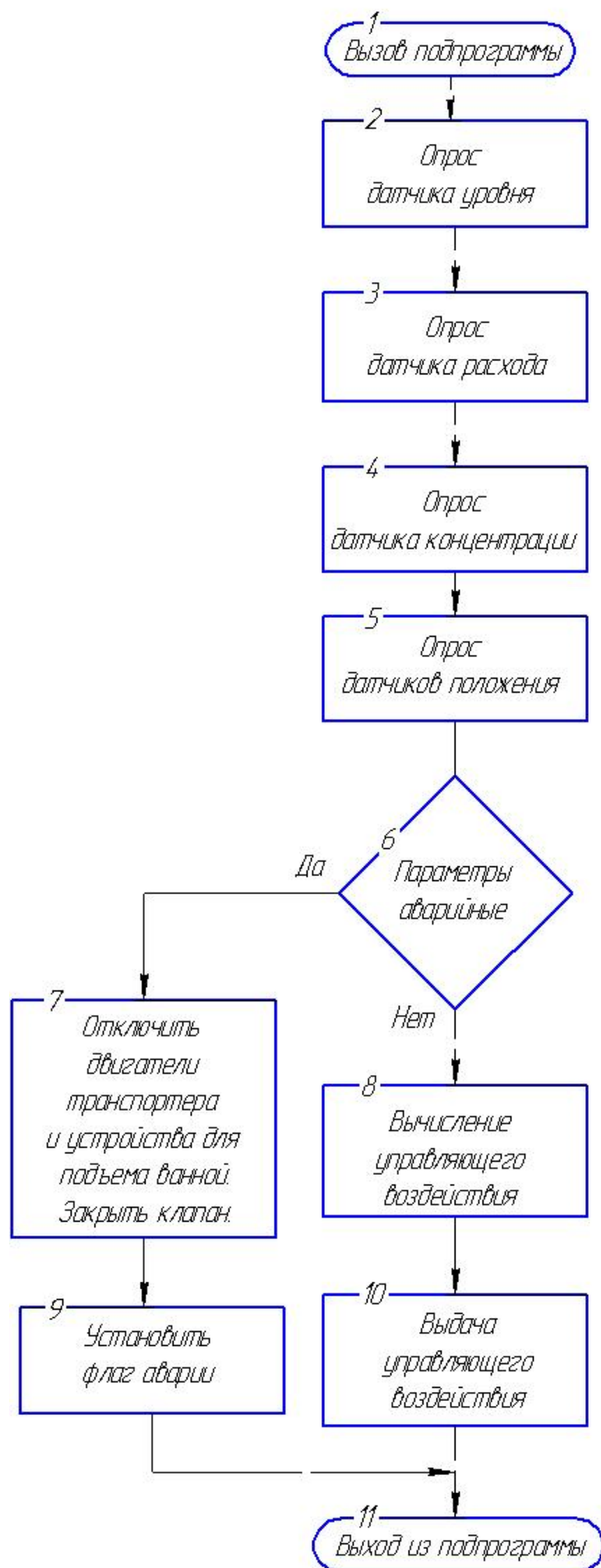


Рисунок 3.21 – Подпрограмма управления ванной

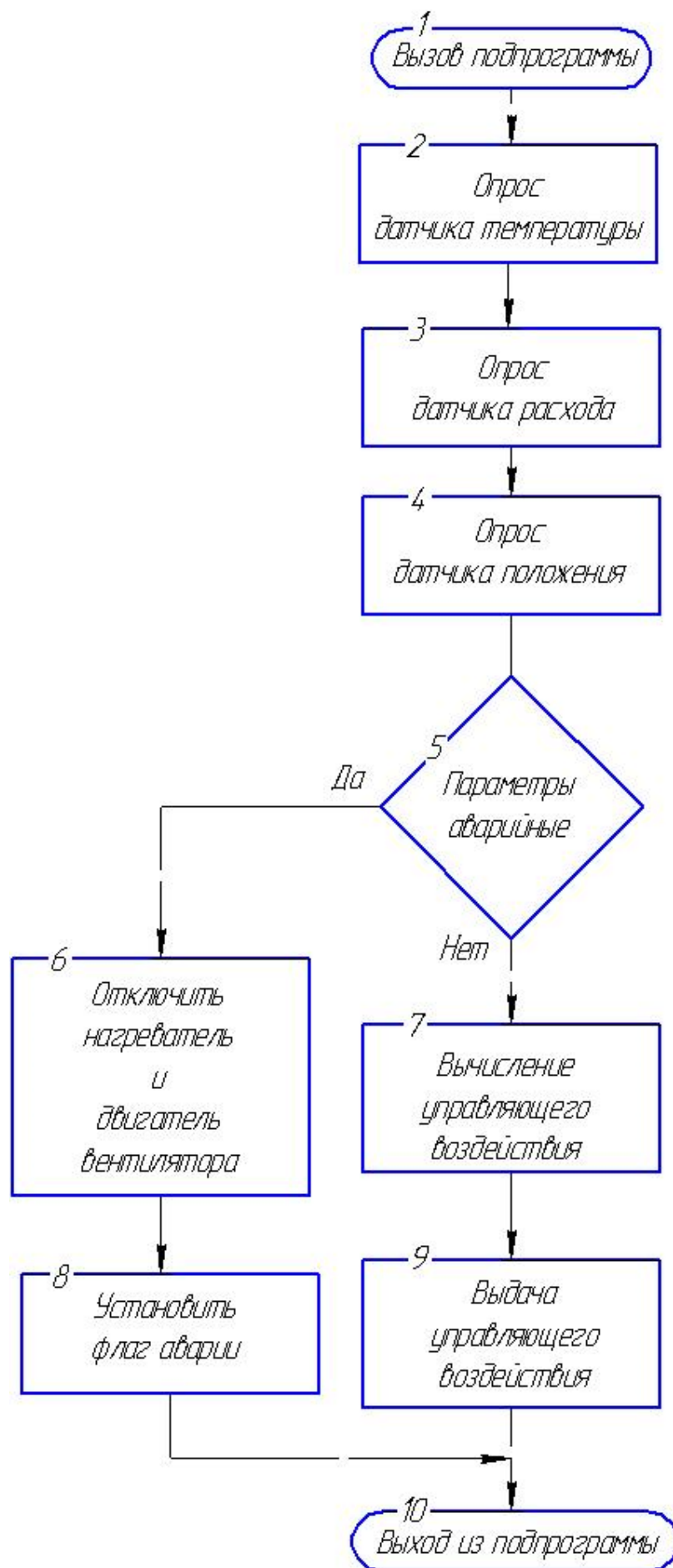


Рисунок 3.22 – Подпрограмма управления сушильным шкафом

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

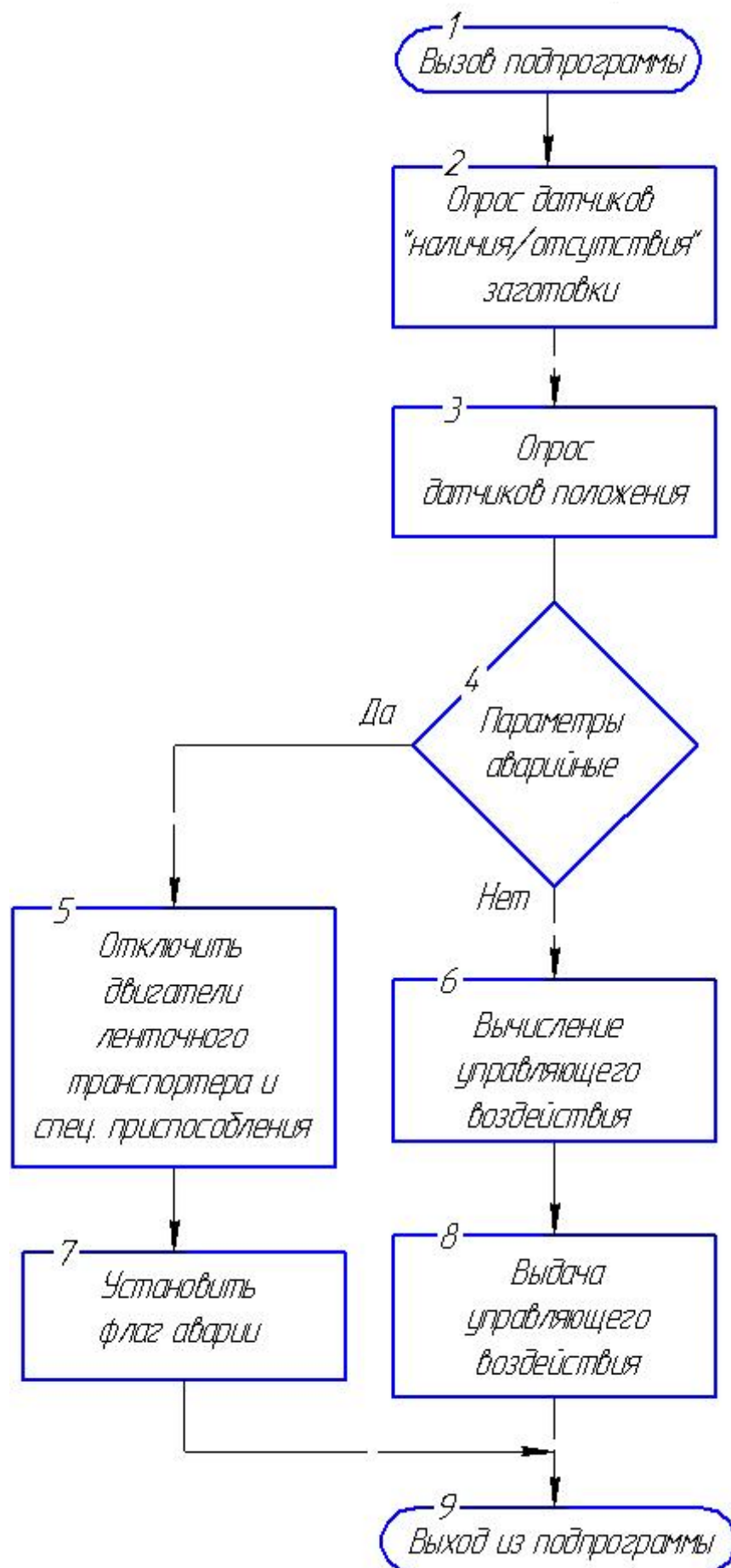


Рисунок 3.23 – Подпрограмма управления зоной выталкивания гильз из сборок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

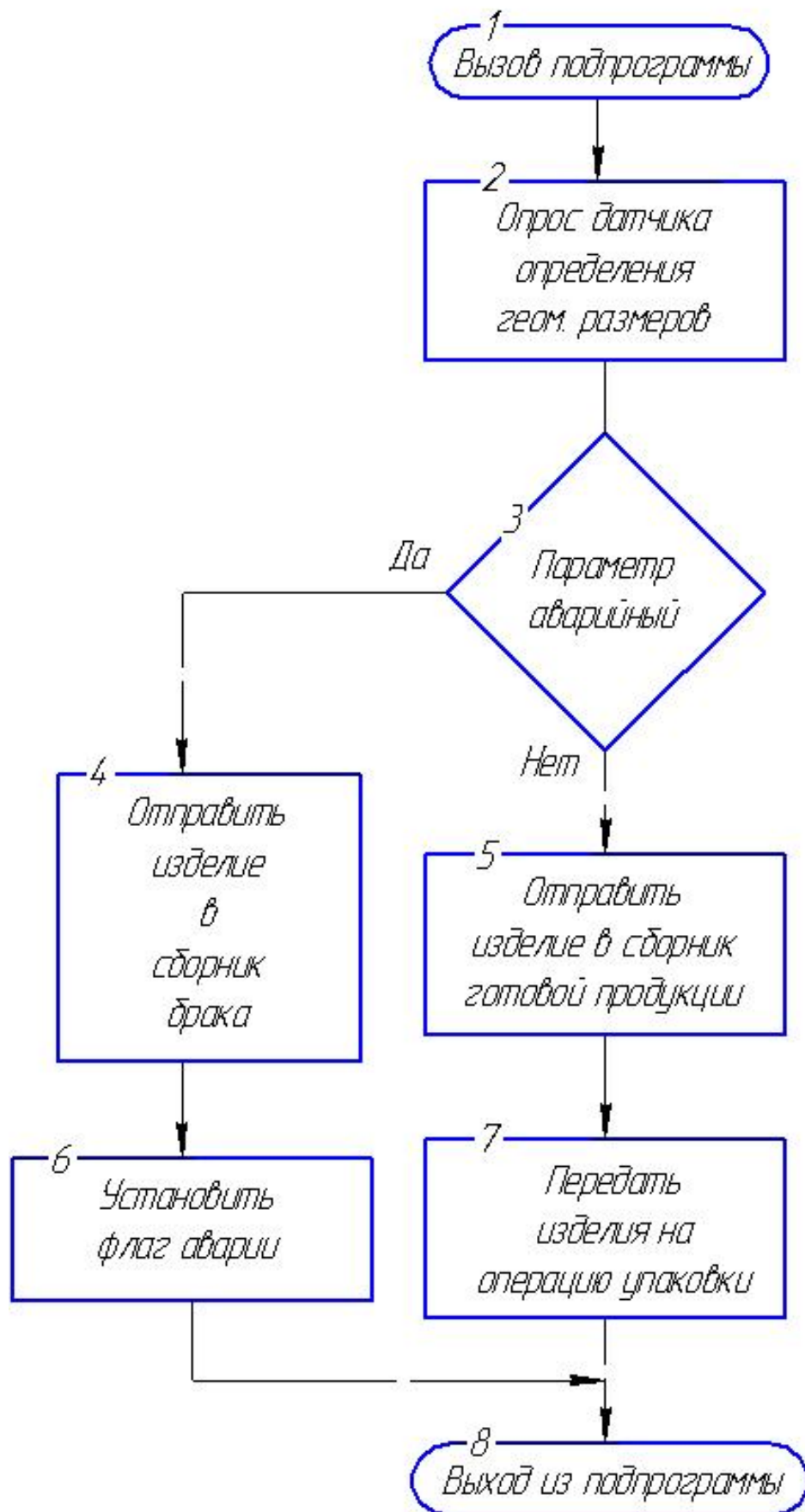


Рисунок 3.24 – Подпрограмма управления зоной разбраковки гильз по геометрическим размерам

4 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

4.1 Описание объекта моделирования

Технологический процесс нанесения двухслойного покрытия на изделия очень сложен и включает в себя много различных операций.

Одной из основных операций является нанесение пламегасящего состава, так как от этого напрямую зависит качество готового изделия. Этот процесс является пожаро - и взрывоопасным, а потому требует жесткого контроля и управления.

Объект моделирования представляет (рис. 4.1) собой контур регулирования расхода Q в трубопроводе подачи пламегасящего состава в ванну. Состав из реактора поступает в трубопровод подачи, которым поставляется в ванну. Трубопровод подачи оснащен регулирующим клапаном, который в данном случае выступает непосредственным объектом управления. Параметр управления - расход пламегасящего состава в трубопроводе подачи его в ванну, который должен равняться $5,18 \text{ м}^3/\text{час}$, измеряется расходомером FE.

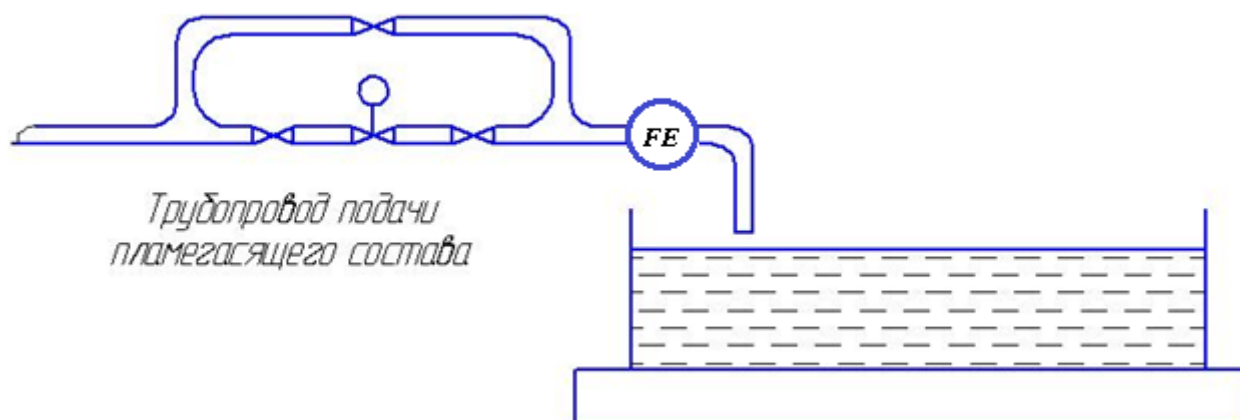


Рисунок 4.1 – Функциональная схема объекта моделирования

Требования к качеству регулирования объекта управления:

- время переходного процесса $\leq 0,3 \text{ с}$;
- перерегулирование $\leq 30 \%$;
- статическая точность 2% .

4.2 Получение математического описания объекта управления на основе экспериментальных данных

Определим передаточную функцию объекта управления на основе аппроксимации кривой разгона (рис. 4.2), полученной экспериментальным путем на данном объекте управления, путём подачи на вход системы единичного входного ступенчатого воздействия.

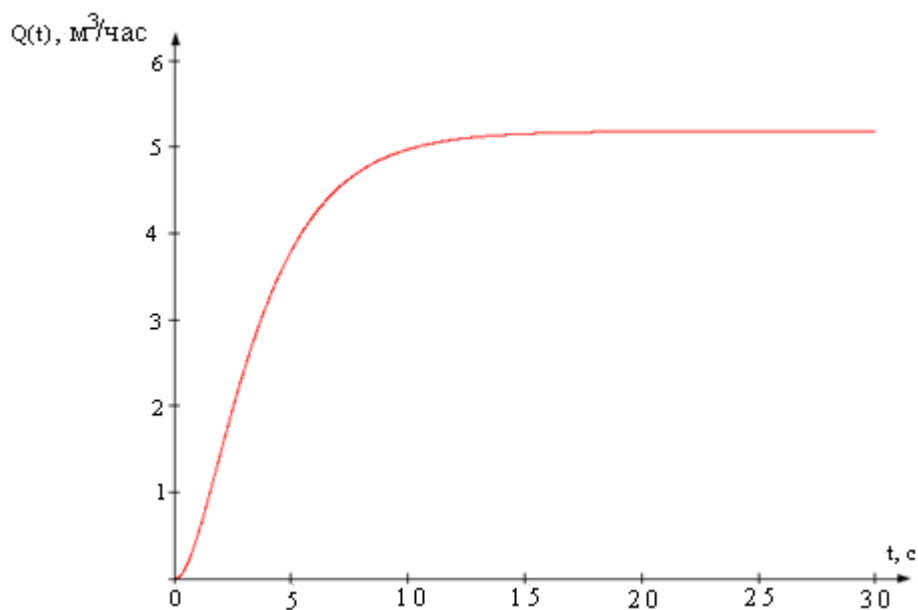


Рисунок 4.2 - Кривая разгона объекта управления

Выполняем нормирование данной кривой разгона. Для этого каждое значение выходной величины и делим на 5,18 (рис. 4.3).

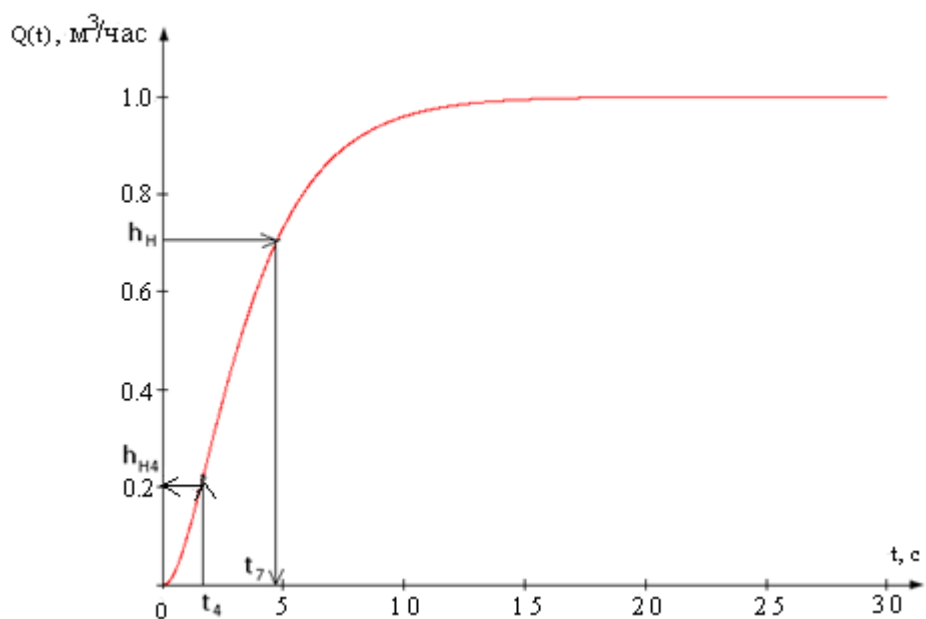


Рисунок 4.3 - Нормированная кривая разгона объекта управления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Для определения передаточной функции воспользуемся методом Орманса [8].

Этот метод позволяет по нормированной кривой разгона определить две доминирующие постоянные объекта управления для модели вида

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}, \quad (4-1)$$

где τ - транспортное запаздывание (определяется по кривой разгона).

Второй порядок передаточной функции (4-1) объясняется видом кривой разгона объекта управления (рис. 4.3).

Получение передаточной функции объекта управления выполняется в такой последовательности:

- 1) с нормированной кривой разгона определяем время, соответствующее значению $h_n = 0,7$ и обозначаем его t_7 . Из графика (рис. 4.2) это время составляет 4,6 секунды;
- 2) полученный интервал делим на три части. Поднимаем перпендикуляр кривой разгона и определяем величину h_{n4} . По нашему графику (рис. 4.2) $h_{n4} = 0,2$;
- 3) постоянные времени объекта управления T_1 и T_2 определяются с помощью вспомогательной величины Z^2 , для нахождения которой используется номограмма Орманса (рис. 4.4).

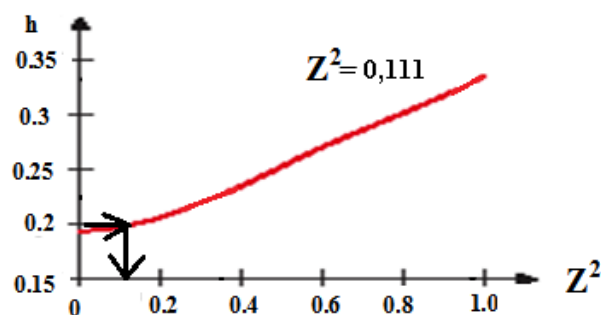


Рисунок 4.4 - Номограмма Орманса

- 5) постоянные времени объекта управления T_1 и T_2 определяются по следующим формулам:

$$T_1 = \frac{t_7}{2.4}(1+z) \quad (4-2a)$$

$$T_2 = \frac{t_7}{2.4}(1-z) \quad (4-2б)$$

$$Z = \sqrt{Z^2} = \sqrt{0,111} = 0,333 ;$$

$$T_1 = 4,6(1 + 0,333) / 2,4 = 2,555 \text{ с};$$

$$T_2 = 4,6(1 - 0,333) / 2,4 = 1,278 \text{ с}.$$

Коэффициент усиления K определяем по формуле

$$K = \frac{Y_{уст}}{X}, \quad (4-3)$$

где $Y_{уст}$ - установившееся значение выходного параметра;

X - значение входной величины (управляющего сигнала).

В нашем случае $Y_{уст} = 5,18 \text{ м}^3 / \text{ч}$ (см. Рис. 1.1), $X = 1 \text{ м}^3 / \text{ч}$ (единичное ступенчатое входное воздействие).

$$K = \frac{5,18 \text{ м}^3 / \text{ч}}{1 \text{ м}^3 / \text{ч}} = 5,18.$$

Чистое транспортное запаздывание $\tau = 0 \text{ с}$ (присутствует только динамическое τ_d).

Таким образом, передаточная функция может быть представлена в виде

$$W(s) = \frac{5,18}{(1,278 \cdot s + 1) \cdot (2,555 \cdot s + 1)} = \frac{5,18}{3,265 \cdot s^2 + 3,833 \cdot s + 1} \quad (4-4)$$

4.3 Проверка адекватности модели методом Фишера

Смоделируем объект управления по его передаточной функции (4-4) в MatLab (Simulink). Схема модели изображена на рисунке 4.5.

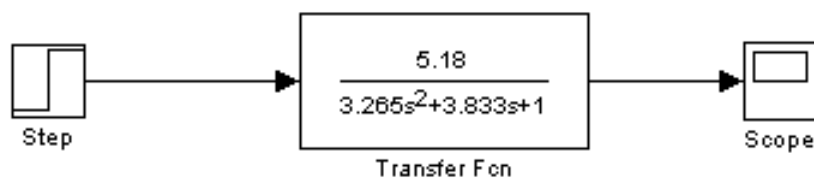


Рисунок 4.5 - Схема модели изучаемого объекта

Запускаем процесс моделирования и получаем кривую разгона (рис. 4.6).

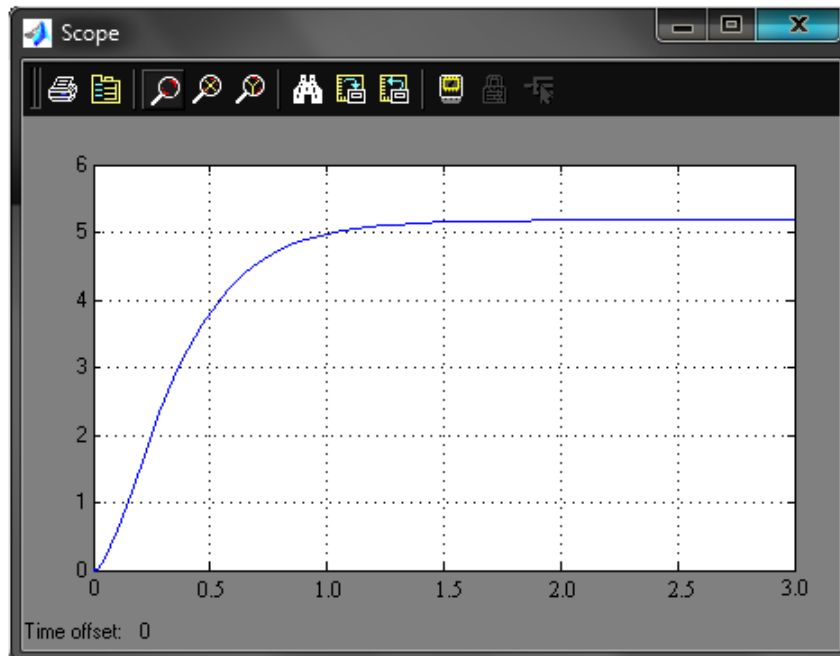


Рисунок 4.6 - Кривая разгона объекта управления, полученная в MatLab (Simulink)

Аналогично п.2 выполняем нормирования данной кривой разгона (рис. 4.7).

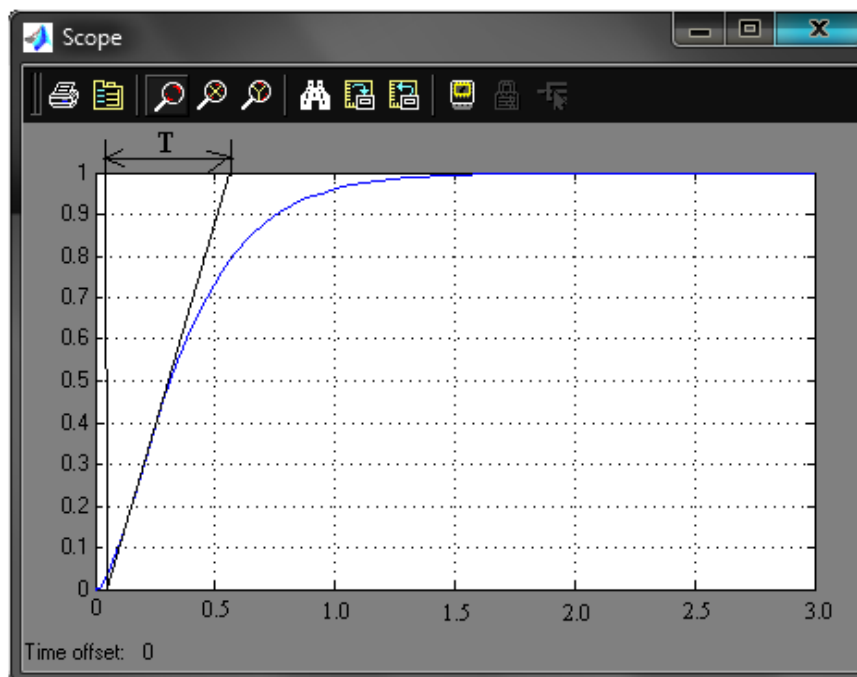


Рисунок 4.7 - Нормированная кривая разгона объекта управления, полученная в MatLab (Simulink)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Анализируя переходный процесс, получаем следующие показатели качества:

а) время переходного процесса

$$t_p = 3T = 3 \cdot 0,48 = 1,44 \text{ с;}$$

б) перерегулирование

$$\sigma = \frac{k_{\max}(t) - k_{уст}(t)}{k_{уст}(t)} = \frac{1-1}{1} \cdot 100\% = 0\% \quad (4-5)$$

Область изменения t делим на 10 интервалов. Определяем среднее значение для 10-ти точек на экспериментальной кривой разгона (рис. 4.3), равномерно распределенных по кривой и 10-ти точек при тех же моментах времени на кривой разгона, полученной в MatLab (рис.4.7).

Для этих точек определяем мат. ожидание (среднее значение \bar{Y}) по формуле

$$\bar{Y}_{Y1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{1i} \quad (4-6a)$$

$$\bar{Y}_{Y2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{2i} \quad (4-6b)$$

где \bar{Y}_{Y1} - мат. ожидание, полученное для экспериментальной кривой разгона (рис. 4.2),

\bar{Y}_{Y2} - мат. ожидание, полученное для теоретической кривой разгона (рис. 4.3).

$$\bar{Y}_{Y1} = \frac{0,08 + 0,2 + 0,36 + 0,56 + 0,68 + 0,8 + 0,86 + 0,9 + 0,964 + 0,996}{10} = 0,64$$

$$\bar{Y}_{Y2} = \frac{0,06 + 0,18 + 0,34 + 0,53 + 0,65 + 0,78 + 0,84 + 0,89 + 0,96 + 0,97}{10} = 0,62$$

Определяем оценку дисперсии среднего для каждой выборки

$$S_{Y1} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{Y1} - y_i)^2 \quad (4-7a)$$

$$S_{Y2} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{Y2} - y_i)^2 \quad (4-7b)$$

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$$S_{y1} = \frac{(0,64-0,08)^2 + (0,64-0,2)^2 + (0,64-0,36)^2 + (0,64-0,56)^2 + (0,64-0,68)^2 + (0,64-0,8)^2 + (0,64-0,86)^2 + (0,64-0,9)^2 + (0,64-0,964)^2 + (0,64-0,996)^2}{10} = 0,107$$

$$S_{y2} = \frac{(0,62-0,06)^2 + (0,62-0,18)^2 + (0,62-0,34)^2 + (0,62-0,53)^2 + (0,62-0,65)^2 + (0,62-0,78)^2 + (0,62-0,84)^2 + (0,62-0,89)^2 + (0,62-0,96)^2 + (0,62-0,97)^2}{10} = 0,109$$

Определяем отношение оценок дисперсий, причем большая из полученных оценок дисперсий делится на меньшую

$$\frac{S_{Y_{больша}}}{S_{Y_{маленька}}} \quad (4-8)$$

$$\frac{S_{Y_{больша}}}{S_{Y_{маленька}}} = \frac{0,109}{0,107} = 1,02$$

Сравнивая полученное значение со значением критерия Фишера $F_{0,95,10,10} = 2,98$, делаем вывод, что полученная модель адекватна объекту управления, так как $1,02 < 2,98$.

4.4 Синтез системы управления методом логарифмических частотных характеристик (методом Солодовникова)

4.4.1 Построение асимптотической ЛАЧХ неизменяемой части системы $L_n(\omega)$

Предварительно проводим анализ передаточной функции объекта управления (4-4) в следующем порядке:

1) из выражения (4-4) находим и записываем постоянные времени элементарных звеньев $T_1 = 1,278$ с, $T_2 = 2,555$ с, по которым определяем частоты сопряжения и располагаем их в порядке возрастания

$$\omega_1 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2,555} = 0,391 \text{ с}^{-1}, \quad (4-9a)$$

$$\omega_2 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{1,278} = 0,783 \text{ с}^{-1}. \quad (4-9б)$$

2) поскольку в составе передаточной функции объекта управления (4-4) отсутствуют интегрирующие звенья, низкочастотная асимптота ЛАЧХ будет иметь начальный наклон 0 дБ / дек;

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

3) фиксация низкочастотной асимптоты ЛАЧХ находится на частоте $\omega = 1$ на уровне, который определяется из следующего выражения

$$L_n(1) = 20 \cdot \lg(k) = 20 \cdot \lg(5,18) = 14 \text{ дБ} \quad (4-10)$$

где k - коэффициент усиления неизменной части САУ.

Применяя правила построения асимптот, строим ЛАЧХ в следующем порядке:

1) от частоты сопряжения ω_1 до частоты ω_2 строим асимптоту с наклоном, увеличенным по сравнению с предыдущим на 20 дБ / дек, то есть с наклоном $0-20 = -20$ дБ / дек, так как частота ω_1 связана с сомножителем вида $(Ts+1)^\alpha$ ($\alpha = 1$) в знаменателе передаточной функции;

2) от частоты сопряжения ω_2 строим асимптоту с наклоном, увеличенным по сравнению с предыдущим на 20 дБ / дек, то есть с наклоном $-20-20 = -40$ дБ / дек, так как частота ω_2 связана с сомножителем вида $(Ts + 1)^\alpha$ ($\alpha = 1$) в знаменателе передаточной функции.

Строим асимптотическую ЛАЧХ неизменяемой части системы (рис. 4.10, кривая $L_n(\omega)$).

4.4.2 Построение желаемой асимптотической ЛАЧХ по Солодовникову

4.4.2.1 Построение низкочастотной части желаемой асимптотической ЛАЧХ

Наклон и положение низкочастотной асимптоты ЛАЧХ $L_{\text{ж}}(\omega)$ зависит от требований, предъявляемых к статической точности.

Желаемая система не изменяет порядок астатизма. Из условия заданной статической точности S_0 может быть рассчитан коэффициент усиления (добротность по скорости) разомкнутой цепи системы (объекта управления и корректирующего устройства)

$$k_v = \frac{1 - S_0}{S_0} \quad (4-11)$$

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Не меняя наклона низкочастотной асимптоты (0 дБ / дек), фиксируем ее новое положение относительно оси абсцисс на уровне

$$L_{\kappa}(1) = 20 \lg(k_v) = 20 \lg\left(\frac{1 - 0,02}{0,02}\right) = 33,804 \text{ дБ} \quad (4-12)$$

4.4.2.2 Построение среднечастотной части желаемой асимптотической ЛАЧХ

а) Определение частоты среза ω_c и построение среднечастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ

Для определения минимально допустимого значения частоты среза ω_c ЛАЧХ желаемой системы используем одну из номограмм Солодовникова для статических систем, которая устанавливает соответствие между величиной максимального значения частотной характеристики P_{\max} и величинами перерегулирования σ и времени переходного процесса t_p .

По заданному значению перерегулирования $\sigma = 30\%$ с помощью кривой σ (P_{\max}) номограммы (рис. 4.7) находим соответствующее ему значение $P_{\max} = 1,6$, по которому с помощью второй кривой t_p (P_{\max}) (рис. 4.8) определяем значение времени переходного процесса t_p , выраженное через частоту среза ω_c соотношением $4,9\pi / \omega_c$.

Частоту среза ω_c определяем из следующего уравнения

$$\omega_c = \frac{4,9 \cdot \pi}{t_p} = \frac{4,9 \cdot \pi}{0,3} = 12,8 \text{ с}^{-1} \quad (4-13)$$

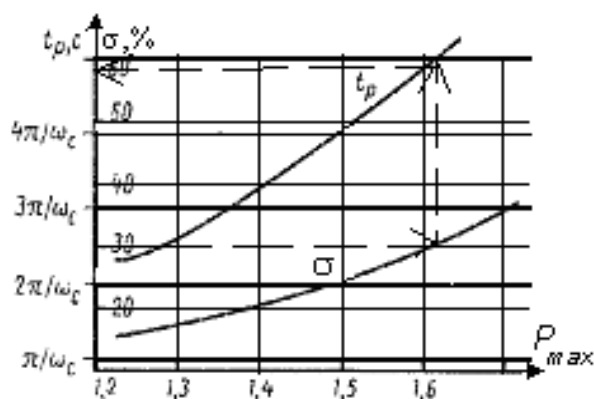


Рисунок 4.8 - Номограмма качества Солодовникова для статических систем

Проводим через точку $\omega_c = 12,8 \text{ с}^{-1}$ на оси частот среднечастотную асимптоту с наклоном -20 дБ / дек (рис. 4.10).

б) Определение диапазона частот среднечастотной части ЛАЧХ

По номограмме (рис. 4.9) и найденным ранее значением $P_{\max} = 1,6$ находим необходимый запас по фазе $\gamma_{\min} = 28^\circ$ и соответствующие ему ординаты среднечастотной части ЛАЧХ $L_m = \pm 9 \text{ дБ}$.

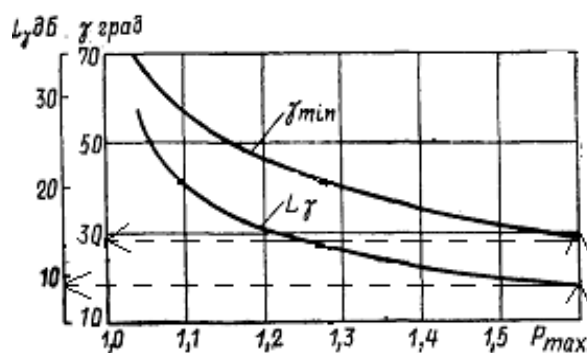


Рисунок 4.9 - График для определения ширины среднечастотной асимптоты и необходимого избытка фазы

Линии, проведенные параллельно оси частот на уровне $L_m = \pm 9 \text{ дБ}$, дают в точках пересечения со среднечастотной асимптотой частоты сообщения $\omega_{c1} = 0,04 \text{ с}^{-1}$ в низкочастотной части желаемой ЛАЧХ и $\omega_{c2} = 0,4 \text{ с}^{-1}$ в высокочастотной (рис.4.10).

в) Сопряжение низкочастотной и среднечастотной частей желаемой ЛАЧХ

Так как точка пересечения низкочастотной и среднечастотной асимптот существует и находится левее среднечастотной участка, то она и определяет сопряжение. По графику (рис.4.10) определяем частоту сопряжения равной $\omega_a = 2,4 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

г) Построение высокочастотной части желаемой ЛАЧХ и сопряжения ее со среднечастотной асимптотой

Построение высокочастотной части желаемой ЛАЧХ выполняется таким образом, чтобы вид желаемой ЛАЧХ в этой области как можно меньше отличался от вида неизменной ЛАЧХ.

Среднечастотная асимптота пересекает неизменяемую ЛАЧХ правее среднечастотного участка, поэтому эту точку выбираем в качестве точки сопряжения с высокочастотной частью желаемой ЛАЧХ. По графику (рис. 4.10) определяем частоту сопряжения равной $\omega_b = 10,2 \text{ с}^{-1}$. При этом участок неизменяемой ЛАЧХ, расположенный правее этой точки, считается высокочастотной частью желаемой ЛАЧХ.

Построенная таким образом желаемая ЛАЧХ разомкнутой системы управления $L_{\text{ж}}(\omega)$ представлена на рисунке 4.10.

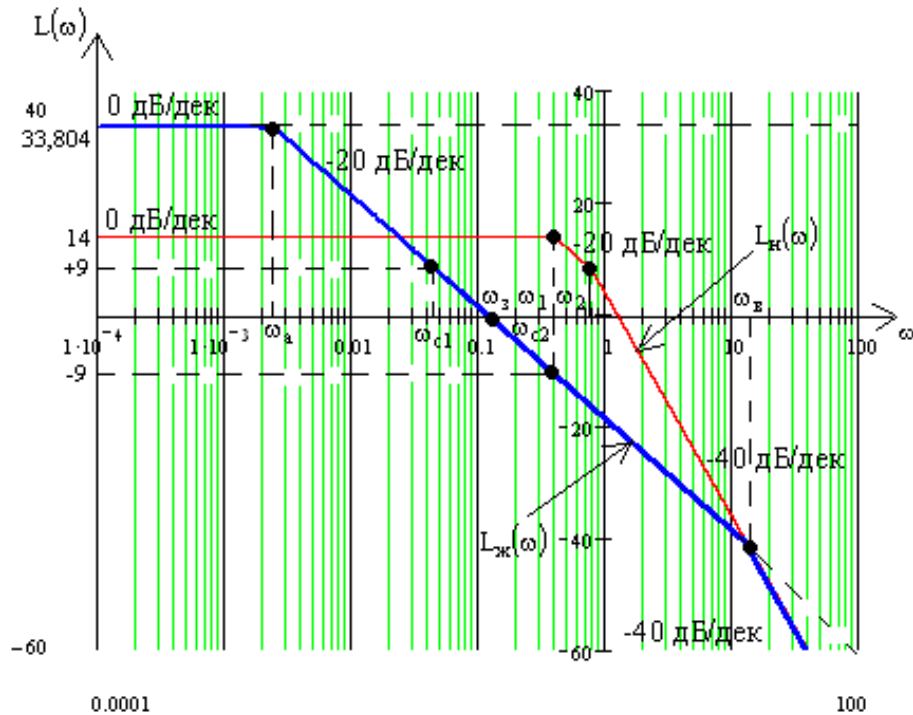


Рисунок 4.10 - Желаемая и неизменяемая асимптотические ЛАЧХ аналоговой системы

4.4.3 Получение передаточной функции разомкнутой цепи желаемой системы

Для получения передаточной функции разомкнутой цепи желаемой системы $W_{\text{ж}}(\omega)$ по виду полученной желаемой асимптотической ЛАЧХ $L_{\text{ж}}(\omega)$ применим методику, которая следует из методики построения асимптотической ЛАЧХ по виду ее передаточной функции:

- 1) определяем частоты сопряжения ω_i построенной желаемой ЛАЧХ $L_{\text{ж}}(\omega)$ и располагаем их в порядке возрастания: $\omega_a = 2,4 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$; $\omega_b = 10,2 \text{ с}^{-1}$;

2) определяем порядок астатизма желаемой системы по первому наклону низкочастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ. Так как первый наклон составляет 0дБ / дек, данная система статическая;

3) определяем коэффициент усиления разомкнутой системы, измерив ординату низкочастотной асимптоты $L_{ж}(\omega)$ на частоте $1с^{-1}$ с последующим использованием формулы

$$k = 10^{\frac{L_{ж}(1)}{20}} = 10^{\frac{33,804}{20}} = 49 \quad (4-14)$$

4) находим выражения для сомножителей числителя и знаменателя передаточной функции разомкнутой системы, последовательно анализируя поведение асимптотической ЛАЧХ:

а) после частоты сообщения $\omega_a = 2,4 \times 10^{-3} с^{-1}$ наклон асимптоты увеличивается на 20 дБ / дек, что соответствует наличию в знаменателе сомножителя

$$\frac{1}{\omega_a} \cdot s + 1 = \frac{1}{2,4 \cdot 10^{-3}} \cdot s + 1 = 416,667 \cdot s + 1; \quad (4-15)$$

б) после частоты сопряжения $\omega_b = 10,2 с^{-1}$ наклон асимптоты увеличивается на 20 дБ / дек, что соответствует наличию в знаменателе сомножителя

$$\frac{1}{\omega_b} \cdot s + 1 = \frac{1}{10,2} \cdot s + 1 = 0,098 \cdot s + 1. \quad (4-16)$$

Таким образом, передаточная функция желаемой разомкнутой системы будет иметь вид

$$W_{ж}(s) = \frac{49}{(416,667 \cdot s + 1) \cdot (0,098 \cdot s + 1)} \quad (4-17)$$

4.4.4 Моделирование синтезированной системы и определения показателей качества переходного процесса

Используя выражение передаточной функции желаемой (скорректированной) разомкнутой системы, получаем переходную характеристику замкнутой системы, которая представлена на рис. 4.11. Для этого используем математический пакет MathCad

$$W_r(s) := \frac{49}{(416.667 \cdot s + 1) \cdot (0.098 \cdot s + 1)}$$

$$W_z(s) := \frac{W_r(s)}{1 + W_r(s)}$$

$$h(t) := \frac{W_z(s)}{s} \Big|_{\text{float}, 1}^{\text{invlaplace}, s} \rightarrow 1 - 1 \cdot \exp(-5.10 \cdot t) \cdot \cosh(4.98 \cdot t) - 1 \cdot \exp(-5.10 \cdot t) \cdot \sinh(4.98 \cdot t)$$

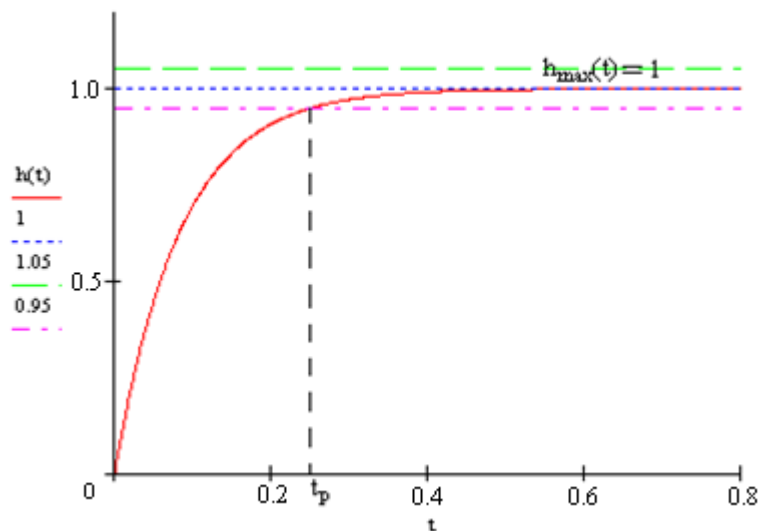


Рисунок 4.11 - Переходный процесс в скорректированной системе

Анализируя переходный процесс, получаем следующие показатели качества:

а) время переходного процесса

$$t_p = 0,25 \text{ с;}$$

б) перерегулирование

$$\sigma = \frac{h_{\max}(t) - h_{\text{уст}}}{h_{\text{уст}}} 100\% = \frac{1 - 1}{1} 100\% = 0\%$$

Полученные показатели качества переходного процесса удовлетворяют заданным показателям, а значит, синтез выполнен успешно.

4.4.5 Получение математического описания корректирующего устройства

Передаточную функцию корректирующего устройства $W_k(s)$ получаем делением передаточной функции желаемой разомкнутой системы $W_{\text{ж}}(s)$ на передаточную функцию неизменяемой системы $W_{\text{н}}(s)$

$$W_k(s) = \frac{W_{\text{ж}}(s)}{W_{\text{н}}(s)} = \frac{9,46(1,278s+1)(2,555s+1)}{(416,667s+1)(0,098s+1)} = \frac{9,46(3,265s^2+3,833s+1)}{40,833s^2+416,765s+1}. \quad (4-18)$$

4.5 Моделирование системы управления в математическом пакете MatLab (Simulink)

Схема моделирования системы управления в математическом пакете MatLab (Simulink) представлена на рисунке 4.12.

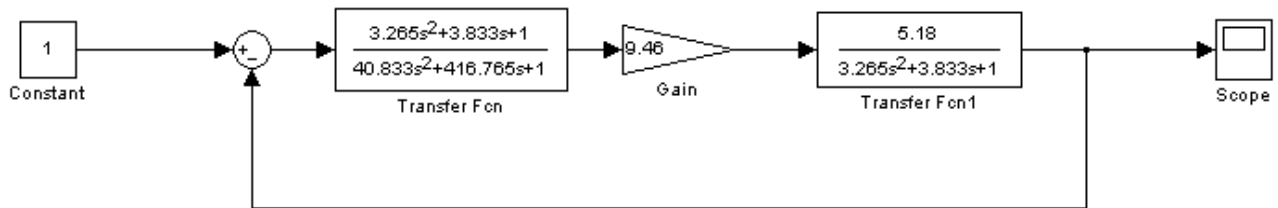


Рисунок 4.12 - Схема моделирования системы управления

Переходный процесс в данной системе имеет вид, изображенный на рисунке 4.13.

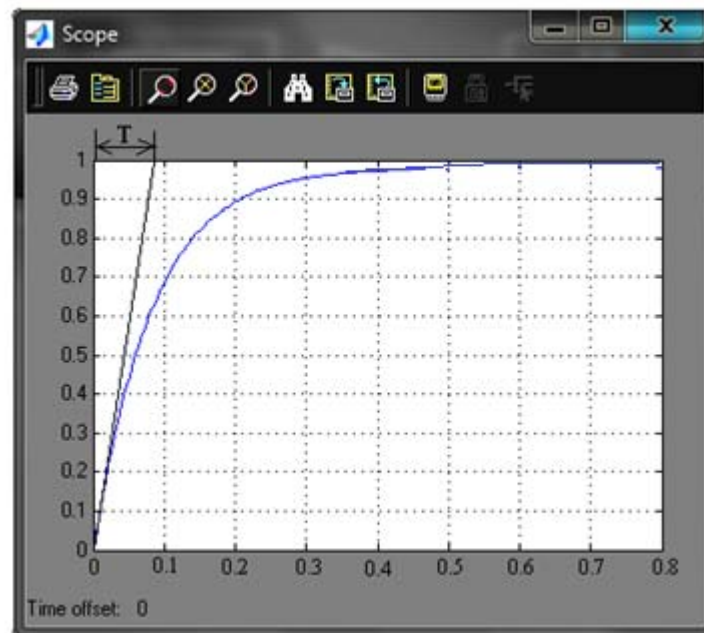


Рисунок 4.13 - Переходный процесс в системе

Анализируя переходный процесс, получаем следующие показатели качества:

а) перерегулирование

$$\sigma = \frac{h_{\max}(t) - h_{уст}}{h_{уст}} 100\% = \frac{1 - 1}{1} 100\% = 0\% ;$$

б) время переходного процесса

$$t_p = 3T = 3 \cdot 0,09 = 0,27 \text{ с.}$$

Полученные показатели совпадают с аналогичными из предыдущего пункта, а следовательно, моделирование выполнено правильно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВЫВОДЫ

На основании Технического задания разработано информационное и техническое обеспечение системы автоматизации.

Система представляет собой 2-х уровневую АСУ ТП, в состав которой входят:

- датчики, установленные непосредственно на технологическом оборудовании;
- исполнительные органы, которые обрабатывают полученное от контроллера воздействие;
- контроллер, который выполняет первичную обработку данных полученных от датчиков, выдает управляющее воздействие для регулирующих органов.

Использование современных методов управления технологическим процессом, а также новейших технических средств автоматизации в дальнейшем даст возможность реализовать качественно новую технологию управления и повысить эффективность производства, что приведёт к:

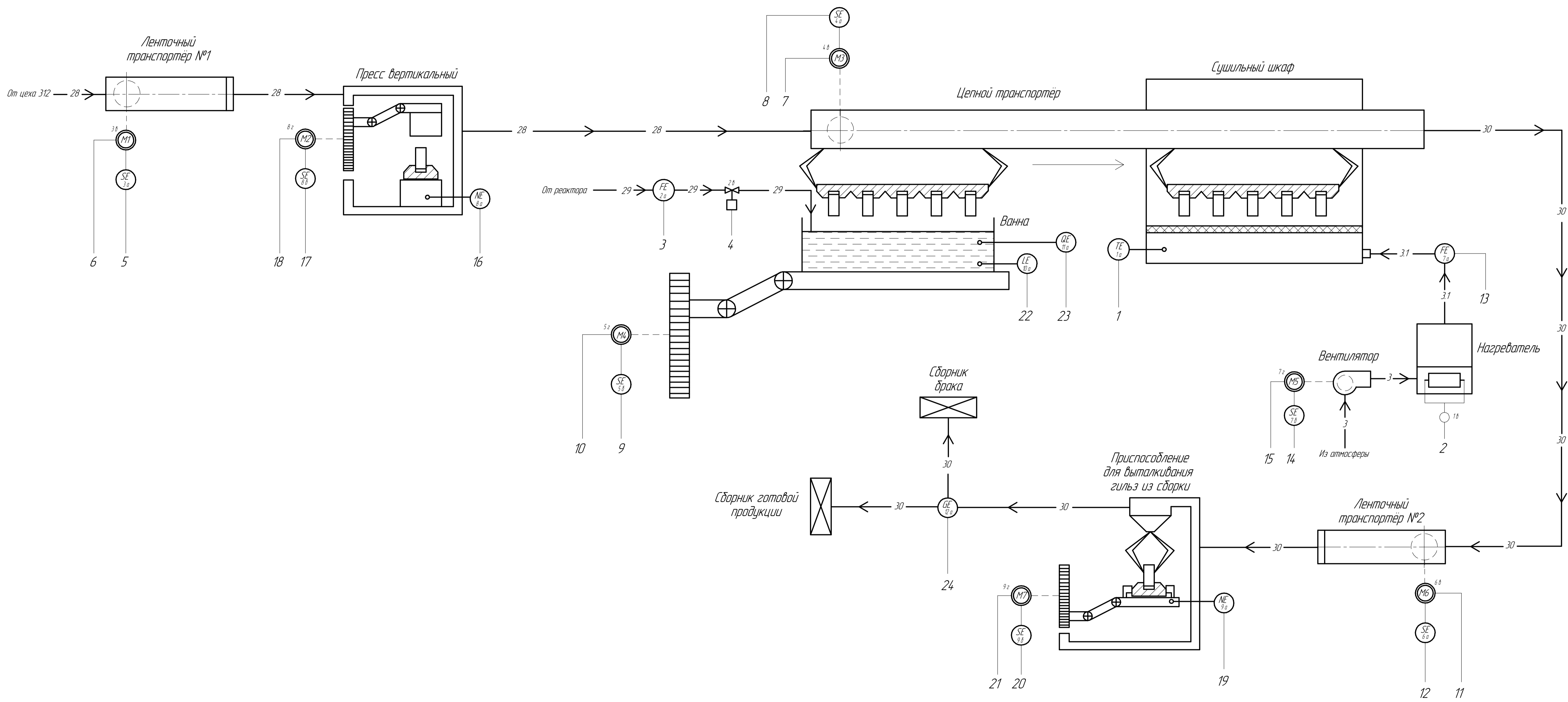
- повышению качества выпускаемой продукции;
- снижению затрат сырьевых и энергетических ресурсов по некоторым статьям расходов на ТП;
- повышения объема выпускаемой продукции;
- сокращения простоев из-за неполадок;
- увеличение межремонтных сроков работы оборудования;
- использовать минимальное количество работников, необходимых для поддержания ТП в рабочем состоянии и ликвидации аварийных ситуаций.

					СУзТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматика и управление в технических системах. В 11 кн. / Отв. ред. С.В. Емельянов, В.С. Михалевич.-Кн.1. Электрические элементы систем управления промышленными работами / А,А. Краснопрошина и др. - К.: Вища шк., 1990. - 479 с.
2. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов. Инструктивные материалы. Для студентов специальности 7.091401 "Компьютеризованные системы управления и автоматике". - Сумы.: СумГУ, 1998. - 77 с.
3. Средства инициирования, П.П. Карпов: Высшая школа., 1981. - 285 с.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Ключев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
5. Сайт компании «Овен»: www.owen.ru.
6. Волощенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
7. Сольнищев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления —М: Высш. шк., 1991. — 335 с.

					СУЗТ-61Ш 6.050201.08.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77



Условные обозначения потоков

- 31 — Воздух горячий
- 28 — Гильза
- 29 — Пламягающий состав
- 30 — Гильза с покрытием

Приборы по месту	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
УСО	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI
МК	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI
Панель оператора	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Сенсоризация	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

СЗЭТ-6Ш 6.050201.08.A2				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	1:1	
Разраб.	Рудяк А.В.			1		
Проб.	Худoley Г.М.			1		
Т.контр.				1		
Исполн.				ШИ СумГУ		
Утв.	Худoley Г.М.			гр. СЗЭТ-6Ш		
Копировал				Формат А1		

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24

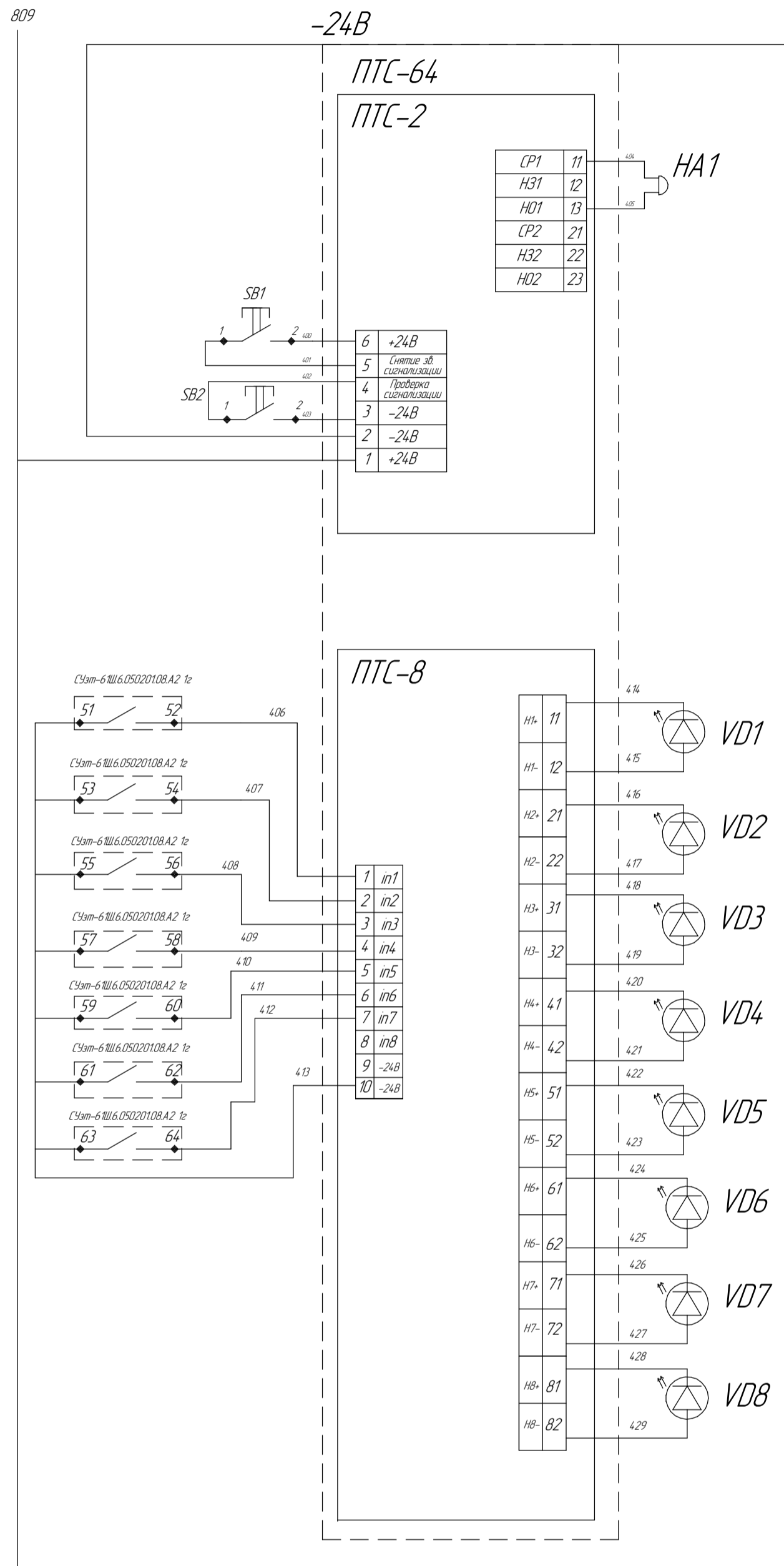
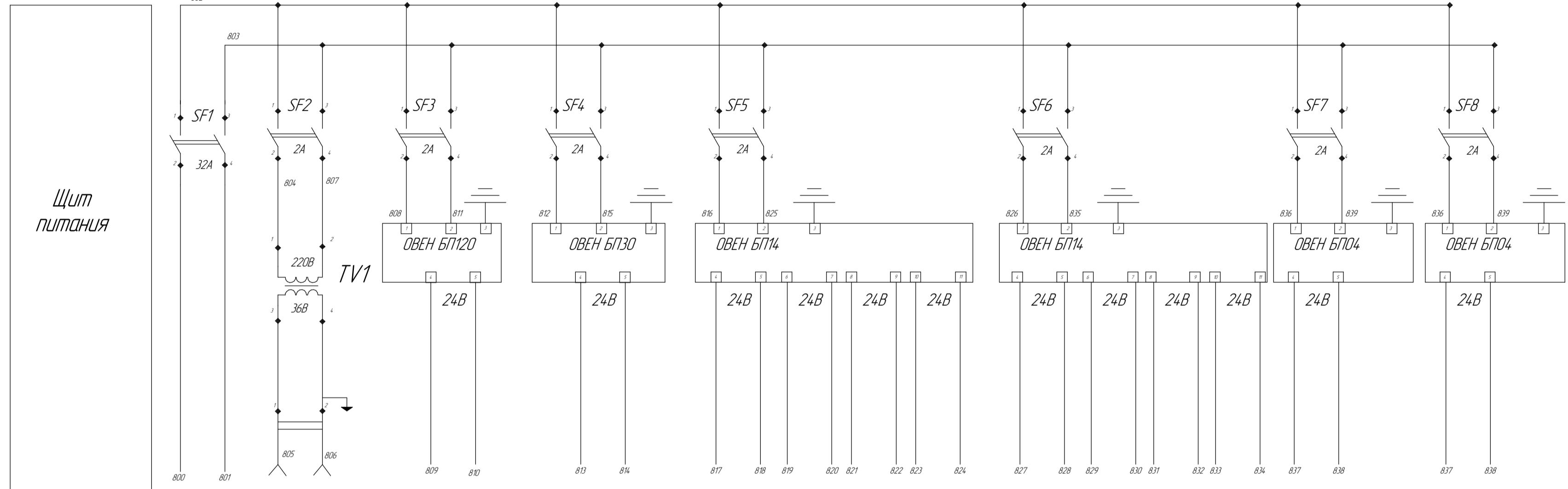


СХЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ

Звуковая сигнализация
Кнопка снятия обобщенной сигнализации
Опробование звуковой и световой сигнализации
Повышение температуры в сушильном шкафу
Повышение расхода пламегасящего состава
Повышение расхода воздуха атмосферного
Повышение уровня пламегасящего состава в данной
Повышение концентрации пламегасящего состава
Превышение диаметра гильз
Превышение высоты гильз
Превышение времени высушивания в сушильном шкафу



Позиция	XS1	Схема сигнализации	1z	1a	2a	7a	10a	11a	12a	1b	2b	7b	13a
Тип	Ввод рабочий	Разетка штепсельная	ОВЕН ПМК160	ДТСО55	Primag 55S	ВРСТ-1	ПДЧ-И.2000	SmartLX	ТЭМП-УТ1	НД01022	НД01022	ПЧВ3-2К2-В	МВ110-24.8И
Напряжение, В	220	36	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Мощность, Вт, мА	1500	100	80	10	0,8	0,8	0,8	0,8	1	10	10	10	4
Места установки	щит №1	щит №1	щит №1	щит №1	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	щит №1

Позиция	Обозначение	Кол-во	Примечание
SF1	Автоматический выключатель ВА-2001, кол-во полюсов 2 Iном=32А, Uном=220/380В	1	
SF2-SF8	Автоматический выключатель ВА-2001, Iном=2А, Uном=220В	7	
VD1-VD8	Лампа сигнальная светодиодная, цвет красный Pном=2,6Вт, Uном=24В, степень защиты IP67, 8LM2T1224	8	
TV1	Трансформатор понижающий ОСМ1-0,1, U1=220В, U2=36В P=320Вт	1	
SB1-SB2	Кнопка с подсветкой красная 100mA, Uном=24В 8LM2T 0L104	2	
XS1	Штепсельная розетка РШ-К-2-СО-2-6/10/220 U=36В	1	
овен бп120	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 120Вт	1	
овен бп30	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 30Вт одноканальный	1	
овен бп14	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 14Вт многоканальный	2	
овен бп04	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 4Вт одноканальный	2	
ПТС64	Прибор технической сигнализации. Дискретных входов 8 Uном=24В	1	

810

СЭЗТ-61Ш.6.050201.0833

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Автоматизация технологического процесса нанесения двухслойного покрытия на изделия Схема электрическая принципиальная	Лист	Масштаб	Масштаб
Разраб.	Рудяк А.В.					1-1		
Пров.	Худяков Г.М.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Исполн.	Утб.	Худяков Г.М.						

ЩИТ СЭЗТ-61Ш
Формат А1

Пред. измен. _____
 Справ. № _____
 Подп. и дата _____
 Взам. инв. № _____
 Инв. № _____
 Подп. и дата _____
 Инв. № _____