

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

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

" Система управління технологічним процесом
селективного очищення нітрозних газів "

Керівник проекту

Мозок Є.М.

КОНСУЛЬТАНТИ

З економічної частини

Тур О. М.

Проектант:

студент групи СУз-51Ш

Попченко С.В.

Залікова книжка № 16180199

Шостка – 2020

РЕФЕРАТ

Попченко Сергей Владимирович . Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного университета. Шостка, 2020 год.

Дипломный проект содержит 97 листов пояснительной записки, с учетом 58 рисунков, 23 таблиц; конструкторскую документацию, которая содержит 4 чертежа; 2 демонстрационных плаката.

Разработано техническое задание. Разработана система управления селективной очистки нитрозных газов на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК160. Разработан алгоритм управления. Разработана управляющая программа в САПР TraceMode 6. Удовлетворительное качество процесса подтверждено результатами моделирования на ЭВМ.

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

РЕФЕРАТ

Попченко Сергій Володимирович. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020 рік.

Дипломний проект містить 97 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 58 рисунків, 23 таблиць; конструкторську документацію, яка містить 4 креслення; 2 демонстраційних плаката.

Розроблено технічне завдання. Розроблено систему управління селективного очищення нітрозних газів на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК160. Розроблено алгоритм управління. Розроблена керуюча програма в САПР TraceMode 6. Задовільна якість процесу підтверджена результатами моделювання на ЕОМ.

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

SUMMARY

Popchenko Serhiy Volodymyrovich. Diploma project. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2020 year.

A diploma project is contained by 97 leaves of explaining message, taking into account 58 pictures, 23 tables; designer document which contains 4 drafts; 2 demonstration poster.

The specification is developed. The control system of technological process of selective filtration of nitrosive gases on the basis of the programmable logical controller PLK160 is developed. The algorithm of management is developed. The control program are developed in CAD TraceMode 6. Satisfactory quality of process 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 системи управління селективного очищення нітрозних газів

Проектував:

Студент групи СУз-51Ш _____

Залькова книжка № 16180203

Попченко С. В.

Погоджено:

Керівник проекту _____

Мозок Є. М.

Шостка – 2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1 Разработать систему управления технологическим процессом селективного очищения нитрозных газов .

2 Основания для разработки

Задание кафедры на дипломный проект.

3 Цель и назначение разработки

Целью данной разработки является создание системы управления технологическим процессом селективного очищения нитрозных газов .

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 при создании системы управления технологическим процессом селективного очищения нитрозных газов на промышленных предприятиях и производства.

4 Источники для разработки

Отчет по преддипломной практике. Регламент. Руководство по эксплуатации.

5 Режимы работы объекта

Технологический процесс селективного очищения нитрозных газов 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.

Система управления технологическим процессом селективного очищения нитрозных газов 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 системы управления технологическим процессом очистки окислов дюза представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Условия эксплуатации системы

Наименование и характеристика помещения	Климатические условия			Механические условия	
	Температура, °С	Влажность, %	Запыленность, г/м ³	Амплитуда и частота вибрации, Гц	Наличие колебаний
Производственное помещение	21...26 ⁰ С	55...80%	-	-	-
Щитовая	21...26 ⁰ С	55...80%	-	-	-
Операторская комната	21...26 ⁰ С	45...65%	-	-	-

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

Система управления технологическим процессом селективного очищения нитрозных газов должна 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 системы управления должны входить:

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

Показатели надежности системы должны отвечать требованиям ДСТУ 2863-94 «Надежность техники. Программа обеспечения надежности. Общие требования».

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.

Система должна быть многофункциональной, восстанавливаемой и должна отвечать следующим требованиям к надежности:

- коэффициент готовности, должен быть не менее 0.95;
- средняя наработка на отказ комплекса средств вычислительной техники системы должна быть не менее 1000 часов.

Кроме аппаратного резерва, система должна обладать временной и функциональной избыточностью (степень загрузки контроллеров, запас емкости памяти и свободных функциональных блоков и т.д.).

Система должна отвечать требованиям открытости (т. е. должна использовать стандартные международные входные и выходные сигналы, интерфейсы), что позволит, при необходимости расширения, производить подключение новых модулей и блоков без нарушения общей конфигурации системы и значительных затрат.

При разработке системы управления необходимо обеспечить максимальную унификацию применяемых узлов и деталей; использование стандартных крепежных изделий.

Средства автоматизации, которые используются в данной установке, должны быть современными и легкодоступными на рынке. Также необходимо учесть наличие взрывоопасных и агрессивных сред.

8 Экономические показатели

При расчете технико-экономических показателей на внедрение системы управления технологическим процессом селективного очищения нитрозных газов необходимо определить затраты на внедрение микропроцессорной техники, определить экономический эффект от экономии природных ресурсов, а также срок окупаемости выбранных средств автоматизации.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

" Система управління технологічним процесом селективного
очищення нітрозних газів"

Керівник проекту

Мозок Є.М.

КОНСУЛЬТАНТИ

З економічної частини

Тур О. М.

Проектант:

студент групи СУз-51Ш

Попченко С. В.

Залікова книжка № 16180199

Шостка – 2020

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АРМ	Автоматизоване робоче місце
ПК	Персональний комп'ютер
ЕПП	Електро-пневмо перетворювач
МВП	Механізм виконавчий пневматичний
ПЧ	Перетворювач частоти
МВА	Модуль введення аналоговий
ПЛК	Програмований логічний контролер
А З	Аналоговий сигнал, що управляє
ДС	Цифровий сигнал, що управляє

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕННЯ

Серед значної кількості виробництв хімічної промисловості розчинники є допоміжними речовинами, так як, зазвичай, готова продукція в своєму складі не містить розчинника, або містить його в незначній кількості. Під час виробництва тієї чи іншої продукції переважна кількість розчинників або втрачається випаровуванням в навколишнє середовище, або на цих виробництвах вживаються спеціальні заходи для видалення з продукції залишків розчинника. Таким чином, втрати розчинників є невідновлюваними, що підвищує вартість випуску продукції. Подібні непродуктивні витрачання розчинників негативно позначаються на економіці країни, особливо зважаючи на те, що деякі з розчинників отримуються шляхом переробки харчових продуктів.

З метою покращення економічних показників технологічного процесу під час виготовлення певних видів продукції актуальним стає багаторазове використання розчинників шляхом застосування методів вловлювання (рекуперації). Існують різні способи та засоби затримання розчинників: поглинання оксидів азоту рідкими або твердими сорбентами ; відновлення оксидів до елементарного азоту на каталізаторі - один з них буде розглянуто в даному технологічному процесі.

Метод адсорбції базується на властивостях певних твердих тіл, що володіють високою питомою поверхнею, поглинати випари і гази. Процес адсорбції здійснюється пропусканням перероблюваного газу крізь поглинаючий шар, розміщений в адсорбері. Після поглинання поглинач підлягає прогріванню для відділення адсорбованих вуглеводів.[11]

Завдяки своїм природним властивостям (висока чутливість до різних газів і випарів, легкість відновлення) активоване вугілля набуло широкого вжитку для адсорбції багатьох газів і летючих парів. В даний час процес вуглецевого фільтрування визнаний доцільним як з технічної, так і економічної точок зору.

Розвиток рекупераційних технологій є методом раціонального використання ресурсів виробництва і турботою керівників підприємств про здоров'я працівників, про створення порашених санітарно-гігієнічних і безпечних умов праці.

Відомо [11], що всі легколетучі розчинники є отруйними речовинами, що сприяють виникненню гострих та хронічних хвороб, професійні отруєння. Гранично допустимими для організму людини концентраціями(ГДК) парів розчинника у повітрі визначаються, наприклад, для ефіру 0,3 мг/л, для спирту 1 мг/л, для ацетону 0,2 мг/л, для бензину 0,3

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

мг/л. Для уникнення перевищення зазначених меж концентрації випарів розчинників у виробничому приміщенні використовуються потужні рекупераційні установки.

Більшою мірою летючі розчинники є горючими, легко займистими рідинами і при відомому відносному вміст їх в повітрі утворюються вибухонебезпечні суміші.

Внесення приміщень на виробництві, що втрачають розчинники, в рекупераційну систему дозволяє створити менш шкідливі і більш безпечні умови праці.

Завданням проекту є визначення та вирішення ряду питань, пов'язаних з побудовою системи управління, яка забезпечить: потрібний рівень безпеки протягом виконання технологічного процесу очищення викидів від нітрозних газів, поліпшення техніко-економічні показників, створення нешкідливих санітарно-гігієнічних і безпечних умов праці. Робота виконується на підставі і за завданням кафедри системотехніки та інформаційних технологій Шосткинського інституту СумДУ.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ УПРАВЛІННЯ

1.1 Опис технологічного процесу

Нітрозні гази що містять оксиди азоту з концентрацією до 2 г/м^3 і температурою $19 \dots 30^\circ\text{C}$ з попередніх етапів виробництва спрямовуються до топки, що складається з камер змішування і спалювання. У камері змішування нітрозні гази нагріваються за рахунок змішування з топковими газами до температури $450 \dots 580^\circ\text{C}$.

Температура газів в камері спалювання сягає $870 \dots 1100^\circ\text{C}$. Повітря для спалювання природного газу подається в топку примусово.

У передній частині топки є два газових пальники, які встановлено в центрі завихрювачів.

Для контролю і спостереження за горінням природного газу на фронтоні топки передбачено оглядові вікна. Топка з'єднується з реактором газоходів, де встановлено вихлопний клапан, який представляє виконано у вигляді сталевого трійника, призначений для викиду топкових газів в навколишнє середовище під час розпалу топки і виведення її на робочий режим.

Між фланцями, якими трійник під'єднується до газоходу, встановлено феррослідовое або сталеве кільце, внутрішній діаметр якого менше, ніж внутрішній діаметр труб трійника. Це кільце називається сідлом.

Крізь третій кінець трійника на сідло встановлюється сталевий клапан на штанзі.

Нітрозні гази, що гріються в топці, змішуються з газоподібним аміаком в змішувачі (газохід перед реактором) і спрямовуються в реактор з температурою $265\text{-}297^\circ\text{C}$.

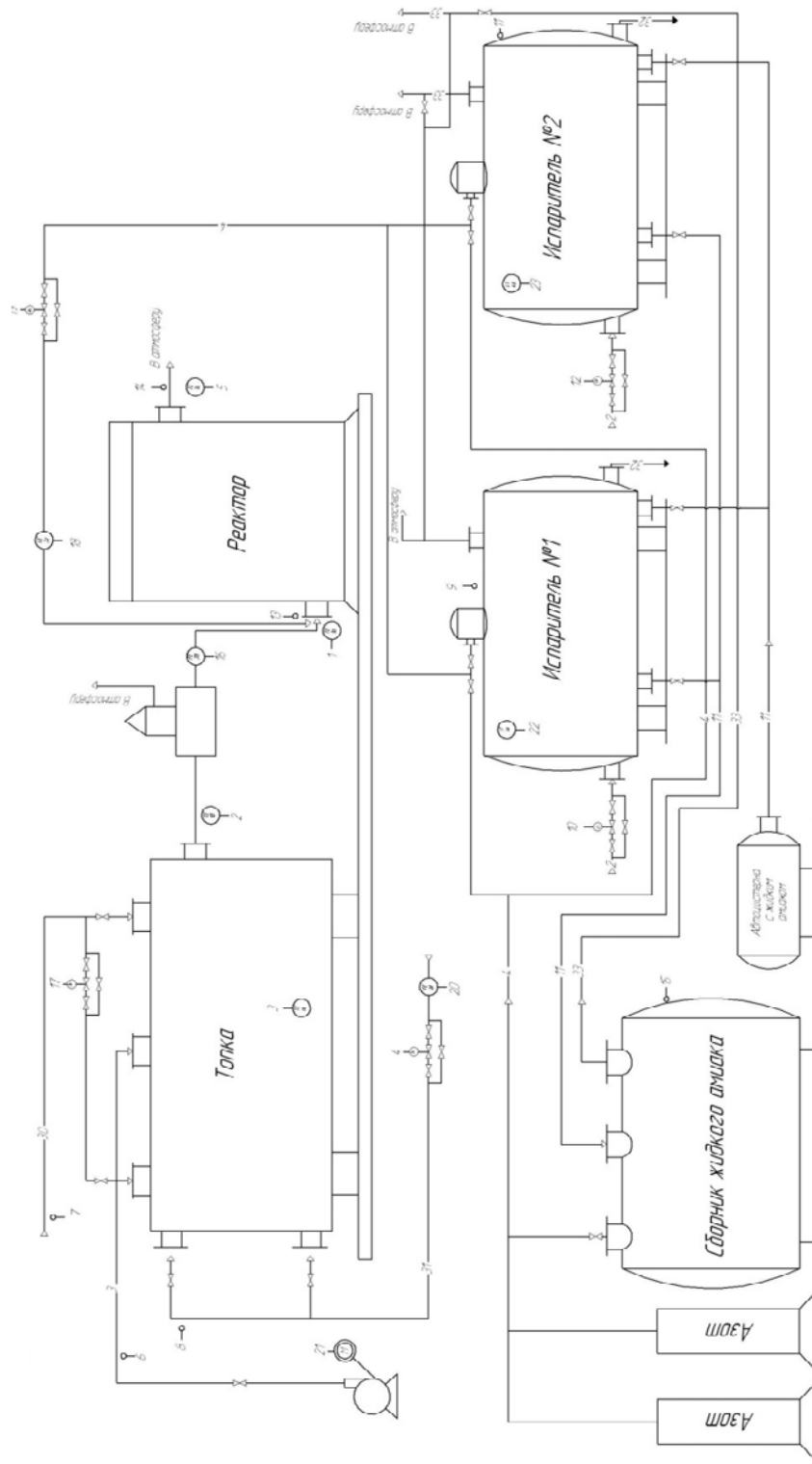
Вертикально в середині реактора, у вигляді двох циліндрів, що вставлені один в іншій, розташовані металеві каркаси, обтягнуті сіткою з нержавіючої сталі.

Газоподібний аміак виробляється шляхом нагрівання рідкого аміаку у випарник.

Заповнення випарника аміаком виконується заправником безводного аміаку, забезпеченого компресором, або з цистерни машини для транспортування рідкого аміаку.

Технологічна схема очищення викидів від нітрозних газів представлена на малюнку 1.1.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



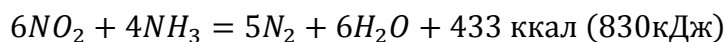
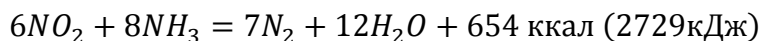
Малюнок 1.1 - Технологічна схема очищення викидів від нітrogenних газів

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

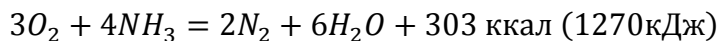
СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

Між сітчастими циліндрами розташовано каталізатор К-16У.

У реакторі при температурі 265 ... 297°C, проходячи через каталізатор, оксиди азоту відновлюються аміаком до азоту і води згідно реакції:

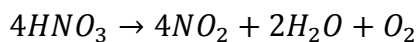


Частина аміаку вступає в реакцію з киснем, що присутній в нітрозних газах:



Тому кількість аміаку, що надходить до змішувача має бути вище технометричного співвідношення до окису азоту - до 40%.

Випари азотної кислоти, що входять до складу нітрозних газів, при температурі понад 250°C розкладаються за реакцією:

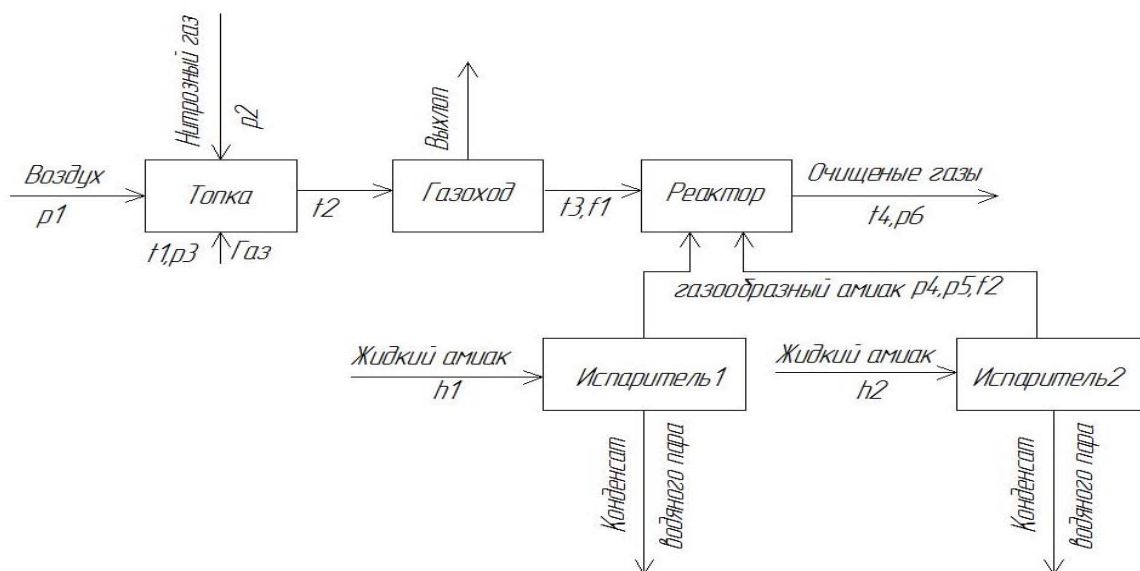


В процесі каталітичного відновлення оксидів азоту до азоту і води виробляється тепло, через що температура газів підвищується на 130 ... 140 °С на 1% відновлених оксидів азоту.

Очищені гази після реактора викидаються до атмосфери.

1.2 Схема інформаційно-матеріальних потоків

На основі технологічного процесу очищення викидів від нітрозних газів складаємо схему руху матеріальних потоків. Результат наведено на малюнку 1.2



Малюнок 1.2 - Схема інформаційно-матеріальних потоків процесу очищення викидів від нітрозних газів

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Спочатку нітрозні гази під тиском p_2 надходять до топки, де вони нагріваються до потрібної температури газом з тиском p_3 , температурою t_1 і повітрям з тиском p_1 . (рис. 1.1). Потрібна температура нагріву забезпечена регульованим клапаном. Після нагрівання газ з температурою t_2 надходить через газохід в реактор з температурою t_3 , і необхідною витратою f_1 .

До випарників 1 і 2 подається рідкий аміак, кількість якого підтримується на рівні h_1 і h_2 . Після випарників газоподібний аміак під тиском p_4 , p_5 і необхідною витратою f_2 , який утворився в результаті випаровування рідкого аміаку, спрямовується до реактора. У реакторі за температури t_3 і проходячи крізь шар каталізатору, нітрозні гази відновлюються аміаком до азоту і води згідно хімічної реакції. В результаті чого очищені гази викидаються до атмосфери.

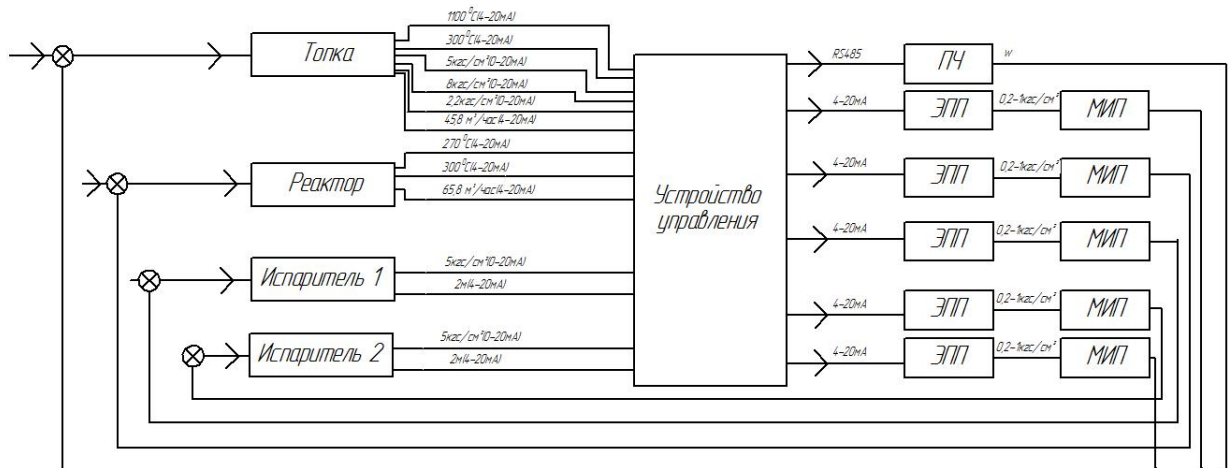
Використовуючи схему руху матеріальних потоків, визначимо параметри сигналізації, контролю та управління. Параметри зведемо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 - Перелік параметрів контролю, сигналізації та управління

Параметр	Ділянка технологічного процесу	Контрольований процес	Діапазон вимірюваної величини	Припустима похибка вимірювань
температура	топка	Контроль, управління	1000 ... 1100 ° С	2%
температура	Трубопровід після топки	Контроль, сигналізація	295 ... 300 ° С	2%
температура	Реактор	контроль	265 ... 270 ° С	2%
температура	Трубопровід після реактора	Контроль, сигналізація	295 ... 300 ° С	2%
тиск	Повітря в топці	Сигналізація, управління	4,1 ... 5,1 кгс / см ²	1%
тиск	Нітрозні гази в топці	Сигналізація, контроль	7,4 ... 8 кгс / см ²	1%
тиск	Природний газ в топці	Сигналізація, контроль	2,0 ... 2,3 кгс / см ²	1%
тиск	випарник №1	Контроль, управління	4,3 ... 5,1 кгс/см ²	1%

тиск	випарник №2	Контроль, управління	4,5 ... 5 кгс / см ²	1%
витрата	Газоподібний аміак в реакторі	Контроль, управління	45 ... 45,8 м ³ / год	2%
витрата	топкові гази	Контроль, управління	65 ... 65,8 м ³ / год	2%
витрата	Газоподібний аміак в реакторі	Контроль, управління	45 ... 45,8 м ³ / год	2%
витрата	топкові гази	Контроль, управління	65 ... 65,8 м ³ / год	2%
витрата	Газоподібний аміак в реакторі	Контроль, управління	45 ... 45,8 м ³ / год	2%

Спираючись на обрані параметри управління, структурна схема автоматизації набуває вигляду, наведений на малюнку 1.3 .



Малюнок 1. 3 - Структурна схема автоматизації

де ЭПП- электропневматичний перетворювач ;
 МВП - механізм виконавчий пневматичний ;
 ПЧ - перетворювач частоти.

2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

2.1 Вибір параметрів технологічного процесу

Під час вибору регульованих величин визначають цільове призначення процесу, взаємозв'язки його з іншими процесами, показники ефективності і значення, на якому вони повинні підтримуватися. Після цього аналізується ймовірність надходження зовнішніх обурюючих впливів в об'єкт управління. Визначаються шляхи їх стабілізації або усунення.

Запровадження автоматичних засобів контролю і сигналізації дозволяє забезпечити необхідний рівень безпеки технологічного процесу.

Спираючись на схему руху матеріальних потоків системи управління процесу рекуперації продукту, визначимо наступні точки контролю, управління і сигналізації:

2.1.1 Контроль і підтримання температури в топці

Необхідно підтримувати температуру в межах 1000 ... 1100°C, оскільки від цього параметра залежить якість випалу нітрозних газів. Регулювання виконуємо подачею газу до топки за допомогою регульованого клапана.

2. 1. 2 Контроль і підтримка тиску у випаровувачах 1 и 2

Необхідно постачати тиск в межах 4,5 ... 5 кгс/см², так як від тиску в випарниках залежить якість випаровування рідкого аміаку. Регулювання тиску аміаку виконуємо подачею пари до випарника за допомогою регульованого клапана.

2. 1. 3 Контроль і підтримання витрати топкових газів перед реактором

У процесі горіння природного і нітрозного газів утворюються топкові гази. Необхідно підтримувати витрату топкових газів в межах 45 ... 45,8 м³/годину, тому що від їх витрати залежить якість розкладання нітрозних газів. Витрата топкових газів регулюється за допомогою регульованого клапана подачі нітрозного газу в топку.

2. 1. 4 Контроль і підтримання витрати газоподібного аміаку в реакторі

З випарників по трубопроводу до реактору подається газоподібний аміак. У реакторі нітрозні гази крізь каталізатор відновлюються аміаком до азоту і води. Для максимально ефективного відновлення оксидів азоту необхідно підтримувати витрату аміаку 65 ... 65,8 м³/год. Корекція витрати аміаку виконується за допомогою регульованого клапана.

2 . 1. 5 Контроль температури топкових газів в реакторі

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Контроль данного параметра дозволяє визначати температуру топкових газів, які проходять крізь каталізатор в реакторі.

2. 1. 6 Контроль температури газів в газовідводі

Необхідність контролю данного параметра потрібна для контролю температури на виході газохіода, на якому розташований вихлопний клапан, що являє собою сталевий трійник, призначений для вихлопу топочних газів в атмосферу в період розпалу топки і виведення її на робочий режим. Один кінець трійника приєднаний до газоходу, другий кінець виведений в атмосферу. Виконується сигналізація перевищення нормальної температури.

2. 1. 7 Контроль температури на виході з реактора

Контролювати даний параметр необхідно для визначення температури на виході з реактора та виконання сигналізації при перевищенні норми температури.

2. 1. 8 Контроль і підтримання тиску повітря перед топкою

Необхідно підтримувати тиск повітря в межах 4 ... 5 кгс / см², адже від цього залежить якість відпалу нітрозних газів. Регулювання забезпечуємо зміною частоти обертання двигуна за допомогою перетворювача частоти.

2. 1. 9 Контроль наявності природного газу

Необхідність контролю даного параметру потрібна для визначення наявності достатнього тиску природного газу під час роботи топки. Сигналізація виконується в разі перевищення норми тиску.

2. 1. 10 Контроль наявності тиску нітрозних газів

Необхідність контролю даного параметра потрібна для визначення наявності достатнього тиску нітрозних газів при роботі топки. Сигналізується при перевищенні норми тиску.

2. 1. 11 Контроль тиску в збірнику рідкого аміаку

Необхідність контролю даного параметра потрібна для визначення ефективності роботи системи. Проводиться сигналізація перевищення норми тиску.

2. 1. 12 Контроль різниці тисків на вході і виході реактора

Від контролю данного параметра залежить якісна робота реактора. Виконується сигналізація перевищення норми тиску.

2. 1. 13 Контроль витрати природного газу

Необхідність контролю даного параметра потрібна для визначення кількісних витрат газу під час роботи топки.

2. 1. 14 Контроль рівня азоту у випарнику

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

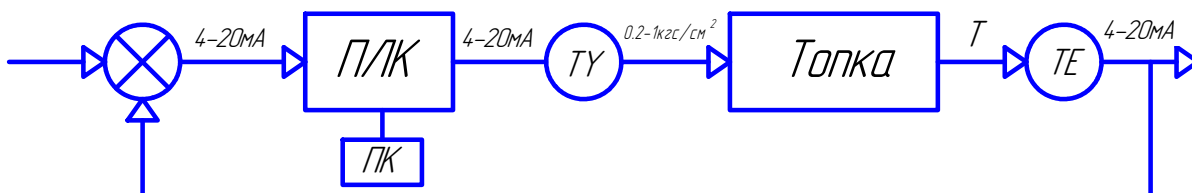
Для безпечного протікання ТП, у випарнику необхідно підтримувати рівень рідини в межах 1,7 ... 2 м.

2.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокування

2.2.1 Контроль і управління температурою

2.2.1.1 Контур управління температурою в топці

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1.1), для управління температурою в топці може використовуватися структурна схема, яку наведено на малюнку 2.1.

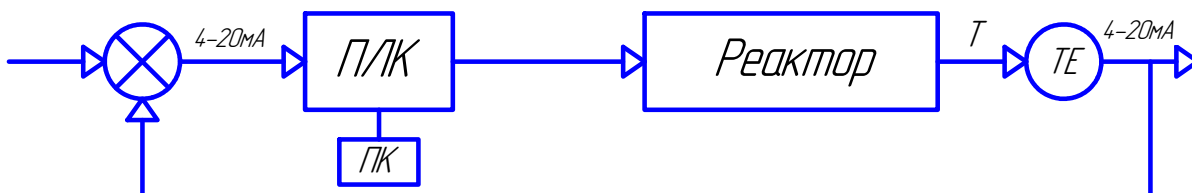


Малюнок 2.1 - Структурна схема контуру управління температурою в топці

Вимірювана температура в топці (Т) діє на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів термопар утворює з термо-ЕРС уніфікований аналоговий сигнал 4 ... 20 мА, звідки цей сигнал(4 ... 20 мА) надходить на елемент порівнювання. З елемента порівнювання результат у вигляді сигналу надходить на програмований логічний контролер(ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на електропневмоперетворювач. Після перетворення керуюче зусилля (0,2 ... 1 кгс / см²) надходить на регулюючий клапан, а також сигнал іде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер(ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, регулювання. Отримувані значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і, в разі потреби, їх можна роздрукувати.

2.2.1.2 Контур управління температурою в реакторі

Згідно з аналізом технологічного процесу (п.2.1.5), для контролю температури в реакторі може використовуватися структурна схема, яку наведено на малюнку 2.2.



Малюнок 2.2 - Структурна схема контуру контролю температур и в реакторі

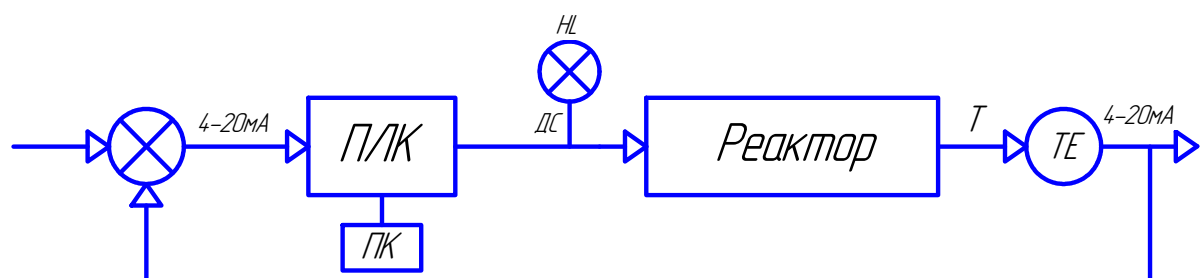
Вимірювана температура в реакторі(Т) діє на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів термопар утворює з термо-ЕРС уніфікований

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

аналоговий сигнал 4 ... 20 мА, звідки цей сигнал(4 ... 20 мА) надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал спрямовується на програмований логічний контролер (ПЛК), далі цей сигнал надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації. Отримувані значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і, в разі потреби, їх можна роздрукувати.

2.2.1.3 Контур контролю температури після реактора

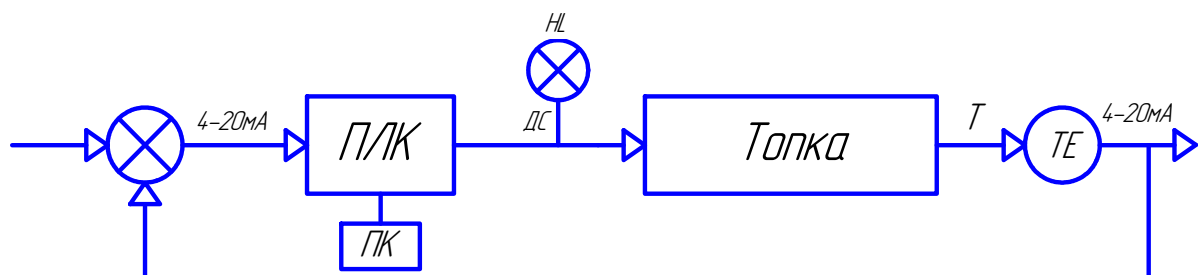
Згідно з аналізом технологічного процесу (п.2.1.7), для контролю температури після реактора може використовуватися структурна схема, яку наведено на малюнку 2.3.



Малюнок 2.3 - Структурна схема контуру контролю температури після реактора
 Вимірювана температура після реактора (Т) впливає на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів термопар перетворює термо-ЕРС в уніфікований аналоговий сигнал 4 ... 20 мА. Після чого аналоговий сигнал 4 ... 20 мА поступає на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.1.1. Контур контролю температури топкових газів після топки

Згідно з аналізом технологічного процесу (п.2.1.7), для контролю температури топкових газів після топки може використовуватися структурна схема, яку наведено на малюнку 2.4.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

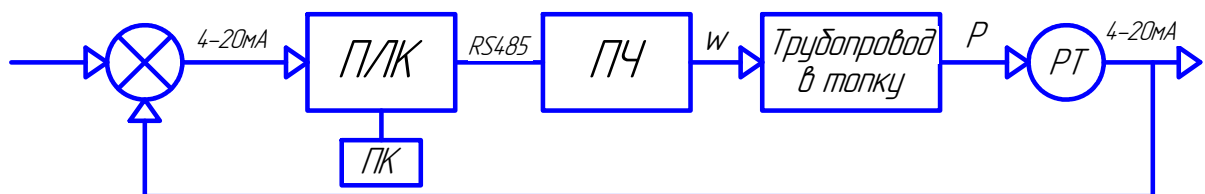
Малюнок 2.4 - Структурна схема контуру контролю температури після топки

Вимірювана температура після топки (Т) діє на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів термопар утворює з термо-ЕРС в уніфікований аналоговий сигнал 4 ... 20 мА, який надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер(ПЛК), який передає дискретний сигнал(ДС) на світлодіод , а також надходить на блок перетворення інтерфейсів і йде на комп'ютер. Програмований логічний котроллер(ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.2 Контроль і управління тиском

2.2.2.1 Контур управління тиском повітря

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 8), для управління тиском повітря може використовуватися структурна схема, яку наведено на малюнку 2.5.



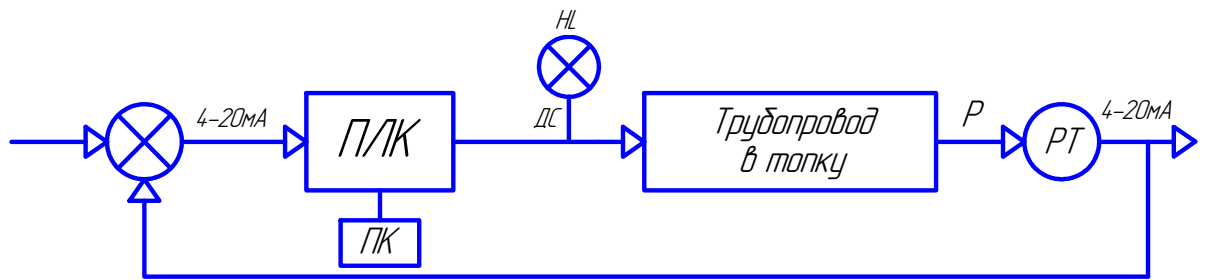
Малюнок 2.5 - Структурна схема контуру контролю тиску повітря

Вимірюваний тиск повітря(P) діє на датчик вимірювання тиску (РТ). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика(РТ) надходить на елемент порівнювання, з якого результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер(ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач частоти. З перетворювача частоти керуючий сигнал надходить на двигун, а також сигнал іде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер(ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.2.2 Контур контролю тиску нітрозних газів

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу(п.2.1.10), для контролю тиску нітрозних газів може використовуватися структурна схема, яку наведено на малюнку 2.6.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

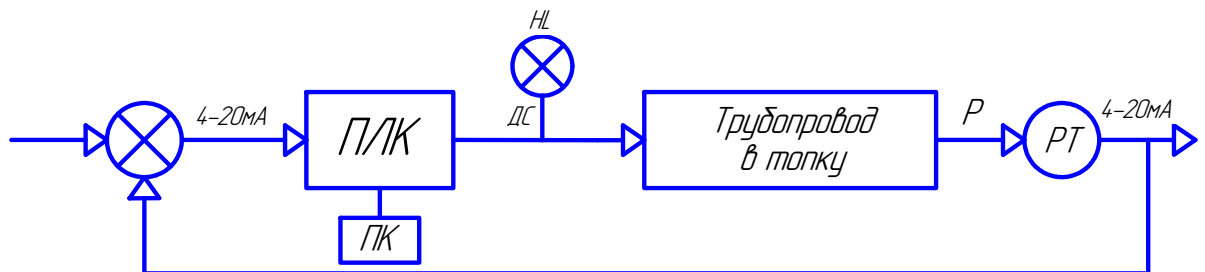


Малюнок 2.6 - Структурна схема контуру контролю тиску нітрозних газів

Вимірюваний тиск нітрозних газів (P) діє на датчик вимірювання тиску (PT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (PT) надходить на елемент порівнювання, звідки результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, а також на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.2.3 Контур контролю тиску природного газу перед топкою

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1.9), для контролю тиску природного газу перед топкою може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.7

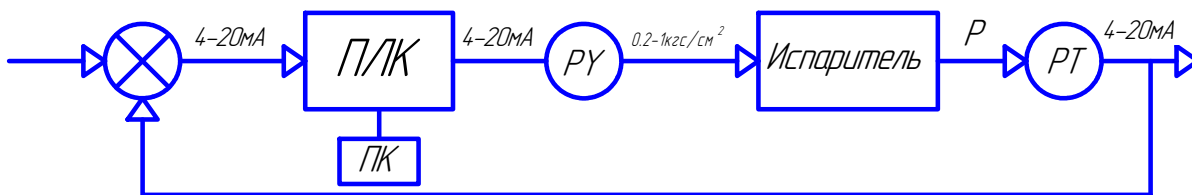


Малюнок 2.7 - Структурна схема контуру контролю тиску природного газу

Вимірюваний тиск природного газу (P) впливає на датчик вимірювання тиску (PT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (PT) надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.2.4 Контур управління тиском у випарнику

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1.2), для управління тиском у випарнику може використовуватися структурна схема, яку наведено на малюнку 2.8.

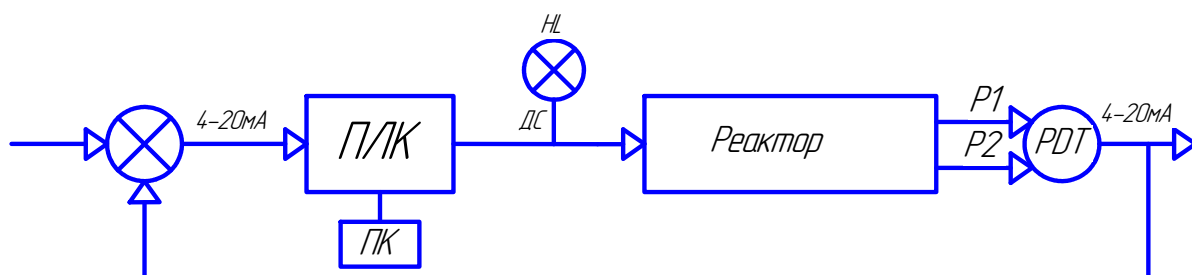


Малюнок 2.8- Структурна схема контура управління тиском в випарниках

Вимірюваний тиск в випарнику(P) впливає на датчик вимірювання тиску (PT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (PT) надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер(ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач. Після перетворювача керуючий сигнал (0,2 ... 1 кгс / см²) надходить на регулюючий клапан , а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.2.5 Контур вимірювання різниці тиску

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1.2), для контролю різниці тиску в реакторі може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.9 .



Малюнок 2.9 - Структурна схема контуру контролю різниці тиску

Вимірюваний тиск перед реактором (P1) і після реактора (P2) впливає на датчик вимірювання різниці тисків (PDT). Аналоговий сигнал (4 ... 20) мА на виході датчика (PDT) надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер(ПЛК), який передає дискретний сигнал(ДС) на світлодіод, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований

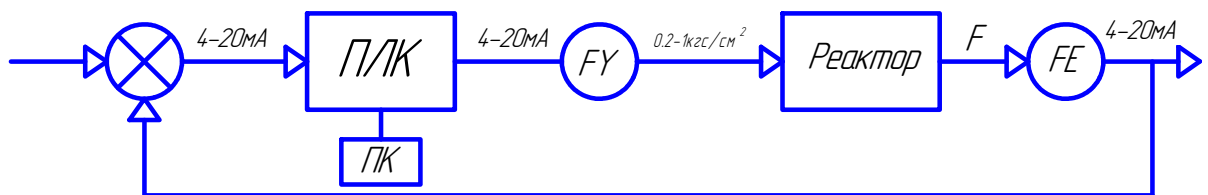
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

логічний контролер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.3 Контроль і управління витратами

2.2.3.1 Контур управління витратою топкових газів

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1.3), для управління витратою топкових газів може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.10.

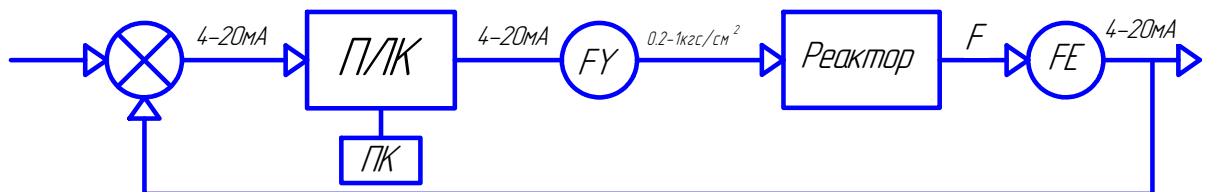


Малюнок 2.10 - Структурна схема контуру управління витратою топкових газів

Вимірювана витрата топкових газів в реакторі (F) вимірюється датчиком вимірювання витрати (FE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА з виходу датчика (FE) надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на електропневмоперетворювач. Після перетворювача керуючий сигнал (0,2 ... 1 кгс / см²) надходить на регулюючий клапан , а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.3.2 Контур управління витратою газоподібного аміаку

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1.4), для управління витратою газоподібного аміаку може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.11

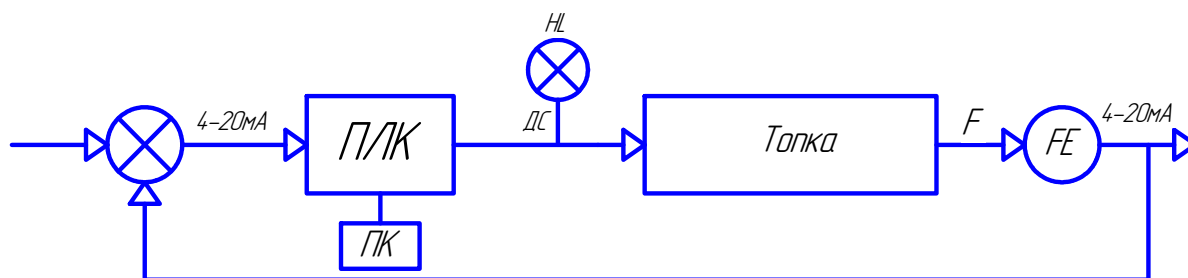


Малюнок 2.11 - Структурна схема контуру управління витратою газоподібного аміаку

Вимірювана витрата газоподібного аміаку в реакторі (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FE) надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач. Після перетворювача керуючий сигнал (0,2 ... 1 кгс / см²) надходить на регулюючий клапан, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.3.3 Контур контролю витрати природного газу

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 13), для контролю витрат природного газу може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.12



Малюнок 2.12 - Структурна схема контуру контролю витрат природного газу

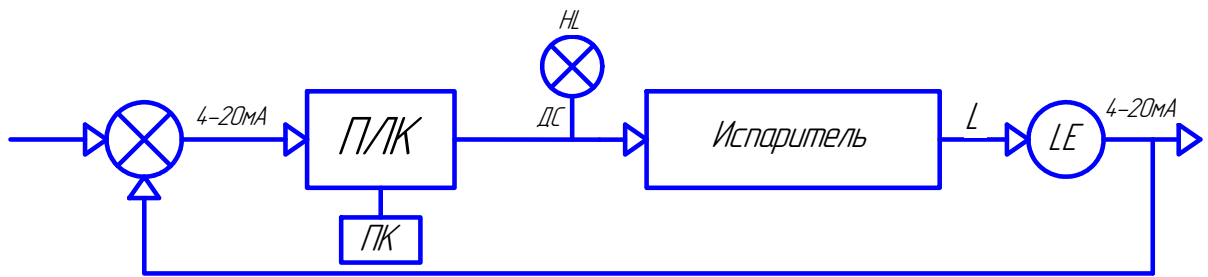
Вимірювана витрата природного газу в топці (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FE), звідки надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

2.2.4 Контроль і керування рівнем

2.2.4.1 Контроль рівня рідкого аміаку у випарниках

Згідно з виконаним аналізом технологічного процесу (п.2.1.1.4), для контролю рівня рідкого аміаку в випарниках може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.1.3.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



Малюнок 2.1.3 - Структурна схема контуру рівня рідкого аміаку у випарниках.

Вимірюваний рівень рідкого аміаку в випарнику (L) впливає на датчик вимірювання рівня (LE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА з виходу датчика (LE) надходить на елемент порівнювання. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції індикації, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби їх можна роздрукувати.

Контур аналогічний для всіх випарників.

3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Засоби автоматизації, що за їх допомогою яких буде виконуватися управління процесом, повинні обиратися технічно грамотно і економічно обґрунтовано. Конкретні типи та модифікації пристроїв обирають з урахуванням всіх можливих особливостей об'єкту управління. Першочергово звертають увагу на такі фактори, як пожежо- і вибухонебезпечність, агресивність і токсичність середовищ, кількість параметрів, що беруть участь в управлінні, і їх фізико-хімічні властивості, а також вимоги якості контролю і регулювання.

Основною концептуальною лінією вибору датчиків і виконавчих механізмів на даному рівні є вартість, зручність монтажу та обслуговування, уніфікованість приладів під сучасні засоби прийому/передачі та обробки інформації, а також вибір засобів автоматизації від одного виробника.

3.1 Вибір засобів автоматизації

Вибір датчиків температури

Для визначення температури в топці необхідно користуватися термопарами тому що термометрів опору на 1000 ... 1100 °С не існує. Зведемо характеристики доступних термопар до таблиці 3 .1

Таблиця 3.1 - Основні технічні характеристики термопар

Тип перетворювача	Тип	Найменування	клас допуску	Діапазон вимірюваних температур	допустимі відхилення
Овен ДТТк	ХА	Хромель - Алюмель	2	-40 ... 333 °С	± 2,5 °С
				333 ... 1200 °С	± 0,0075 Т
Овен ДТТЛ	ХК	Хромель - Копель	2	-40 ... 360 °С	± 2,5 °С
				360 ... 600 °С	± (0,7 °С +0,005 Т)
Овен ДТТS	ТТТ	Платина - платинородій	2	0 ... 600 °С	± 1,5 °С
				600 ... 1200 °С	± 0,0025 Т

Для визначення температури в топці найбільш придатною є термопара ХА, тому що вона має достатній робочий діапазон, найнижчу ціну, прийнятну точність.

Отже, для топки обираємо термопару марки: ОВЕН ДТТк 12 5-011 4 . 250 . Ех - Т 1.

Вказаним технічним вимогам повністю задовольняє термопара «хромель-алюмель», матеріал захисної арматури - сталь ХН45Ю з діапазоном вимірювання температури - 200...+1100°С, з ізольованим робочим спаєм, діаметром термоелектрода 0,7 мм, з

металевою комутаційної головкою, довжиною монтажної частини 250 мм, в корпусі 125.[12]

Для вимірювання температури на ділянках: перед реактором, після реактора, після топки - найбільш підходить термопара ХК, так як вона має достатній робочий й діапазон, прийнятну точність.

Отже, для ділянок: перед реактором, після реактора, після топки - застосуємо термопар у марки: ОВЕН ДТП L 015 -011 4 . 250 .

Вказаним технічним вимогам відповідає термопара «хромель- копель», матеріал захисної арматури - сталь 12Х18Н10Т з діапазоном вимірювання температури -200 ... + 600 ° С, з ізолюваним робочим спаєм, діаметром термоелектрода 0,7 мм, з металевою комутаційної головкою, довжиною монтажної частини 250 мм, в корпусі 015 .

Зовнішній вигляд датчиків температури представлений на малюнку 3.1.

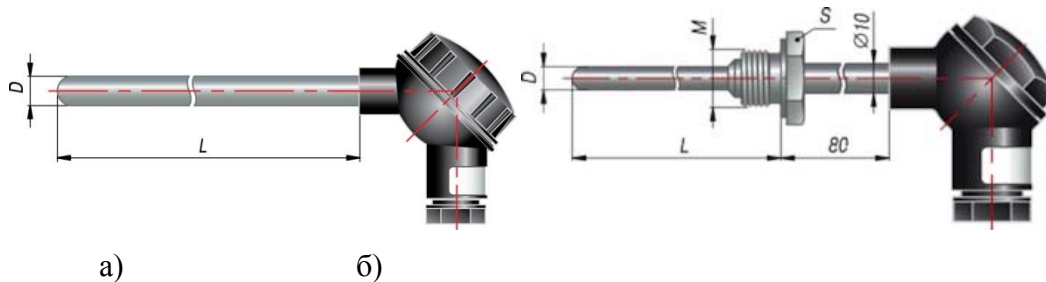


Рисунок 3.1 – Датчики температури:

а) ДТПЛ015-0114.250; б) ДТПК125-0114.250.

Малюнок 3 .1 - Датчики температури:

а) ДТП L 015 -011 4 . 250 ; б) ДТПК 12 5-011 4 . 250 .

Вибір датчиків тиску

Для вимірювання тиску в реакторі, випарниках і в трубопроводі, проведемо вибір між перетворювачем надлишкового тиску, з верхньою межею вимірювання 0,6 МПа. З вихідним струмовим сигналом, ПД100-ДІ-1,0-0,5 [виробництва Овен. Зовнішній вигляд датчика тиску представлений на малюнку 3 .2.



Малюнок 3 .2 - Перетворювач надлишкового тиску ПД100-ДІ-1,0-0,5

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

I датчик тиску Сапфір 22 ДІ. Зовнішній вигляд датчика тиску представлений на малюнку 3.3



Малюнок 3.3 - Перетворювач надлишкового тиску Сапфір 22ДІ

Порівняємо характеристики датчиків тиску в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Основні технічні характеристики перетворювачів тиску

Виробник		ОВЕН
Найменування	Сапфір 22ДИ	ПД100-ДИ-1,0-0,5
Вихідний сигнал	4 - 20/ 20 - 4; 0 - 5/5 - 0; 0 - 20/20 - 0	4...20 мА
Основна похибка	± 0,15; 0,25; 0,5	0,5%
Діапазон робочих температур контролюваного середовища	- 40...+ 80 ⁰ С	- 40...95 ⁰ С
Напруга живлення	15... 42 В DC	12...36 В DC
опір навантаження	-	0...1кОм (залежить від напруги живлення)
споживана потужність	-	0,75 Вт
Ступінь захисту корпусу	IP65	IP 65
Середній час напрацювання на відмову		Не менее 100 000 часо́в
Середній термін служби	15 років	12 років
маса	2,6 кг	0,2 кг
Штуцер для підключення	-	M20x1,5
Висота	-	Не более 127,5 мм
Ціна , грн	970	590

Порівнявши технічні характеристики датчиків Сапфір 22ДІ і ПД100-ДИ-1,0-0,5, можна зробити висновок, що вони обидва однаковою мірою задовольняють висунутим умовам. І хоча датчик Сапфір 22ДІ має меншу відносну похибку, і більший середній термін служби, перевагу надано датчику ПД100-ДИ-1,0-0,5, тому що він має достатню точність для даного виміру, більш практичне кріплення і значно меншу вартість, тому варто використовувати датчик тиску ПД100-ДИ-1,0-0,5.

Приклад позначення для замовлення:

ПД100-ДІ1,0- 311-0,5

Вибір датчиків різниці тиску

Для визначення витрати ППС що надходить на адсорбційну установку, є можливість установити діафрагму камерну ДК-6-50 на якій необхідно вимірювати різницю тиску. Для цього можливо використати наступні датчики:

а) Регулятор потоку Метран - 360 - R 100 F.

Призначений для вимірювання масового і обчислення об'ємної витрати рідких і газоподібних агресивних середовищ; використовується в системах автоматичного контролю і управління технологічними процесами в різних галузях промисловості. [14]

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.3.

б) Датчик перепаду тиску Корунд-ДЦ-101. Перетворювач тиску малогабаритний призначається для перетворення різнісного тиску рідких та газоподібних агресивних середовищ.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.3.

в) Датчик перепаду тиску ЗОНД-10-ДД. Датчики тиску серії ЗОНД-10-ДД призначені для вимірювання різниці тиску рідких та газових середовищ. Використовується в нейтральних, а також агресивних середовищах. Має РКІ індикатор.

Основні характеристики датчиків наведені в таблиці 3.3.

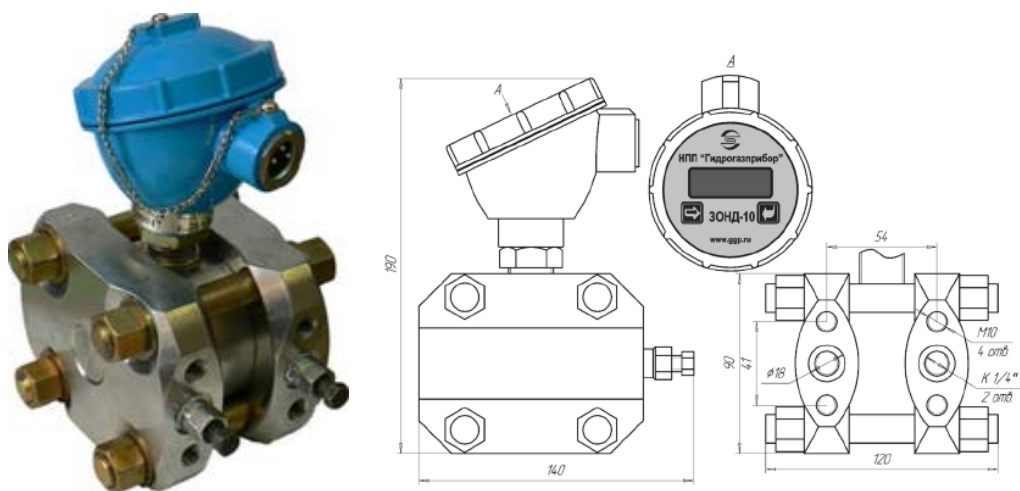
Таблиця 3.3 - Основні технічні характеристики датчиків різниці тиску

Назва датчика	функціональні особливості.	Діапазон кгс / см ²	Основна похибка	Вих. сигнал	Вартість, грн.
Метран-360-R100F	Датчик витрати газу	від 0 до 20	± 0,2%	0 ... 20мА	2800
Корунд-ДД-101	датчик перепаду тиску	від 0 до 15	± 0,5%	0 ... 5 мА	3524
ЗОН Д-10 ДД	датчик різниці тиску з РКІ	від 0 до 10	± 0,15%	0 ... 20мА	1600

Порівнявши технічні характеристики датчиків, а так само їх вартість і прийнявши до уваги основний принцип вибору можна зробити висновок, що датчик тиску ЗОНД-10- ДД,

має найменшу вартість і також характеризується більш високою точністю вимірювань. Тому обираємо датчик тиску ЗОНД -10-ДД.

Зовнішній вигляд датчика представлений на малюнку 3 .4.



а) б)

Малюнок 3 .4 - Датчик перепаду тиску ЗОНД -10-ДД :

а) зовнішній вигляд; б) габаритні і приєднувальні розміри .

Приклад позначення для замовлення:

ЗОНД10-ДД-1172; 0-16 кПа; 4-20мА; 0.5%; -10±50⁰С; 6 МПа.

Для захисту внутрішніх порожнин перетворювача тиску від безпосереднього впливу вимірюваних агресивних середовищ виберемо розділову судину. (табл. 3.4).

Найменування	Тип	Тиск, МПа	матеріали деталей
судини розділові	СР-6,3-2-А	6,3	сталь 20
	СР-6,3-4-А	6,3	
	СР-25-А	25	
	СР-25-2-А	25	
	СР-40-А	40	
	СР-6,3-2-В	6,3	
	СР-6,3-4-В	6,3	
	СР-25-2-В	25	
	СР-25-4-В	25	
	СР-40-В	40	
	СР-25-4-А	25	
	СР-25-В	25	
	СР-40-А	40	

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

СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

Лист

24

Таблиця 3.4 - Основні технічні характеристики розділових судин

Так як різноманітність розділових судин в даний момент на ринку не значна, то вибір проводимо з міркування номінального тиску і невеликої ціни[2].

Вибираємо розділову судину СР-6,3-2-А . (8шт.)

Зовнішній вигляд розділової судини представлений на малюнку 3.5.



Малюнок 3.5 - судина розділова СР-6,3-2-А

Вибір датчиків рівня

Для вимірювання рівня в випарниках можливе використання наступних датчиків:

а) Перетворювач (датчик) тиску гідростатичного СМХ-ДГ 5520

Випускається у вибухозахищеному виконанні. Призначений для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами і забезпечує неперервне перетворення значення вимірюваного параметра - тиску гідростатичного (ДГ) нейтральних і агресивних середовищ в уніфікований струмовий вихідний сигнал дистанційної передачі.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.5 .

б) Датчик гідростатичного тиску САПФІР 22 ДГ 2520

Датчик САПФІР 22 ДГ використовують в системах АСУТП для вимірювання гідростатичного тиску палива, води, рідин, газу або пари, що дозволяє використовувати їх для контролю витрати і рівня цих середовищ, а також для неперервної передачі вимірюваних значень у вигляді стандартного вихідного струмового сигналу на вторинну апаратуру реєстрації даних або виконавчі механізми.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.5.

в) Поплавковий датчик рівня ОВЕН ПДУ-1

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Датчик рівня ОВЕН ПДУ-І призначається для вимірювання рівня, а також для неперервної передачі вимірюваних значень у вигляді стандартного вихідного струмового сигналу на вторинну апаратуру реєстрації даних або виконавчі механізми. Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3 .5 - Зведена таблиця параметрів датчиків рівнів.

Назва датчика	функціональні особливості	Діапазон вимірювань	Основна похибка	Вих. сигнал	Вартість, грн.
СМХ -ДГ 5520	Перетворювач гідростатичного тиску	0 ... 10 кгс / см ²	0,15%	0-5мА , 4-20 мА	3 900
САПФІР 22 ДГ 2520	датчик гідростатичного тиску	0 ... 15 кгс / см ²	0,25 %	0-5мА , 4-20 мА	3 750
ОВЕН ПДУ-І	Датчик рівня	0 ... 2м	0,1%	4-20 мА	3 200

Порівнявши технічні дані датчиків рівня, а також їх вартість можна дійти наступного висновку: так як висока точність вимірювання не є необхідною і, взявши до уваги принцип обрання датчиків, то обрано датчик з мінімальною вартістю і відносно невеликою величиною похибки ОВЕН ПДУ-І.2000 .

Зовнішній вигляд датчика рівня представлений на малюнку 3 .6.



Маюнок3.6 – Датчик рівня ПДУ-И.2000

Вибір витратоміра

Для вимірювання витрат газів, можливе використання наступних лічильників:

а) Лічильник TRZ G 400.

Використовується для вимірювання витрати газів і видачі сигналу вимірюваної інформації. Застосовується в системах автоматичного контролю, регулювання та

управління технологічними процесами. Видають уніфікований вихідний сигнал 4 ... 20мА, 0 ... 5 мА.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.6.

б) Вихровий витратомір-лічильник газу ВРСГ-1

Призначається для визначення витрати газів. Використовується в системах автоматичного контролю і управління технологічними процесами в різних галузях промисловості.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3 .6 - Зведена таблиця параметрів лічильників

Назва датчика	Діапазон м ³ / год	Основна похибка	вих сигнал	Вартість, грн
TRZG400	від 0 до 400	± 0,5%	0-20мА	18000
ВРСГ-1	Від 14 до 5000	± 0,1%	4-20мА	16000

Порівнявши технічні характеристики лічильників витрати, а також їх вартість розуміємо, що лічильник ВРСГ-1 має більш високу точність вимірювання, і меншу вартість, що більш пріоритетно для розроблюваної системи.

Зовнішній вигляд витратоміра-лічильника представлено на малюнку 3 .7.



Малюнок 3 .7 - Зовнішній вигляд лічильника ВРСГ-1

Вибір перетворювача частоти

В процесі очищення викидів від нітрозних газів необхідно підтримувати на одному рівні тиск повітря. Процес підтримки тиску повітря на одному рівні здійснюється за

рахунок регулювання частоти обертання двигуна насоса 4A90L2Y3 засобами перетворювача частоти.

а) Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ3-2К2-Б (рисунок 3.8).

У ПЧВ3 можливості взаємодії перетворювача з іншими пристроями системи частотного управління приводом значно розширені за рахунок збільшення кількості дискретних і аналогових виходів. ПЧВ3 мають два релейних і два аналогових струмових виходу, які при необхідності можуть використовуватися як цифрові. Це розширює можливості використання ПЧВ в системах каскадного управління насосами, а також покращує організацію роботи додаткових систем автоматики.

У ПЧВ3 значно розширені функціональні можливості, а саме режими: «пожежний», «сплячий» і контроль «обриву ремня» з виконанням спеціальних алгоритмів роботи приводів.



Малюнок 3.8 - Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ3-2К2-Б

Крім інтерфейсу Modbus ПЧВ3 підтримує кілька додаткових інтерфейсів для більш зручної інтеграції в системи інтелектуальної будівлі, а саме: BACNet , Metasys N , FLN Arpogee . Заводські настройки «за замовчуванням» дозволяють користувачеві з мінімальними витратами випробувати роботу приводу в ручному та автоматичному режимах після введення основних параметрів АД.

б) Перетворювачі частоти серії FR-F740-00023-EC Mitsubishi Electric (рисунок 3.9).

Основними особливостями даного ПЧ є

- * Повний контроль і підвищений захист електродвигуна;
- * Запуск при обертанні навантаженні;
- * Оптиміальне узгодження характеристики крутного моменту з характеристикою механізму;
- * Управління декількома вентиляторами або насосами;
- * Локальне ПІД-регулювання та опції підключення до мережі обміну даними;

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- * Економія енергії понад 60% завдяки технології ОЕС;
- * Великий термін служби при спрощеному техобслуговуванні.



Малюнок 3.9 - Перетворювач частоти FR-F740-00023-EC Mitsubishi Electric.

Основні характеристики перетворювачів частоти наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Основні характеристики перетворювачів частоти.

Виробник	ОВЕН	Mitsubishi Electric
Найменування	ПЧВЗ-2К2-Б	FR-F740-00023-EC
діапазон потужності	0,37-90 кВт	0,75 ... 630 кВт
живлення	3-фазне 380-480В	3-фазне 380-480В
Вихідна частота	0 ... 200 Гц	0 ... 400 Гц
Ціна	4000 грн	4500 грн

Порівнявши технічні характеристики приладів, робимо висновок, що розглянуті перетворювачі однаково підходять. І хоча перетворювач FR-F740-00023-EC має більший діапазон потужностей і вихідної частоти, перевагу віддано перетворювачу ПЧВЗ, через те, що він має достатній діапазон вихідної частоти для даного застосування, і значно меншу вартість - тому варто використовувати саме перетворювач частоти ПЧВЗ- 2 К5- Б .

Вибір контролера

На підставі таблиці 1.1 і аналізі процесу очищення викидів від нітрозних газів висунемо вимоги до портів контролера. Вимоги до портів контролера винесені в таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 - Вимоги до портів контролера.

сигнали	кількість сигналів
аналогові вхідні	16
дискретні вхідні	0
аналогові вихідні	5
дискретні вихідні	7

Орієнтуючись на технічні характеристики датчиків і виконавчих механізмів, для кращої компоновки системи управління за допомогою засобів обчислювальної техніки обрані модулі компанії ОВЕН, орієнтовані на споживачів країн СНД. Ці засоби є повністю російською розробкою найбільшого на території СНД виробника засобів промислової автоматизації - компанії ОВЕН.

Це дозволяє отримати детальну документацію українською мовою, технічну підтримку і навчання, а також гарантійне і післягарантійне обслуговування в сервісних центрах по всьому СНД.

Програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 160

Призначений для створення систем управління малими та середніми об'єктами.

Побудова системи управління і диспетчеризації на базі ОВЕН ПЛК можлива як за допомогою провідних засобів - використовуючи вбудовані інтерфейси Ethernet, RS-232, RS-485, так і за допомогою бездротових засобів - використовую радіо, GSM, ADSL модеми.

Конструктивні особливості ОВЕН ПЛК 160

Контролер виконаний в компактному DIN-рейковому корпусі

Розширення кількості точок введення \ виведення здійснюється шляхом підключення зовнішніх модулів введення \ виводу за допомогою одного з вбудованих інтерфейсів.

Обчислювальні ресурси ОВЕН ПЛК 160

У контролері закладені потужні обчислювальні ресурси при відсутності операційної системи:

- високопродуктивний процесор RISC архітектури ARM9, з частотою 180МГц компанії Atmel;
- великий обсяг оперативної пам'яті - 8МБ;
- великий обсяг постійної пам'яті - Flash пам'ять, 4МБ;
- обсяг енергонезалежної пам'яті, для зберігання змінних - до 16КБ.

Зовнішній вигляд ПЛК представлений на малюнку 3.10.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30



Малюнок 3.10 - ОВЕН ПЛК 160

електричні параметри

- Два варіанти живлення для кожного контролера:
- змінний струм: (90-265) В, (47 ... 63) Гц;
- постійний струм: (18-29) В.
- Невелика споживана потужність до 10 Вт.
- Дискретні входи - 16
- Дискретні виходи - 12
- Аналогові входи - 8
- Аналогові виходи - 4
- Всі дискретні входи контролера вимірюють сигнал 24В.
- Тип сигналу може бути як рnp, так і рnp.
- Дискретні виходи типу: Р - реле.

«Швидкі» аналогові входи, для підключення уніфікованих датчиків струму, напруги. Дискретні виходи контролерів даної лінійки можуть бути налаштовані на видачу ШІМ, або генератора з високою точністю.

Вартість ПЛК - 4200 грн.

Так як вбудованих аналогових входів / виходів не достатньо, то існує необхідність використання додаткових модулів введення / виведення аналогових сигналів.

Модуль введення аналогових сигналів ОВЕН МВ110-8А

Прилад призначений для перетворення вимірюваних аналогових сигналів в цифровий код і передачі результатів вимірювання в мережу RS-485. Призначається для побудови автоматизованих систем збору даних в різних областях промисловості, сільського та комунального господарства, на транспорті.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Прилад працює в мережі RS-485 за протоколами OVEN, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

Прилад має наступні групи гальванічески ізольованих ланцюгів:

- ланцюга живлення приладу;
- ланцюги інтерфейсу RS-485;
- ланцюга вимірювальних входів.

Прилад не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор.

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно до ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

Модель введення аналогових сигналів представлений на малюнку 3.11.



Малюнок 3.11 - OVEN MB110-8A

Основні особливості модуля швидкісного введення аналогових сигналів MB110-8AC

- 8 каналів аналогового введення
- Типи входних сигналів: уніфіковані сигнали струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА) і напруги (0-10 В)
- Частота вимірів: до 200 вибірок в секунду
- Напруга живлення: ~ 220 В або 24 В (в залежності від модифікації)
- Вбудоване джерело живлення датчиків: 24 В, 180 мА (для модифікації зі змінним напругою живлення)

Приклад позначення при замовленні:

OVEN MB110- 224. 8A

Вартість модуля - 1047 грн.

Модуль виводу аналогових сигналів OVEN M Y110- 8И

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Прилад призначений для перетворення цифрових сигналів, які передаються по мережі RS-485, в аналогові сигнали діапазоном від 4 до 20 мА для управління виконавчими механізмами або для передачі сигналів приладів реєстрації та самописцям.

МУ110 працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

МУ110 не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. Як майстри мережі можуть використовуватися прилади ОВЕН ТРМ151, ТРМ133, контролери ОВЕН ПЛК і т.п.

До МУ110 надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурація МУ110 здійснюється за допомогою ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4, відповідно) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно до ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

Зовнішній вигляд модуля виведення аналогових сигналів представлений на малюнку 3.12.



Малюнок 3.12 - ОВЕН М У 110 8И

Основні особливості модуля швидкісного виведення аналогових сигналів М У 110 8И

- 8 каналів аналогового виходу 4-20 мА .
- Напруга живлення: ~ 220 В і чи = 24 В (універсальне джерело живлення)

Приклад позначення при замовленні:

ОВЕН М У 110-224. 8И

Вартість модуля - 1655 грн.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Вибір виконавчих механізмів

Для управління температурою в топці, тиском у випарник, витратою газоподібного аміаку і нітрозного газу, необхідно вибрати виконавчі механізми, які б і задовольняли умовам вибухозахищеності.

В якості виконавчого механізму можуть бути використані:

а) Механізм виконавчий пневматичний МІП-320 з пневматичним аналоговим вхідним сигналом.

Призначений для переміщення регулюючих та запірно-регулюючих органів для точного регулювання нейтральних і агресивних рідин і газів в системах автоматичного і дистанційного керування.

Основні характеристики виконавчого механізму наведені в таблиці 3. 9

б) Регулюючий пневмоклапан Burkert 2300.

2/2-ходовий й регулюємий поршневий пневмоклапан Burkert 2300 призначений для точного регулювання нейтральних і агресивних рідин і газів. Середовище: нейтральні гази, вода, спирт, масла, горючі речовини, гідравлічні кі рідини, сольові розчини, лужні розчини, органічні розчинники, пар.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.9

Таблиця 3.9 - Основні характеристики виконавчих механізмів

Тип	МІП-320	Burkert 2300
Робоче середовище	Стиснене повітря	Стиснене повітря
Умовний хід (типорозмір), мм	100, 200, 320, 400	160, 200, 340, 420, 500
тиск живлення	від 0,4 ... 1 МПа	від 0,14 ... 3 МПа
вхідний сигнал	0,02 ... 0,1 МПа	4 ... 20 мА
Ціна	3000	400

Порівнявши технічні характеристики виконавчих механізмів, а так само їх вартість можна зробити висновок, що виконавчий механізм МІ П -320, на відміну від Burkert 2300 має вхідний сигнал пневматичний, що дуже важливо, оскільки середовище вибухо/пожежонебезпечна, тому в процесі рекуперації продукту будемо використовувати в якості виконавчих механізмів МІП 320

Для управління температурою в топці, тиском у випарник, витратою газоподібного аміаку і нітрозного газу вибираємо виконавчий механізм МІП-320.

Зовнішній вигляд виконавчого механізму представлений на малюнку 3 .1 3



Малюнок 3.13 - Зовнішній вигляд виконавчого механізму МПП-П-320

Вибір перетворювачів

Для сполучення контролера з пневматичними виконавчими механізмами будемо використовувати перетворювачі електропневматичні типу ЕПП.

Перетворювач електропневматичний типу ЕПП призначений для перетворення уніфікованого аналогового електричного сигналу постійного струму в уніфікований пневматичний аналоговий сигнал. Перетворювачі призначені для управління пневматичними позиціонерами, механізмами та іншими пневматичними пристроями. Застосування: системи автоматизації технологічних процесів у цукровій, хімічній, нафтопереробній та інших галузях промисловості.

Основні характеристики представлені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Основні характеристики ЕПП

Діапазон зміни вхідного сигналу постійного струму, мА	Межа допустимої похибки, %	Номінальне значення тиску повітря живлення, кПа	Вихідний сигнал пневматичний аналоговий, кПа	Робоча температура,	маса, кг
0-5; 0-20; 4-20	± 0,5	140	20-100кПа	-50 + 50	1,3

Зовнішній вигляд перетворювача ЕП-3211 представлений на малюнку 3.14



Малюнок 3.14 - Зовнішній вигляд перетворювача ЕП-3211

Приклад позначення при замовленні:

ЕП - 3221

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

3.2 Розробка системи сигналізації

Для здійснення технологічної сигналізації скористаємося блоком технологічної сигналізації ПТС-64 .

Блок технологічної сигналізації призначений для узагальненої і поканальної сигналізації параметрів технологічних процесів, значення яких в процесі роботи перевищують ті чи інші технологічні уставки . Використовується в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в схемах технологи чеський і аварійної сигналізації .

Прилад технологічної сигналізації ПТС-64 складається з одного блоку ПТС-2 (ведучий пристрій або прилад узагальненої сигналізації) і одного або декількох блоків ПТ С-8 (ведене пристрій або прилад поканальної сигналізації).

Функціональні можливості

Їх функції:

- Індикація спрацьовування поканального (ПТС-8) і узагальненої сигналізації (ПТС-2);
- Підключення зовнішніх світлодіодних індикаторів (через клемний з'єднувач або роз'єм ГТС-Б);
- Вибір типу сигналу сигналізації - статичний сигнал (постійне світіння) або динамічний з частотою F 1 або F 2. Використання F 1 і F 2 направлено на два різних (по тону, силі звучання) звукових пристроїв;
- Квитування (зняття) сигналізації проводиться за допомогою кнопки, яка підключається до клем ПТС-2 ;
- Перевірка (тестування) сигналізації проводиться за допомогою кнопки, яка підключається до клем ПТС-2 .

Пристрій ПТС-2 (провідне) містить :

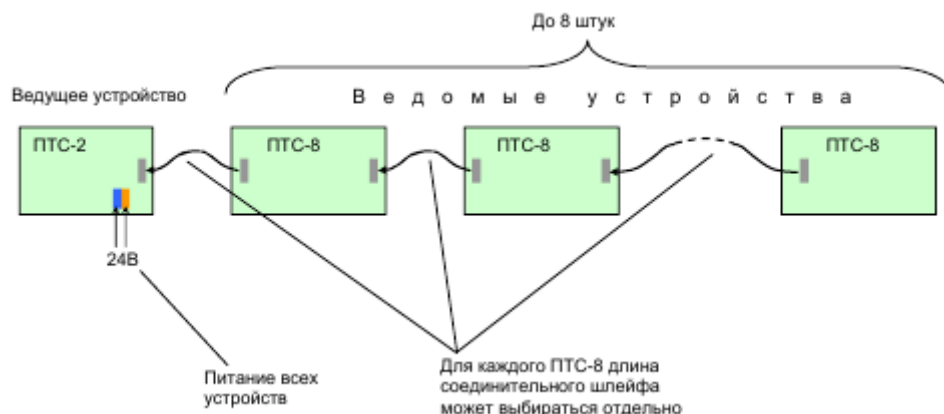
- Два незалежних канали сигналізації переключаючими контактами частоти F1 і F2;
- Задатчик частоти сигналів сигналізації F 1 і F 2;
- Вузол квітрованія (зняття) сигналізації;
- Вузол перевірки сигналізації;
- Пристрій ПТС-8 (ведене) містить:

Пристрій ПТС-8 (ведене) містить:

- Вісім незалежних каналів сигналізації з можливістю по каналного вибору сигналу сигналізації і номера каналу спрацьовування сигналізації ПТС-2 ;

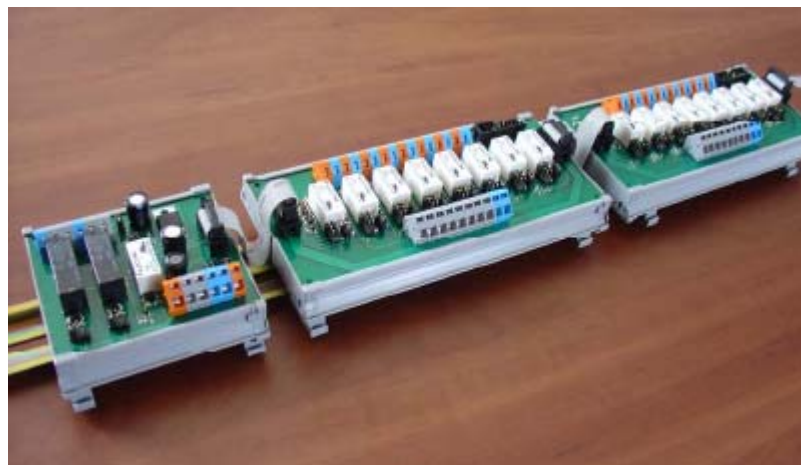
					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Підключення приладу технологічної сигналізації ПТС-64 здійснюється наступним чином. До ведучого пристрою ПТС-2 підключаються від одного до восьми ведених пристроїв ПТС-8. Схема підключення приладу представлена на рис. 3.15 .



Малюнок 3.15 - Схема підключення приладу ПТС 64

Зовнішній вигляд приладу технологічної сигналізації ПТС-64 представлений на малюнку 3.1 6 .



Малюнок 3.1 6 - Зовнішній вигляд приладу технологічної сигналізації ПТС-64

4 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ

Опис алгоритму роботи системи.

В загальному вигляді система має працювати за алгоритмом, наведеним на малюнку 4.1

Після ввімкнення живлення система перевіряє працездатність всіх пристроїв, згодом, у разі виявлення несправності система має сповістити про несправності, після чого перейде до очікування подальших дій або команд оператора.

У разі коректної перевірки система виконає ініціалізацію усіх пристроїв і перейде до очікування команди старту роботи. При надходженні команди старту виконується програма запуску системи. Ця програма необхідна для запобігання аварійних ситуацій під час пуску, а також уникнення викиду в атмосферу шкідливих випарів на початкових етапах роботи.

Коли програма запуску успішно завершить повний запуск системи, система перейде до основної програми, за якою і продовжить працювати

Програма перевірки працездатності.

Алгоритмом перевірки працездатності є такий порядок дій:

Спочатку система подасть запит на готовність контролеру і буде очікувати на відповідь протягом деякого часу, до спливання часу чергового таймера. Якщо контролер не реагує на протязі відведеного часу, то робиться висновок, про несправність системи, якщо ж контролер відповів на запит, то програма переходить до тестування модулів виводу, послідовно надсилаючи запити до кожного з них і очікуючи на відповідь. Якщо хоча б один з пристроїв не відповідає, робиться висновок про несправність системи. Якщо ж всі модулі введення/виводу справні, то система перейде до тестування датчиків, як і в попередньому випадку, надсилаючи запити і очікуючи на відповідь. У разі якщо всі пристрої і датчики в робочому стані, система завершує програму.

Програма запуску системи.

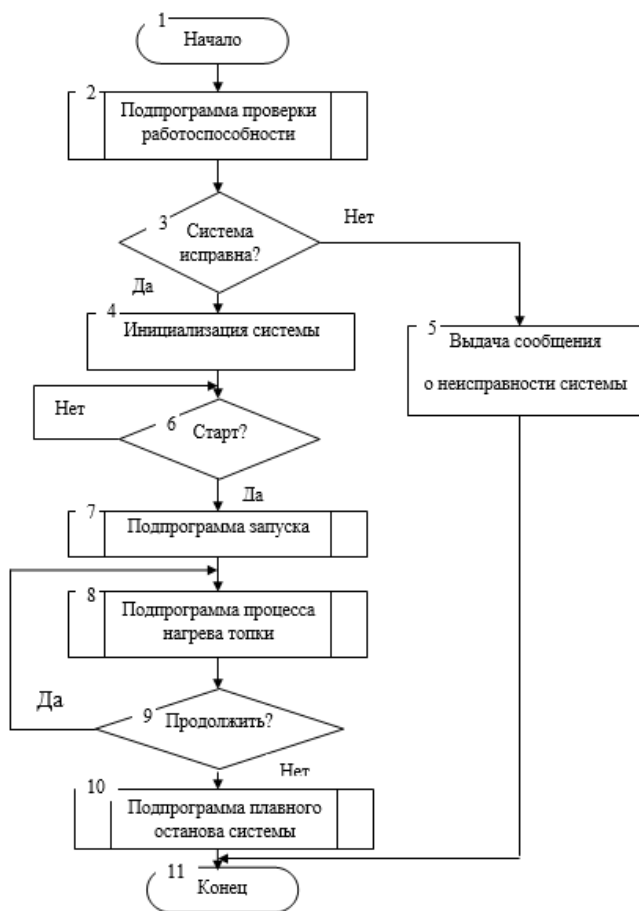
Алгоритм запуску системи необхідний для запобігання аварійних ситуацій, браку продукції, а також для економії енергії. В першу чергу система вмикає нагрів топки через те, що нагрів цього апарату є найтривалішим процесом і для заощадження енергії він має починатися першим. Після розігріву апаратів до робочої температури система готова до подальшого запуску, відкривається вихід вихлопу газу в атмосферу, і система виходить на робочий режим.

Основна програма.

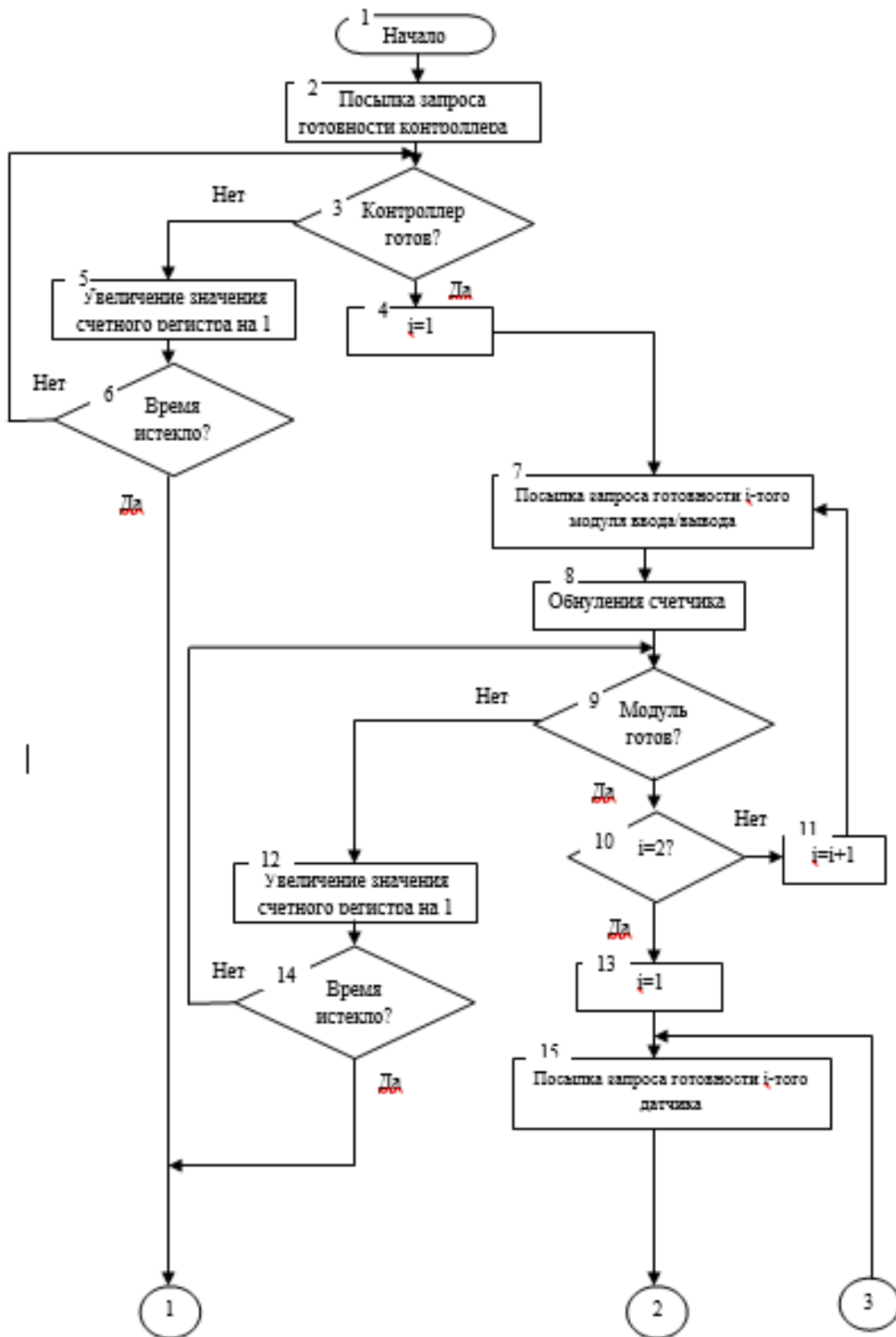
Основна програма роботи системи є складним циклічним алгоритмом, що складається з кількох підпрограм: підпрограма процесу адсорбції і

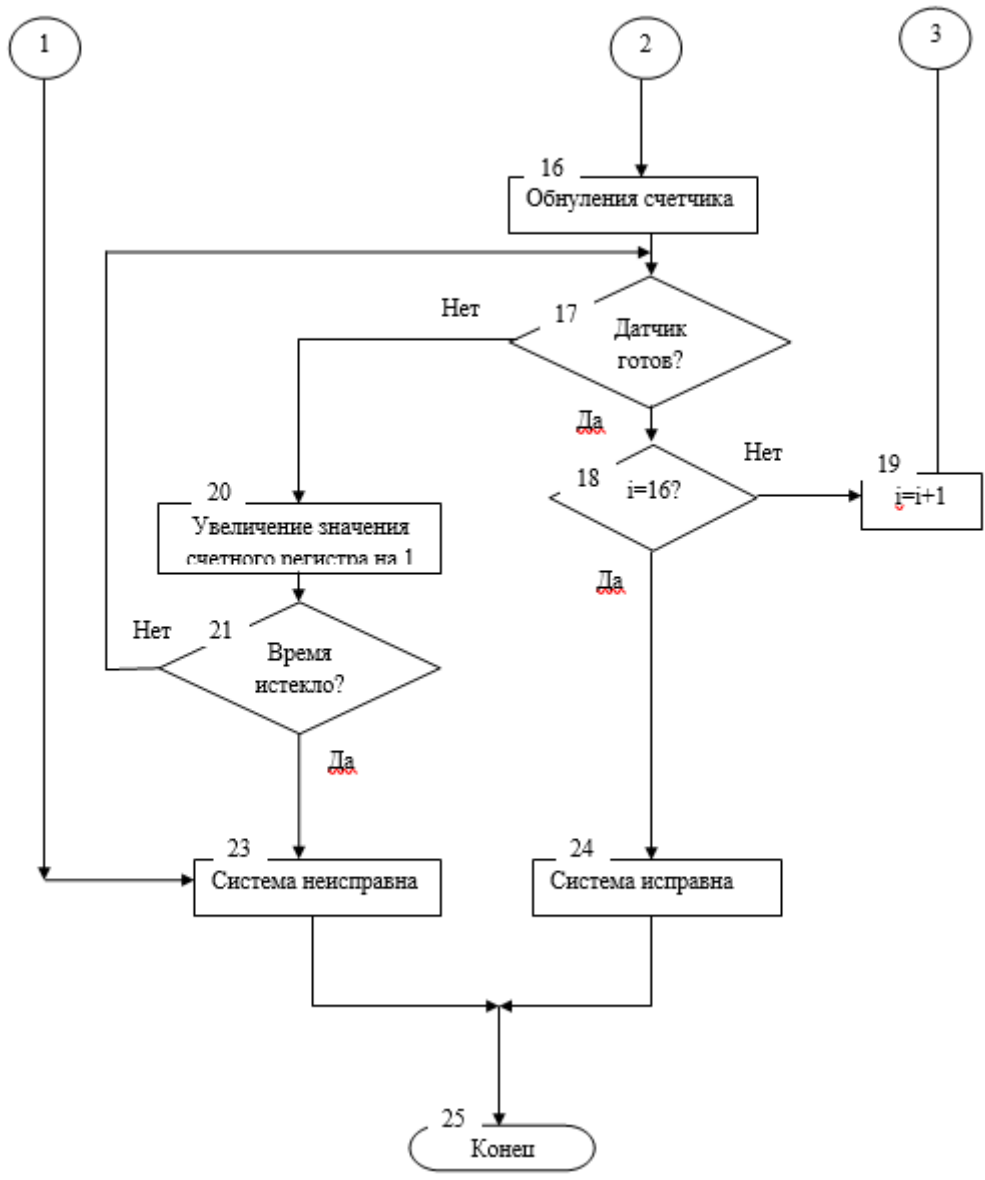
					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

підпрограма процесу десорбції. В ході виконання основного алгоритму система виконує опитування датчиків, збереження значень до пам'яті, визначення сигналів неузгодженості і корекцію параметрів. Під час закінчення процесу або при виникненні небезпечної ситуації передбачено поступову зупинку системи для уникнення погіршення ситуації і унеможливлення виходу ситуації з-під контролю.



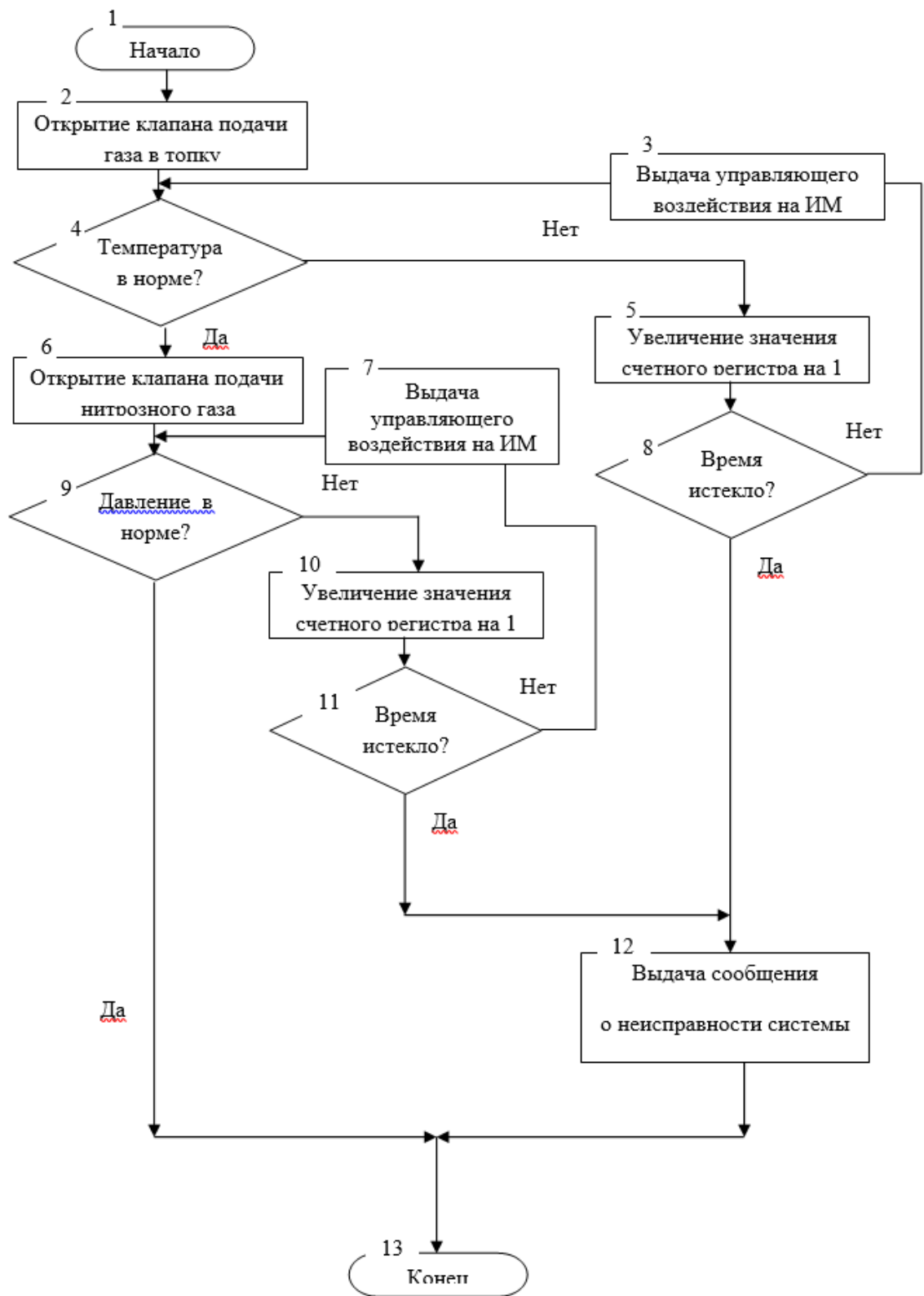
Малюнок 4.1 - Загальний алгоритм роботи системи



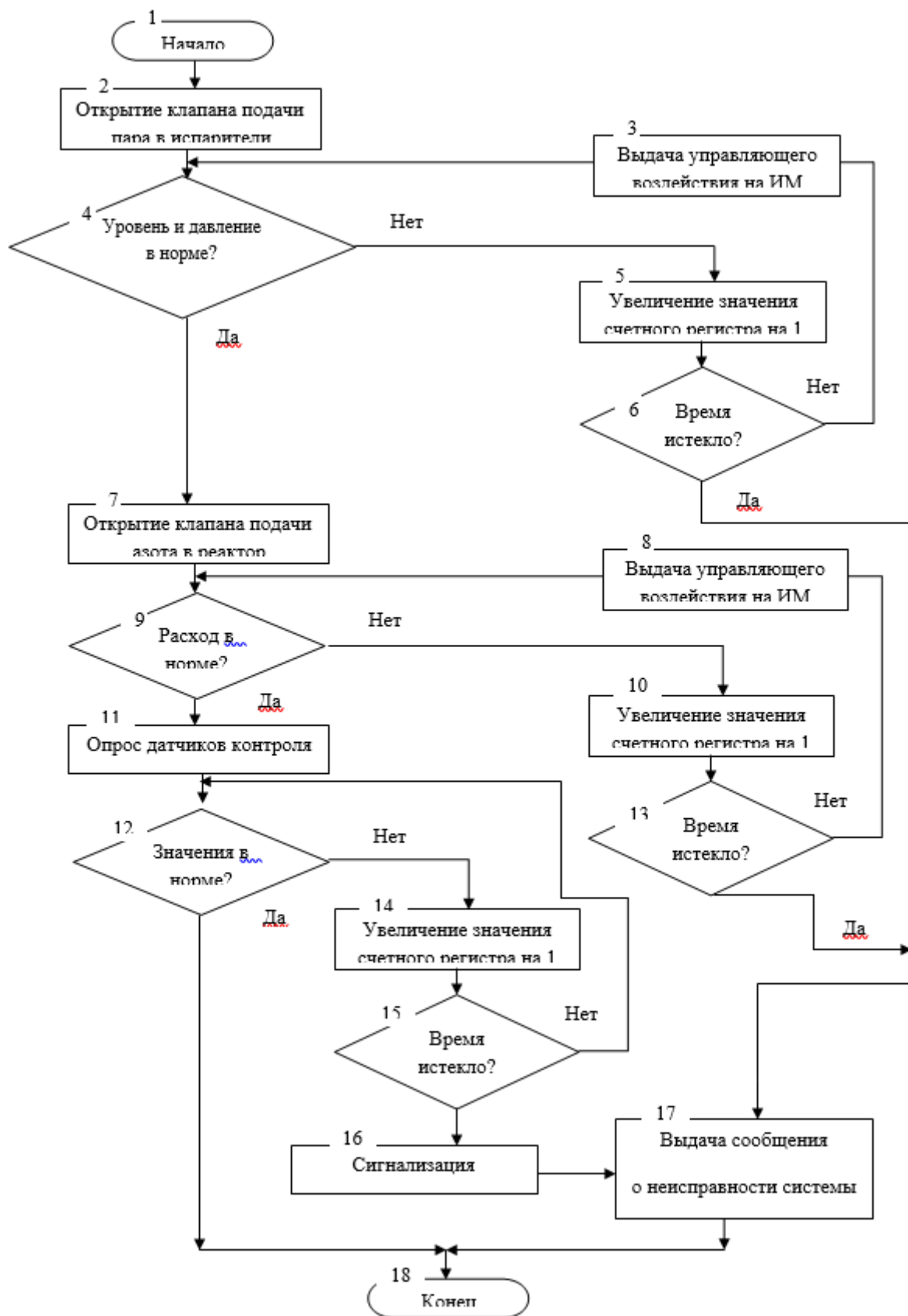


Малюнок 4.2 - Алгоритм перевірки працездатності системи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Малюнок 4.3 - Алгоритм запуску системи



Малюнок 4.4 - Алгоритм работы процессу

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

5 Розрахункова частина

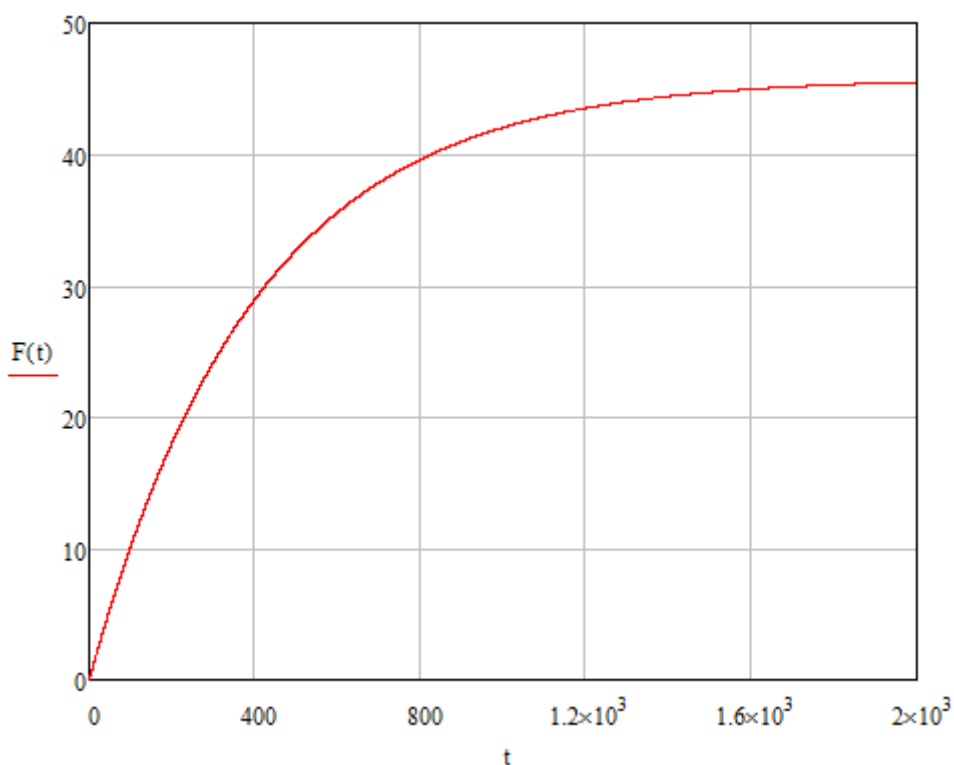
Досліджуваний об'єкт є базовим в процесі селективного очищення нітрозних газів , ключовим параметром зазначеного об'єкту є витрата , який змінює своє значення в межах 43 ... 46 м³/ год.

В результаті синтезу необхідно отримати перехідний процес з наступними показниками якості:

- час перехідного процесу - $t_p = 1150$ сек
- перерегулювання - $\sigma = 18\%$
- витрата - $F = 43 \dots 46$ м³/ год
- статична точність $S_o = 1\%$

5.1 Отримання математичного опису об'єкту управління

При подачі на об'єкт управління одиничного ступінчастого сигналу отримуємо криву розгону наступного вигляду (малюнок 5 .1):



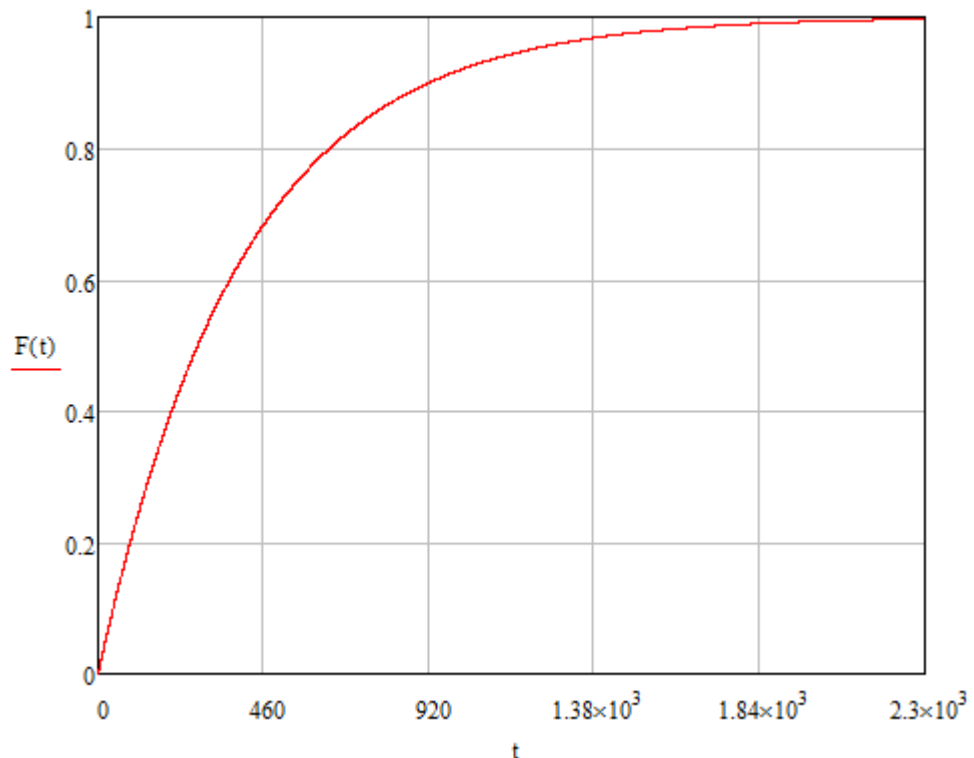
Малюнок 5 .1 - Крива розгону об'єкту управління

5.1.1 Отримання передавальної функції об'єкту управління

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Для цього необхідно усі значення вихідної змінної поділити на сталі значення ($F_{\text{вуст}} = 46 \text{ м}^3/\text{год}$). Крива розгону в нормованому вигляді представлена на малюнку 5.2.

Для спрощення розрахунків крива розгону нормується, тобто значення вихідної змінної приводяться до діапазону 0..1, що відповідає одиничному вхідному впливу.



Малюнок 5.2 - Крива розгону в нормованому вигляді

Для визначення передавальної функції скористаємося методом Орманса.

Цей метод дозволяє за нормованою кривою розгону визначити дві домінуючі постійні об'єкту управління для моделі виду:

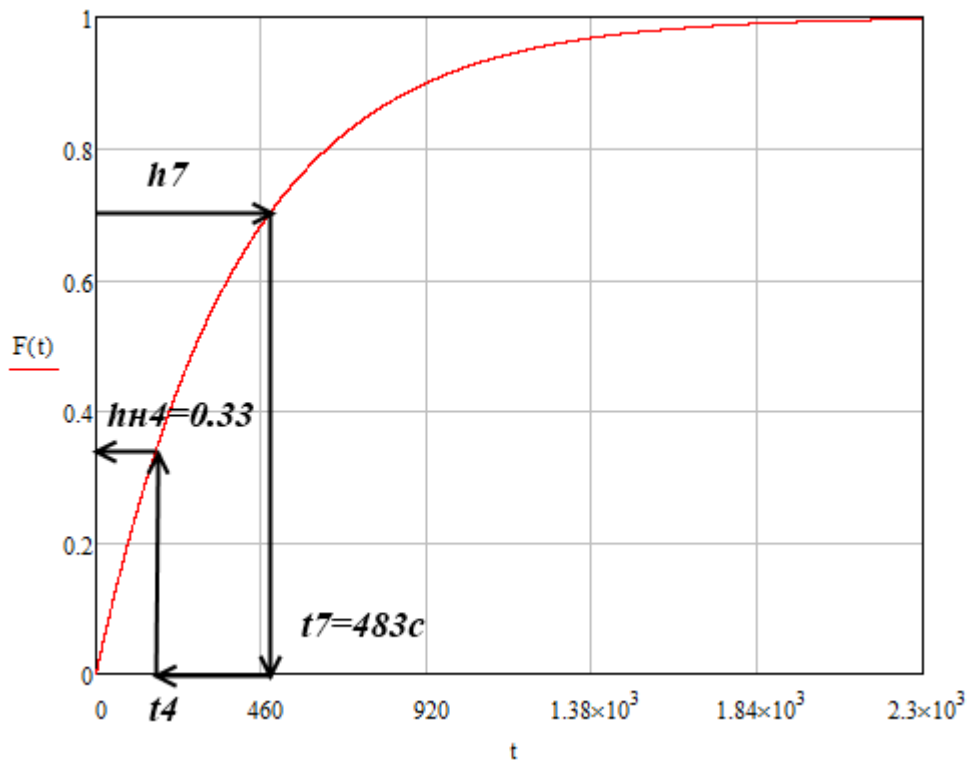
$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$$

Одержання передавальної функції об'єкту управління виконується в наступній послідовності:

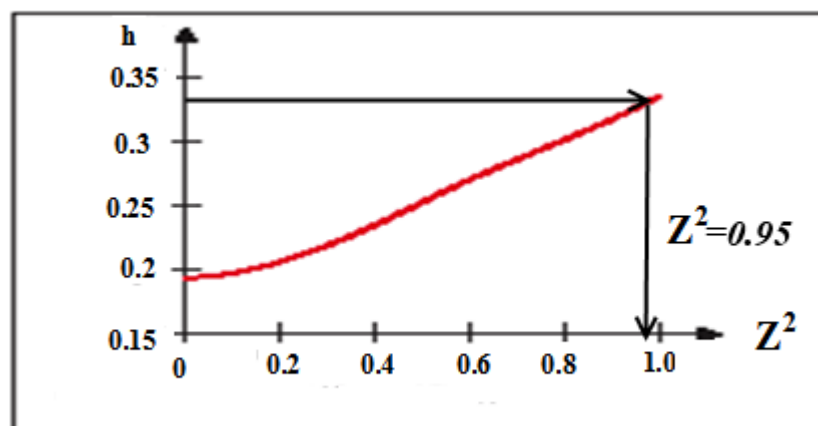
- 1) За нормованою кривою розгону визначаємо час, що відповідає значенню $h_n = 0,7$ і позначаємо його t_7 . З графіка цей час дорівнює 483 секунди.
- 2) Отриманий інтервал ділимо на три частини. Піднімаємо перпендикуляр до кривої розгону і визначаємо величину h_{n4} . З нашого графіка $h_{n4} = 0,33$. Всі необхідні побудови вказано на малюнку 5.3.

3) Аналітично доведено зв'язок між точками кривої розгону і параметрами моделі, а саме $t_7 = 1,2 (T_1 + T_2)$.

4) Постійні часу об'єкту управління T_1 і T_2 визначаються за допомогою допоміжної величини Z^2 , для визначення якої використовується номограма (рисунок 5.4).



Малюнок 5.3 - Крива розгону з необхідними побудовами



Малюнок 5.4 - Номограма для визначення величини Z^2

5) Постійні часу об'єкту управління T_1 і T_2 визначаються за такими формулами:

$$T_1 = \frac{t_7}{2.4}(1+z) \quad T_2 = \frac{t_7}{2.4}(1-z)$$

$$T_1 = \frac{483}{2.4}(1 + 0.975) = 397 \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{483}{2.4}(1 - 0.975) = 5 \text{ с}$$

Оскільки $T_1 \gg T_2$, то можна перейти до моделі першого порядку

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{1+Tp}$$

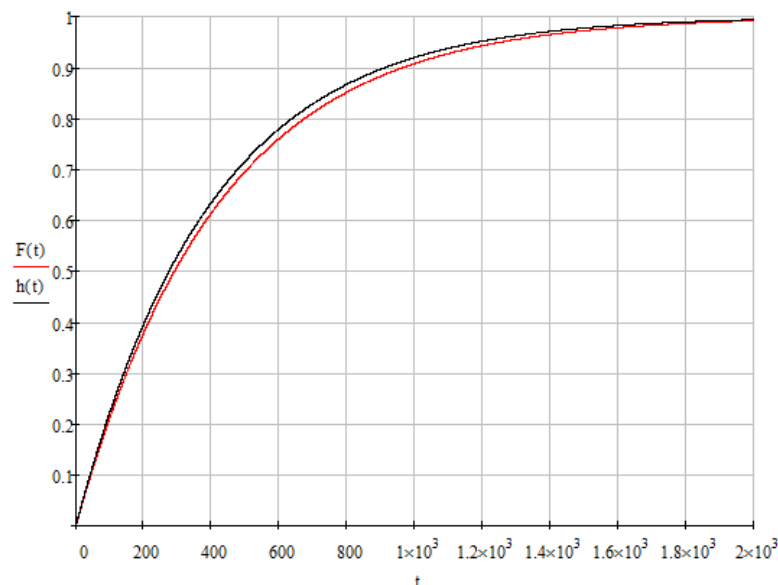
Підсумкова передавальна функція без впливу на неї зовнішніх чинників може бути отримана в результаті ділення коефіцієнта $k = 45,8 \text{ м}^3 / \text{год}$ вихідної ПФ на $P = 1 \text{ кгс} / \text{см}^2$

$$k = \frac{46}{1 \text{ кгс} / \text{см}^2} = 46 \text{ м}^3 \text{см}^2 / \text{час} * \text{кгс}$$

І підсумкова передавальна функція набуде вигляду:

$$W(p) = \frac{46}{397p + 1}$$

Побудуємо перехідну характеристику отриманої передавальної функції об'єкту управління і порівняємо її з вихідною кривою розгону. Нормовані графіки перехідних характеристик показані на малюнку 5.5. На графіку крива розгону з експерименту відзначається як $F(t)$, а перехідна характеристика, отримана аналітично - $h(t)$.



Малюнок 5.5 - Перехідні характеристики об'єкту

5.1.2 Перевірка адекватності отриманих кривих розгону

Використовуючи метод Фішера, перевіримо відповідність перехідних характеристик (отриманих аналітично і експериментальним шляхом). Для цього весь інтервал часу ділимо на 10 частин і визначаємо $Y_{i \text{ экс}}$ і $Y_{i \text{ мод}}$. Ці значення зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Значення, отримані з перехідних характеристик

$Y_{\text{экс}}$	0.36	0.60	0.74	0.83	0.91	0.95	0.96	0.98	0.99	1
$Y_{\text{мод}}$	0.38	0.62	0.75	0.87	0.93	0.96	0.97	0.97	0.99	1
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Визначаємо оцінку дисперсії за формулою:

$$S_{\text{экс, мод}} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (Y_i - \bar{Y})^2$$

Розрахунок проводимо в математичному пакеті MathCad..

$$Y_1 := 0.37 \quad Y_2 := 0.61 \quad Y_3 := 0.75 \quad Y_4 := 0.85 \quad Y_5 := 0.9 \quad Y_6 := 0.94 \quad Y_7 := 0.96 \quad Y_8 := 0.97$$

$$Y_9 := 0.99 \quad Y_{10} := 1$$

$$S_{\text{экс}} := \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^{10} (Y_i - 0.834)^2$$

$$S_{\text{экс}} = 0.042$$

$$Y_1 := 0.39 \quad Y_2 := 0.63 \quad Y_3 := 0.77 \quad Y_4 := 0.86 \quad Y_5 := 0.92 \quad Y_6 := 0.95 \quad Y_7 := 0.97 \quad Y_8 := 0.98$$

$$Y_9 := 0.99 \quad Y_{10} := 1$$

$$S_{\text{мод}} := \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^{10} (Y_i - 0.8346)^2$$

$$S_{\text{мод}} = 0.04$$

Визначаємо критерій з формули:

$$K = \frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{min}}}$$

$$K = \frac{0.042}{0.04} = 1.05$$

За таблицею Фішера для $f_1 = 10, f_2 = 10$ визначаємо критерій Фішера. Для цих значень він дорівнює 2,98

Оскільки отриманий критерій менше ніж критерій Фішера ($1,05 < 2.98$), то робимо висновок, що модель адекватна

5.2 Синтез системи управління методом логарифмічних амплітудних характеристик

5.2.1 Побудова асимптотичної ЛАЧХ незмінної частини системи $Ln(\omega)$

Для передавальної функції об'єкту управління $W_0(p)$ необхідно побудувати асимптотичну ЛАЧХ.

$$W(p) = \frac{46}{397p + 1}$$

Фіксація низькочастотної асимптоти ЛАЧХ проводиться на частоті $\omega = 1$ Гц на рівні, визначеному з виразу $Ln(1) = 20 \lg(k) = 20 \lg(45.8) = 33,217 \text{ дБ}$, где k – коефіцієнт посилення незмінної частини розімкнутої САУ.

Знайдемо спрягуючі частоти і ранжуємо їх в порядку зростання

$$\omega_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{397} = 0,0025 \text{ с}^{-1}$$

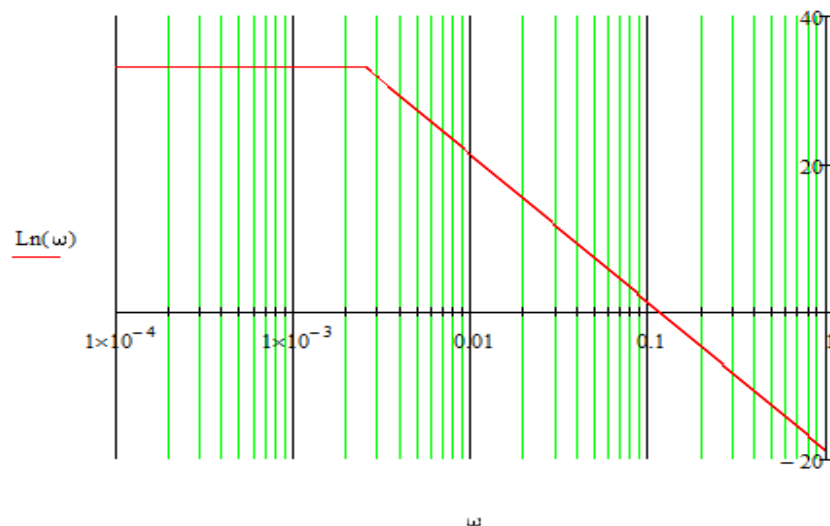
Виконаємо побудову асимптотичної ЛАЧХ із застосуванням математичного пакета MathCad (малюнок 5.6)

$$j := \sqrt{-1} \quad T := 0.002 \quad W(\omega) := \frac{45.8}{397j \cdot \omega + 1}$$

$$Li(\omega, T, k) := \begin{cases} 20 \cdot \log(k) & \text{if } \omega \leq \frac{1}{T} \\ 20 \cdot \log(k) - 20 \log(T \cdot \omega) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Ln(\omega) := Li(\omega, 397, 45.8)$$

$$\omega := 0.0001, 0.00011.. 1$$



Малюнок 5.6 - Графік асимптотичної ЛАЧХ незмінної частини системи $L_n(\omega)$

5.2.2 Побудова бажаної ЛАЧХ за В.В. Солодовниковим

Будуємо *низькочастотну частину* бажаної асимптотичної ЛАЧХ.

Нахил і положення низькочастотної асимптоти бажаної ЛАЧХ залежить від вимог до статичної точності проєктованої системи:

а) так як за завданням є додаткова вимога до статичної точності, то з формули $k_y = \frac{1-s_0}{s_0}$ знаходимо новий коефіцієнт посилення і не змінюючи нахилу низькочастотної асимптоти, фіксуємо її нове положення щодо осі абсцис на рівні $L_n(1)=20 \cdot \log(k_y)$.

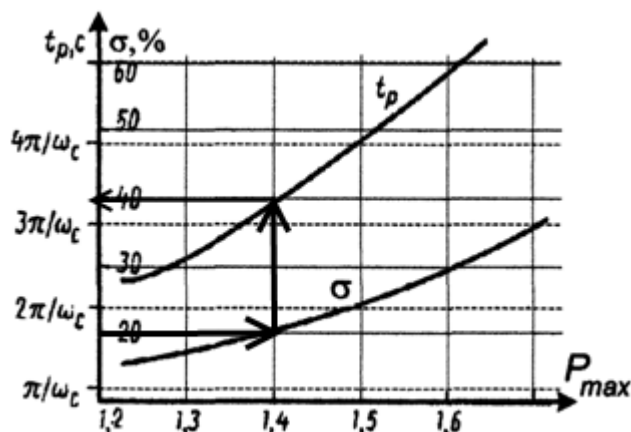
Побудова *середнечастотної частини* бажаної асимптотичної ЛАЧХ і її сполучення з низькочастотної частиною є важливим етапом, тому що вони визначають динамічні властивості системи, стійкість, запас стійкості і якість перехідного процесу:

а) Визначення частоти зрізу ω_c бажаної ЛАЧХ

Для визначення мінімально допустимого значення частоти зрізу ω_c ЛАЧХ бажаної системи скористаємося номограми В.В. Солодовникова.

По заданому значенню $\sigma = 18\%$ за допомогою кривої $\sigma(P_{max})$ номограми визначаємо відповідне значення $P_{max} = 1,4$, за яким за допомогою кривої $t_n(P_{max})$ визначаємо значення для часу регулювання, виражене через частоту зрізу ω_c співвідношенням. З рівняння визначаємо частоту зрізу на малюнку 5.7

$$\omega_c = \frac{3,3\pi}{t_n} = 0,009 \text{ с}^{-1}$$



Малюнок 5.7- Номограма Солодовникова для статичних систем

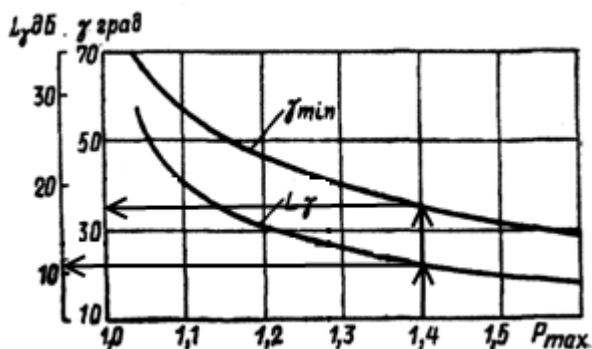
Обране значення наносимо на графік (малюнок 5.9)

						СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			50

Будуємо середньочастотну асимптоту. Її проводимо через точку w_c на осі абсцис з нахилом -20 дБ / дек (Малюнок 5 .9). Менший нахил важко здійснити, а при більшому нахилі важко забезпечити необхідний запас стійкості.

б) Визначення діапазону частот середньочастотної частини ЛАЧХ

На номограмі (рисунок 5 .8) за певним раніше значенням $P_{max} = 1,4$ визначаємо необхідний запас по фазі $\gamma_{min} = 35^\circ$ і відповідної йому ординати середньочастотної ЛАЧХ $L_y = \pm 11$ Дб.



Малюнок 5 .8 - Графік для визначення ординат $\pm L_y$ контрольних точок і необхідного надлишку фази γ_{min}

Лінії паралельні осі частот, проведені на рівні $L_y = \pm 11$ Дб, дають в точках перетину з середньочастотної асимптотой частоти сполучення середньочастотної асимптоти з низькочастотної $\omega_1=0,002c^{-1}$ і високочастотної $\omega_2=0,025c^{-1}$.

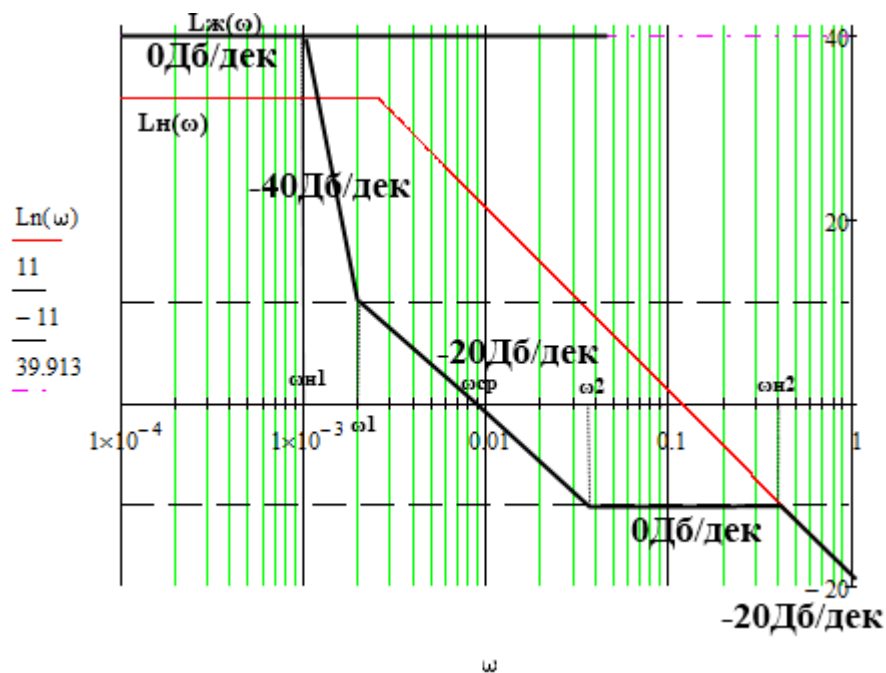
с)) сполучення низькочастотної і середньочастотної бажаної ЛАЧХ зробимо в точці ω_1 . Через точку $\omega_1=0,002c^{-1}$ середньочастотної частини проведемо асимптоту з нахилом -40 дБ/дек і в точці перетину низькочастотної асимптоти з середньочастотної отримаємо частоту сполучення низькочастотної частини бажаної ЛАЧХ рівну $\omega_{н1}=0,001c^{-1}$.

Побудова *високочастотної частини* і сполучення її з середньочастотною асимптотою.

Побудова високочастотної частини бажаної ЛАЧХ виконується таким чином, щоб вид бажаної ЛАЧХ в цій області менше відрізнявся від виду незмінною ЛАЧХ.

Високочастотну частину сполучаємо в точці $\omega_2=0,025c^{-1}$, через яку проводимо асимптоти з нахилом $+20$ Дб / дек

Побудована таким чином бажана ЛАЧХ розімкнутої системи управління $L_{ж}(\omega)$ представлена на малюнку 5.9.



Малюнок 5.9 - Асимптотична ЛАЧХ незмінної частини системи і бажана асимптотична ЛАЧХ

5.2.3 Отримання передавальної функції розімкнутого ланцюга бажаної системи

Для отримання передавальної функції розімкнутої ланцюга бажаної системи $W_{ж}(s)$ за видом асимптотичної ЛАЧХ $L_{ж}(s)$ застосуємо методику, яка впливає з методики побудови асимптотичної ЛАЧХ за видом передавальної функції:

- 1) Визначаємо сполучні частоти побудованої бажаної ЛАЧХ $L_{ж}(s)$ і описуємо їх в порядку зростання:

$$\omega_{н1}=0,001c^{-1}, \omega_1=0,002c^{-1}, \omega_2=0,025c^{-1}, \omega_{н2}=0,04c^{-1}$$

- 2) Визначаємо порядок астатизму бажаної ЛАЧХ на першому нахилу низькочастотної асимптоти, тому що перший нахил 0дБ / сек, то дана система буде статична.
- 3) Знаходимо вирази для співмножників чисельника і знаменника передавальної функції розімкнутої системи, послідовно аналізуючи поведінку асимптотичної ЛАЧХ:

- після частоти сполучення $\omega_{н1} = 0,001 c^{-1}$ (праворуч) нахил асимптоти збільшується на 40 Дб/дек, що означає наявність в знаменнику

$$\frac{1}{\omega_3} s + 1 = \frac{1}{0,001} s + 1 = (1000s + 1)^2;$$

- після частоти спряження нахил асимптоти зменшується на 20 Дб/дек, що каже про наявність в чисельнику співмножника $\omega_1 = 0,002 c^{-1}$

$$\frac{1}{\omega_a} s + 1 = \frac{1}{0,002} s + 1 = 500s + 1;$$

- після частоти спряження $\omega_2 = 0,025 c^{-1}$ похил асимптоти зменшується на 20 Дб/дек, що свідчить про наявність в чисельнику співмножника

$$\frac{1}{\omega_b} s + 1 = \frac{1}{0,025} s + 1 = 40s + 1;$$

- після частоти спряження $\omega_{н2} = 0,04 c^{-1}$ нахил асимптоти зменшується на 20 Дб/дек, чому відповідає співмножник в чисельнику

$$\frac{1}{\omega_a} s + 1 = \frac{1}{0,04} s + 1 = 25s + 1;$$

В силу незмінності низькочастотної ділянки бажаної ЛАЧХ порядок астатизму і коефіцієнт підсилення розімкнутої системи після корекції не змінюються і складають:

$$v = 1 \text{ u } k = 39.9133.$$

Таким чином передавальна функція бажаної розімкнутої системи

$$W_{ж}(s) = \frac{39,9133(40s + 1)(5s + 1)}{(1000s + 1)^2(25s + 1)}$$

5.2.4 Аналіз якості перехідних процесів

Для отримання перехідної характеристики використаємо математичний пакет MathCad, формули розрахунку і графік наведений на малюнку 5.10..

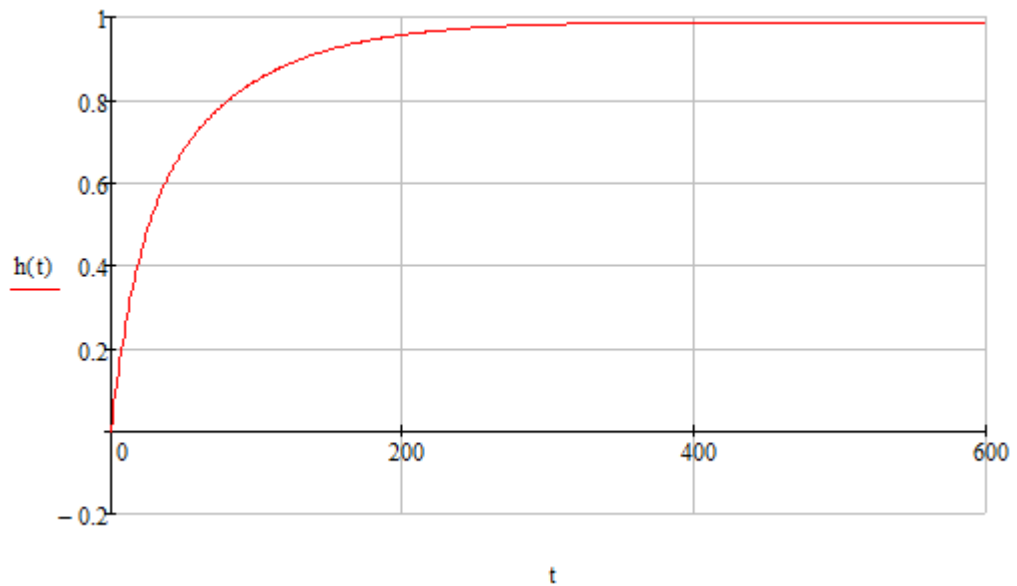
$$W_{zel}(s) := \frac{39.913 \cdot (40s + 1) \cdot (500 \cdot s + 1)}{(25s + 1) \cdot (1000s + 1)^2}$$

$$W_{zam}(s) := \frac{W_{zel}(s)}{1 + W_{zel}(s)}$$

$$\frac{W_{zam}(s)}{s} \left| \begin{array}{l} \text{invlaplace} \\ \text{float, 3} \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow -0.597 \cdot e^{-0.0137 \cdot t} + -0.41 \cdot e^{-0.0582 \cdot t} + 0.0311 \cdot e^{-0.00206 \cdot t} + 0.975$$

$$h(t) := -0.597 \cdot e^{-0.0137 \cdot t} + -0.41 \cdot e^{-0.0582 \cdot t} + 0.0311 \cdot e^{-0.00206 \cdot t} + 0.975$$

$$t := 0, 1.. 600$$



Малюнок 5 .10 - Графік перехідної характеристики бажаної системи

Аналізуючи перехідний процес, отримуємо такі показники якості:

- Час перехідного процесу $t_p = 200$ сек
- Перерегулювання $\sigma = 0\%$

Дані показники якості цілком влаштовують умови, викладені у завданні.

5. 2.5 Розрахунок коригувального пристрою

Коригувальний пристрій визначимо шляхом ділення передавальної функції бажаної $W_{ж}(s)$ системи на незмінювану систему $W_n(s)$.

$$W_1(s) := \frac{45.8}{397s + 1} \quad W_{zel}(s) := \frac{39.913 \cdot (40s + 1) \cdot (500s + 1)}{(25s + 1) \cdot (1000s + 1)^2}$$

$$W_k(s) := \frac{W_{zel}(s)}{W_1(s)}$$

$$W_k(s) \text{ float, 3} \rightarrow \frac{(8.67s + 0.0218) \cdot (1596.0s + 39.9) \cdot (500.0s + 1.0)}{(25.0s + 1.0) \cdot (1000.0s + 1.0)^2}$$

Оскільки система управління буде реалізована через мікроконтролер, то доцільно знайти різницеве рівняння корекції. Завдання переобладнання полягає в тому, щоб

замінити безперервний регулятор, цифровим при періодах квантування: $T_0 = 0,001\text{c}$, який відповідає постійній часу об'єкту.

Знайдемо дискретну передавальну функцію для синтезованого регулятора:

$$W_K(s) = \frac{(1596s + 39,9)(500s + 1)(8.67s + 0.0218)}{(25s + 1)(1000s + 1)^2}$$

Знаходимо дискретну передавальну функцію регулятора за допомогою перетворення Ейлера, заміною $s = \frac{z-1}{T_0}$, где T_0 – період квантування, с.

Отримуємо:

$$T_0 := 0.001$$

$$\frac{(8.67 \cdot s + 0.0218) \cdot (1596.0 \cdot s + 39.9) \cdot (500.0 \cdot s + 1.0)}{(25.0 \cdot s + 1.0) \cdot (1000.0 \cdot s + 1.0)^2} \quad \left| \begin{array}{l} \text{substitute, } s = \frac{z-1}{T_0} \\ \text{float, 3} \end{array} \right. \rightarrow \frac{-6921.0 \cdot z + 3459.0 \cdot z^2 + 3459.0}{-25000.0 \cdot z + 12500.0 \cdot z^2 + 12500.0}$$

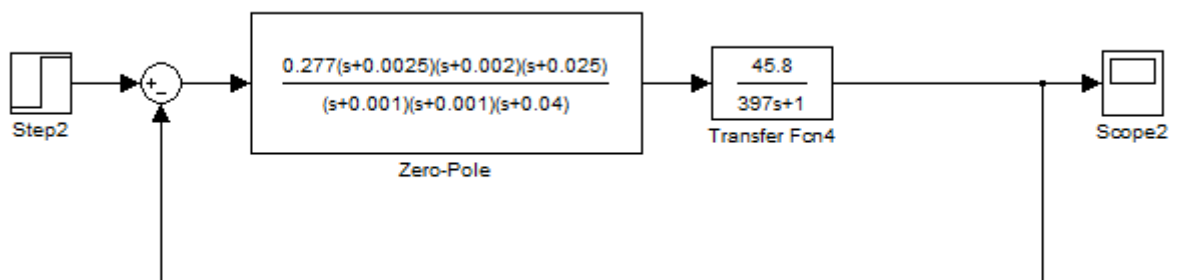
$$W_k(z) := \frac{-6921.0 \cdot z + 3459.0 \cdot z^2 + 3459.0}{-25000.0 \cdot z + 12500.0 \cdot z^2 + 12500.0}$$

При

$$T_0 = 0,001\text{c}$$

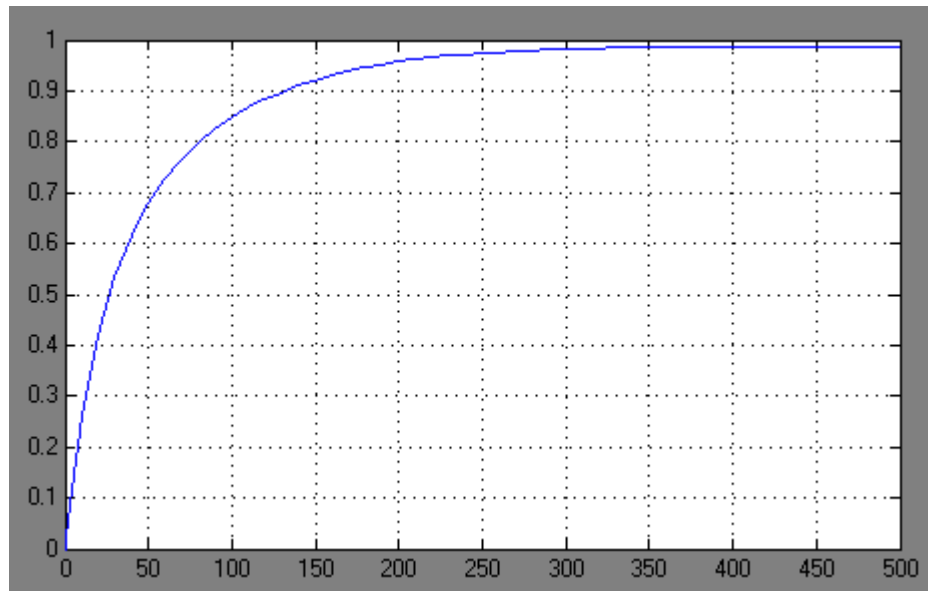
5.2.6 Моделювання системи управління в математичному пакеті Mat Lab

Засобами пакету MatLab була зібрана аналогова схема системи управління, яка показана на малюнку 5.11.



Малюнок 5.11 - Модель системи управління

В результаті моделювання була отримана перехідна характеристика, яка показана на малюнку 5.12.



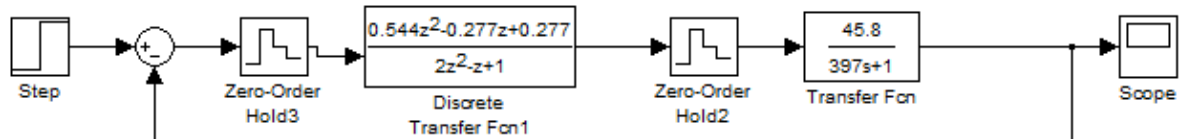
Малюнок 5 .12 -Перехідна характеристика системи управління

Аналізуючи перехідний процес , отримаємо такі показники якості:

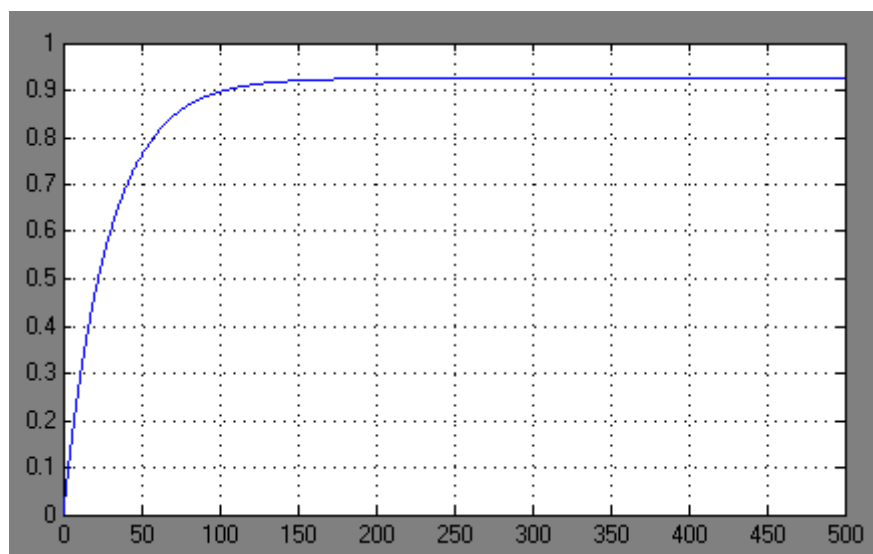
- Час перехідного процесу $t_p = 200$ сек
- Перерегулювання $\sigma = 0\%$

Дані показники якості цілком влаштовують умовам викладеним в завданні.

Засобами пакету MatLab була зібрано цифрову схему системи управління, яка показана на малюнку 5 .13. Перехідна характеристика наведена на малюнку 5 .14.



Малюнок 5 .13 - Модель цифрової системи управління



Малюнок 5 .14 - Перехідна характеристика системи управління

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Аналізуючи перехідний процес , отримаємо такі показники якості:

- Час перехідного процесу $t_p = 150$ сек
- Перерегулювання $\sigma = 0\%$

Дані показники якості цілком влаштовують умови м, викладені м в завданні.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 РЕАЛІЗАЦІЯ АСУТП В TRACE MODE 6

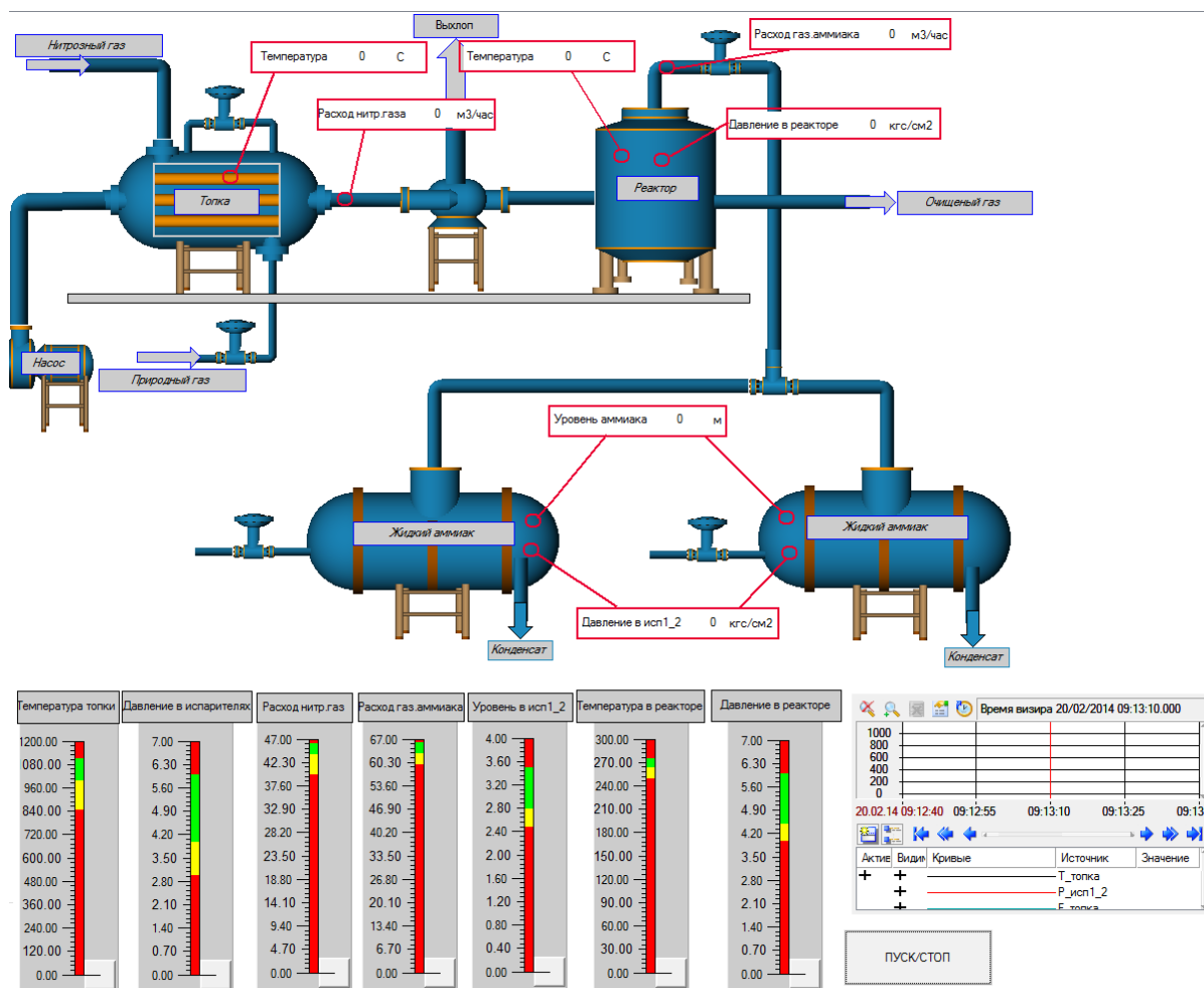
Для створення АСУТП в даному проекті була використана САПР TRACE MODE 6 .

В якій були виконані операції:

6.1 Створення екрану АРМ

Екран АРМ служить графічним представленням (у вигляді мнемосхеми) технологічного процесу, виробляє індикацію основних параметрів процесу, а так само дає можливість оператору вносити зміни в закони управління і технологічні параметри.

На малюнку 6.1 наведено екран АРМ створений для автоматизації процесу очищення нітrogenних газів .



Малюнок 6.1 - АРМ оператора для АСУТП

На графічному елементі Тренд (розташований в нижній частині екрана праворуч) ви можете бачити різницю значень аргументів екрана в часі.

Значення параметра, який необхідно підтримувати на певному рівні, задається програмно. Це значення змінювати не можна, тому що це може привести до аварійних ситуацій .

6.2 Створення програмного забезпечення для контролера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Створимо програму, що реалізує керуючі функції - підтримки температури в топці , реакторі; підтримки тиску в топці і испарителях; регулювання витрати нітрозних газів і газоподібного аміаку; підтримки рівня рідкого аміаку в испарителях .

Скористаємося мовою програмування Техно FBD. Його відмінною рисою є наочність. Складання програми полягає в угрупованні відповідних графічних елементів і створення зв'язків між ними. Використання такого способу програмування практично виключає появу помилок, а так само дозволяє легко змінити структуру програми. Отримана схема компілюється засобами TRACE MODE, отримане математичне забезпечення переноситься в контролер.

Для імітації роботи з об'єктом використовуємо модуль «Модель об'єкту (OBJ)» .

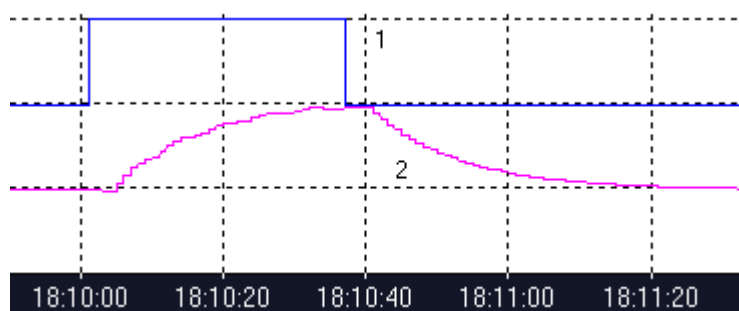
Даний блок моделює об'єкт управління для налагодження алгоритмів регулювання або підготовки демонстраційних проектів. Він являє собою комбінацію аперіодического (інерційного) ланки першого порядку і ланки запізнювання, тобто передавальна функція блоку має вигляд:

$$W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

де k і T - відповідно коефіцієнт посилення і постійна часу інерційного ланки першого порядку.

Крім того, на вихідний сигнал блоку можна накласти перешкоду у вигляді випадкової складової, синусоїдального сигналу або випадкових кидків. Тут же можна задати випадкове коливання динамічних характеристик об'єкту.

Як приклад на малюнку 6.2 показаний відгук блоку (крива 2) на прямокутний імпульс (крива 1).



Малюнок 6.2 - Робота модуля OBJ

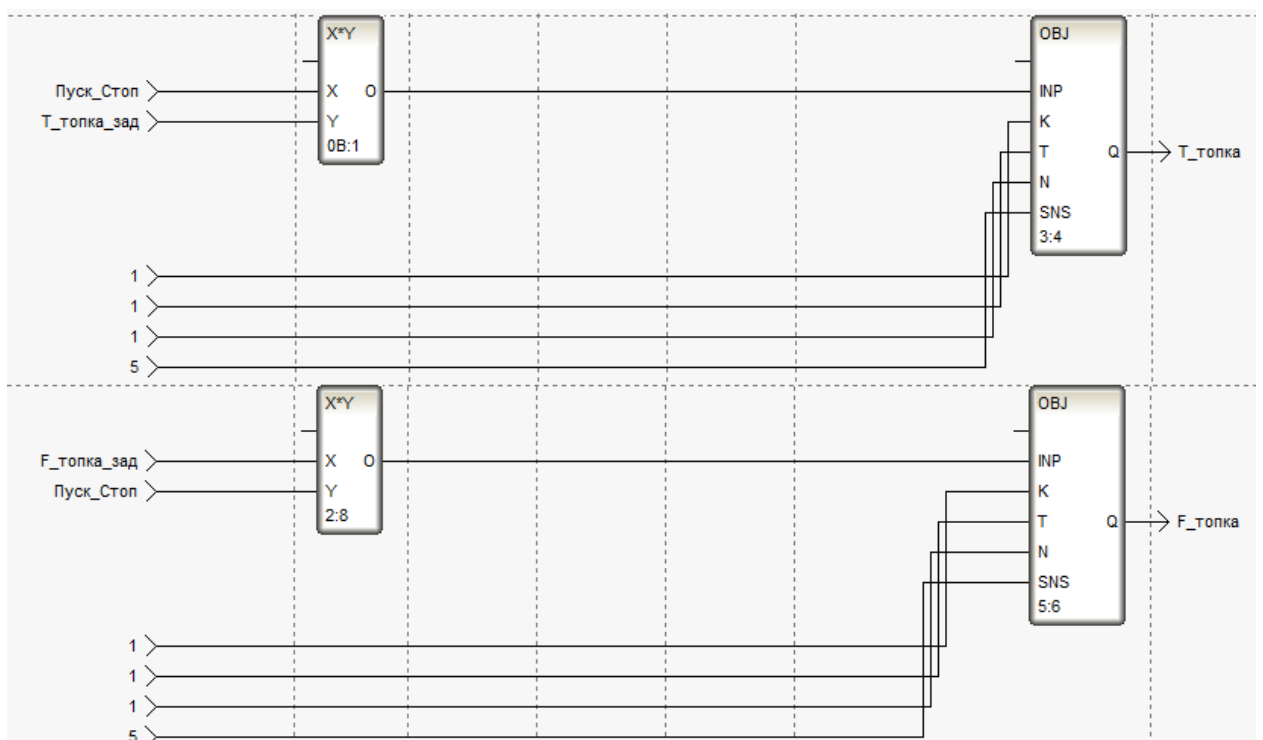
Вхідним по відношенню до модельованого об'єкту є вхід INP . Входи K , T і N використовуються для завдання відповідно коефіцієнта посилення, постійної часу і часу запізнювання. Останні два параметри задаються в тактах перерахунку, максимальне значення часу запізнювання - 4.

Вхід SNS призначений для управління випадковими перешкодами, що вносяться в роботу об'єкту. Значення 1 окремих бітів цього входу включає наступні перешкоди:

- 1 біт - додавання до вихідному сигналу випадкової величини в діапазоні від 0 до 1%;
- 2 біт - формування піка величиною 25% від значення виходу з ймовірністю 0,01;
- 3 біт - додавання до виходу синусоїдального сигналу з амплітудою 2% від значення виходу;
- 5 біт - випадкове збільшення коефіцієнта посилення в діапазоні від 0 до 2%;
- 6 біт - випадкове збільшення постійної часу в діапазоні від 0 до 2%;
- 7 біт - випадкова зміна на 1 запізнювання.

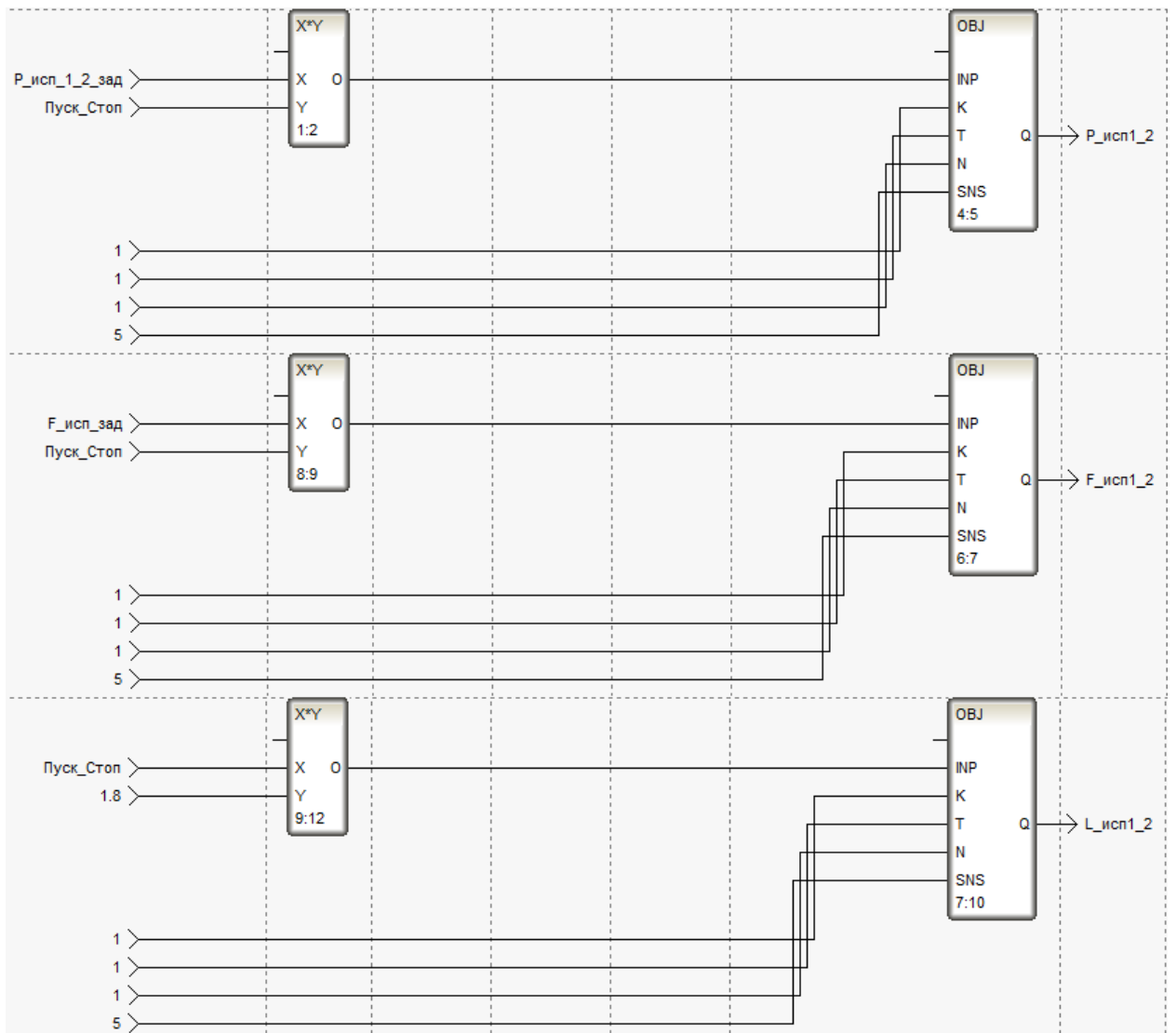
Перші три перешкоди додаються до виходу блоку після формування його нового значення. Динамічні характеристики об'єкту (останні три перешкоди) коригуються до перерахунку блоку.

Блок для імітації роботи топки наведено на малюнку 6.3.



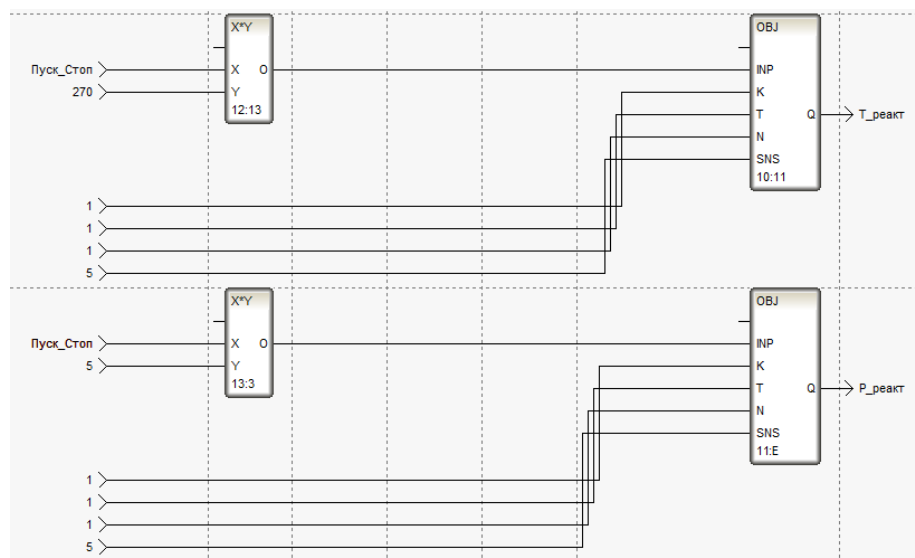
Малюнок 6.3 - Блок для імітації роботи топки

Блок для імітації роботи випарників наведено на малюнку 6.4.



Малюнок 6.4 - Блок для імітації роботи випарників

Блок імітації роботи реактора наведено на малюнку 6.5.



Малюнок 6.5 - Блок імітації роботи реактора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6.3 Перевірка роботи системи

Розглянута АСУТП спиралися на цілком конкретні апаратні засоби (плата вводу / виводу, виконавчі органи, сигнали від датчиків). Для перевірки працездатності створеного проекту вдаємося до імітації технологічного об'єкту.

Для імітації АСУТП використовуємо 2 РС комп'ютера. Перший виконує роль АРМ і імітує АРМ реального об'єкту. На другий комп'ютер встановлено програмне забезпечення, розроблене для контролера і створена програма-імітатор роботи з реальним об'єктом. Зв'язок між комп'ютерами здійснюється по мережі Ethernet.

Для виходу параметрів на необхідні значення були впроваджені блоки множення.

За допомогою кнопки " Введення параметрів " на екрані АРМ задається: температур а завдання для топки і реактора , тиск в топці і іспарителях, витрата газоподібного аміаку і нітрозного газу, рівень рідкого аміаку у випарник .

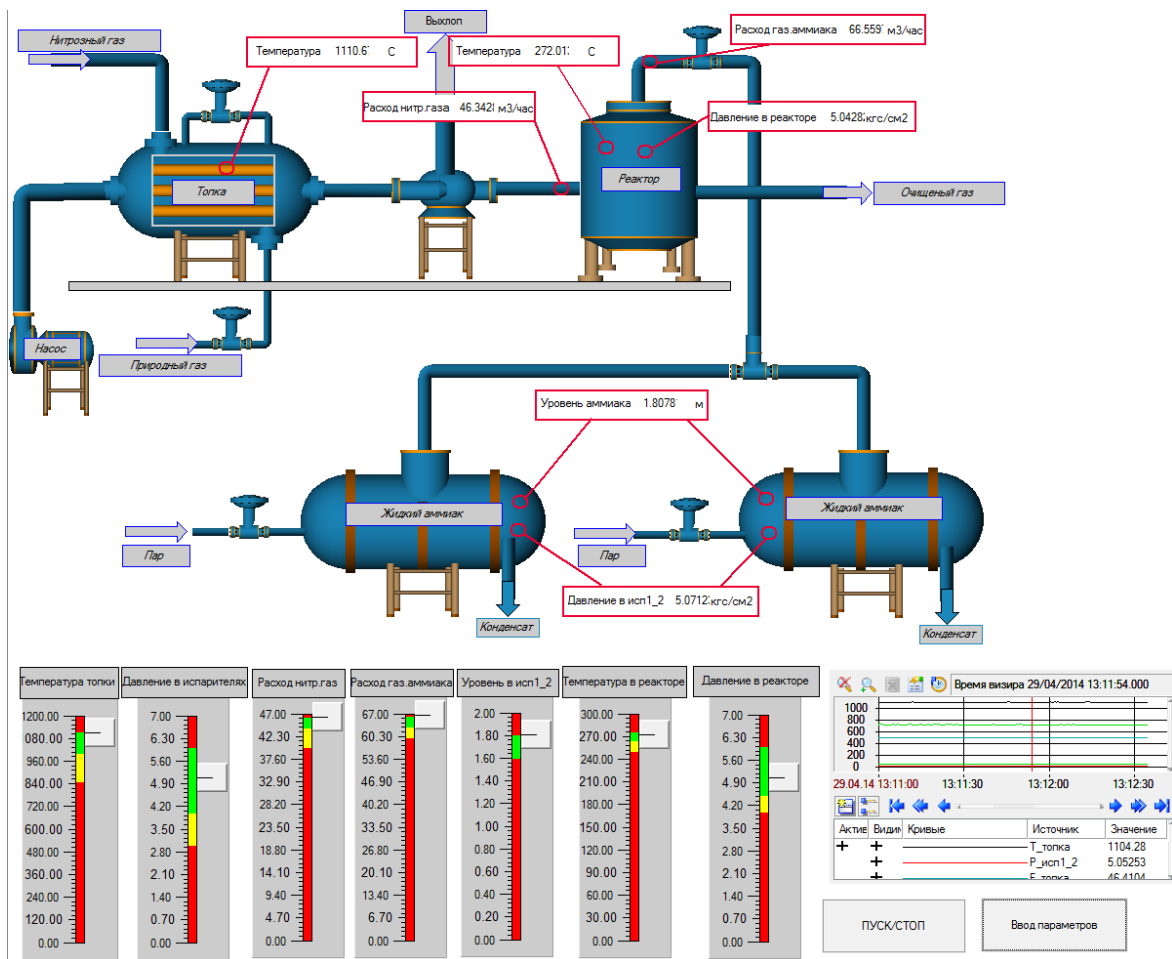
Екран введення параметрів представлений на малюнку 6.6.

Ввод параметров регулирования	
Температура в топке	1100
Давление в испарителях	5
Расход нитрозного газа	45.8
Расход газ. аммиака	65.8

Малюнок 6.6 - Екран введення параметрів

Після запуску проекту було отримано графічний екран АРМ, наведений на малюнку 6.7.

Робота моделі представлена на малюнку 6.7 і 6.8.



Малюнок 6.7 - АРМ оператора

```

1_1.rtp - RTMG32
Файл Пользователи Вид Настройки Помощь
├─ 1_1
│   ├── Программа#1:2[ ++ ]13:13:31.449 : 0
│   ├── Пуск_Стоп[?++ ]13:13:17.150 : 1
│   ├── T_topka[ ++ ]13:13:31.449 : 1114.91
│   ├── P_исп1_2[ ++ ]13:13:31.449 : 5.0342
│   ├── F_topka[ ++ ]13:13:31.449 : 46.1566
│   ├── F_исп1_2[ ++ ]13:13:31.449 : 66.2516
│   ├── L_исп1_2[ ++ ]13:13:31.449 : 1.81259
│   ├── T_реакт[ ++ ]13:13:31.449 : 272.265
│   ├── P_реакт[ ++ ]13:13:31.449 : 5.02535
│   ├── T_topka_зад[?++ ]13:13:17.150 : 1100
│   ├── P_исп1_2_зад[?++ ]13:13:17.150 : 5
│   ├── F_topka_зад[?++ ]13:13:17.150 : 45.8
│   └── F_исп_зад[?++ ]13:13:17.150 : 65.8

```

Малюнок 6.8 - Дані на джерелі

У правому нижньому куті екрана АРМ відображається діаграма стану технологічного процесу. На ній видно як система відпрацьовує рівноваги вплив.

У лівій нижній частині екрана відображаються прилади, які показують контрольовані параметри.

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

7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Вступ

У дипломному проекті проведено аналіз і оцінка процесу автоматизації системи управління очищення викидів від нітрозних газів, який передбачає застосування сучасних високоточних систем автоматизації, що призведе до більш точному контролю технологічного процесу. Процес очищення викидів від нітрозних газів був вивчений на прикладі КП ШКЗ «Зірка».

Від застосування систем автоматизації в технологічному процесі очікується зниження споживання енергоресурсів, сировини та підвищення якості продукції.

Для обґрунтування доцільності впровадження технологічних змін у виробництві необхідно проведення оцінки собівартості одиниці продукції з подальшим визначенням її оптової ціни та на цій основі оцінити ефективність впровадження автоматизованої системи управління.

Згідно з розрахунками дипломного проекту впровадження системи автоматизації дозволяє скоротити:

- Споживання електроенергії на 1,5%;
- Споживання аміаку на 1%;
- Споживання природного газу на 1%.

7.1 Розрахунок собівартості і проекту оптової ціни на очистку

викидів від нітрозних газів

Так як на підприємстві здійснюється реалізація заходів по автоматизації технологічного процесу очищення викидів від нітрозних газів, доцільно визначити собівартість одиниці продукції до впровадження системи автоматизації та після її освоєння, що дасть уявлення про основні економічні ефекти, які будуть досягнуті підприємством.

Здійснимо розрахунок собівартості процесу очищення викидів від нітрозних газів до впровадження системи автоматизації. При складанні калькуляції надалі буде здійснюватися розрахунок витрат в розрахунку на 1 тону очищених викидів від нітрозних газів .

Для процесу очищення викидів від нітрозних газів необхідно використання такої сировини:

- азот;
- рідкий аміак.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Підприємство самостійно виробляє нітрозні гази, які надходять для очищення по трубопроводу з попереднього процесу.

У таблиці 7.1 наведено розрахунок вартості необхідних матеріалів для процесу очищення однієї тонни викидів від нітрозних газів.

Таблиця 7.1 - Визначення вартості сировини для процесу очищення викидів від нітрозних газів на калькуляційну одиницю

№ з / п	Найменування сировини	Норма витрат сировини, т	Ціна сировини, грн / т	Всього ціна сировини, грн
1	рідкий аміак	0,750	3100	2325
2	азот	0,250	3500	875
3	Всього сировину і матеріали			3200

Наступною статтею витрат процесу очищення викидів від нітрозних газів є паливо і енергія на технологічні цілі. Для визначення потреб у паливі та енергії при виробництві скористаємося нормами витрати електроенергії, і сировини по цінами і тарифами, за якими поставляються зазначені продукти.

Станом на 01.01.2020 року ВАТ «Сумиобленерго» поставляло електроенергію за тарифами 0,9576 грн / кВт * год. Норма витрати електроенергії для очищення 1 тонни викидів від нітрозних газів становить 323,4 кВт * год.

Для процесу очищення викидів від нітрозних газів використовується пар, норма витрати якої на калькуляційну одиницю становить 0,6 Гкал. Вартість однієї Гкал - 289,46 грн.

Для процесу очищення викидів від нітрозних газів використовується природний газ, норма витрати якої на калькуляційну одиницю становить 0,2945 тис.м³. Вартість тис.м³ - 1584,4 грн.

Виходячи з розглянутих вище даних, в таблиці 7.2 наведено розрахунок статті паливо і енергія на технологічні цілі на очистку 1 тонни нітрозних газів.

Таблиця 7.2 - Визначення вартості палива і енергії для процесу очищення викидів від нітрозних газів на калькуляційну одиницю

з/п	Наименование статьи расходов	Норма расхода энергетических ресурсов	Цены и тарифы на энергетические ресурсы, грн	Всего стоимость энергетических ресурсов, грн
	Электроэнергия, кВт*час	323,4	0,9576	309,69

	Пар, Гкал	0,6	289,46	173,68
	Природный газ, тыс. м ³	0,2945	1584,4	466,6
	Всего топлива и энергии на технологические цели			949,97

Для визначення витрат процесу очищення викидів від нітрозних газів важливим є оцінка прямих витрат на оплату заробітної плати основних робітників. Для розрахунку заробітної плати, яка повинна бути віднесена на 1 тону очищених газів, необхідно визначити фонд основної та додаткової заробітної плати за календарний рік з подальшим визначення таких витрат на калькуляційну одиницю шляхом ділення розрахункової величини на річне завдання. Підприємство в середньому за рік очищає 1100 тонн нітрозних газів.

Кількість апаратів, що обслуговуються робочими, становить 6 одиниць. Норми обслуговування кожного апарату, затверджені на підприємстві, складають 1 робочий IV розряду і 1 майстер V розряду на всі апарати.

Процес очищення викидів від нітрозних газів проводиться безперервним методом з тримінним графіком роботи, передбачає наявність 4 бригад робітників.

Для визначення облікової чисельності працюючих в цеху скористаємося формулою 7.1:

$$Ч_{орм} = \frac{m_o \cdot П_b \cdot K_p}{H_{об}} \quad (7.1)$$

де m_o - кількість обслуговуваних об'єктів (робочих місць);

$П_b$ - кількість бригад;

$Н_{об}$ - нормативну кількість об'єктів, що обслуговується одним працюючим;

K_p - коефіцієнт переведення явочної чисельності працюючих в обліку.

Перш ніж визначити загальну чисельність основних робочих, слід розрахувати коефіцієнт переведення явочної чисельності працюючих в облікову за формулою 7.2:

$$K_p = \frac{100}{100 - f} \quad (7.2)$$

де, f - плановий відсоток невиходів на роботу.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Для визначення планового відсотка невиходів на роботу слід розрахувати ефективний і номінальний фонд часу роботи одного працюючого, для чого побудуємо графік змінності, який наведено в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Графік змінності роботи бригад зайнятих на процесі очищення викидів від нітрозних газів

Бригади	Днімісяця														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 бригада	III	III	III	B	I	I	I	B	II	II	II	B	III	III	III
2 бригада	II	II	B	III	III	III	B	I	I	I	B	II	II	II	B
3 бригада	I	B	II	II	II	B	III	III	III	B	I	I	I	B	II
4 бригада	B	I	I	I	B	II	II	II	B	III	III	III	B	I	I

де, B - вихідні дні;

I - перша зміна з 07:00 до 15:00;

II - друга зміна з 15:00 до 23:00;

III - третя зміна з 23:00 до 07:00.

Так як графік роботи безперервний, то кількість вихідних днів буде дорівнювати 25% від календарного фонду часу (кожен четвертий день вихідний). Так як є потреба в роботі в святкові дні, то номінальний фонд час можна розрахувати наступним чином (див. Формула 7.3).

$$T_n = T_k - B \quad (7.3)$$

де, T_к - календарний фонд часу (365 днів).

Звідси номінальний фонд часу складе:

$$T_n = 365 - 365 * 0,25 = 274 \text{ днів}$$

Для розрахунку ефективного часу роботи одного працюючого скористаємося наступною формулою:

$$T_{ef} = T_n - (B_i + Л + I_n) \quad (7.4)$$

де, B_i - планова тривалість щорічної відпустки, днів;

Л - планова кількість невиходів на роботу через хворобу (лікарняні), днів;

I_n - планова кількість невиходів на роботу з інших причин, днів.

Згідно із законодавством мінімальна тривалість відпустки повинна становити 24 днів. Тривалість лікарняних на підприємстві обмежують 4 днями.

																		Лист	
																			67
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата															

Звідси ефективний фонд часу одного працюючого складе:

$$T_{\text{еф}} = 274 - (24 + 4) = 246 \text{ дн}$$

Для розрахунку планового відсотка невиходів на роботу скористаємося формулою 7.5.

$$f = \frac{T_n - T_{\text{еф}}}{T_n} * 100\% \quad (7.5)$$

Виходячи з результатів розрахунків ефективного і номінального фонду часу, плановий відсоток невиходів на роботу становитиме:

$$f = \frac{274 - 246}{274} * 100 = 10,22\%$$

Розрахуємо коефіцієнт перекладу явочній чисельності працюючих в обліковій за формулою 7.2:

$$K_p = \frac{100}{100 - 10,22} = 1,11$$

Визначимо облікову кількість працюючих IV розряду за формулою 7.1.

$$Ч_{\text{ормIV}} = \frac{6 \cdot 4 \cdot 1,11}{1} = 26 \text{ чел}$$

Чисельність робітників V розряду

$$Ч_{\text{ормV}} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1,11}{1} = 4 \text{ чел}$$

На підприємстві прийнята погодинна форма оплати праці, для розрахунку якої доцільно скористатися наступною формулою

$$З_{\text{ноз}} = T_z \times B_z \times Ч_{\text{орм}} \quad (7.6)$$

де, T_z - годинна тарифна ставка робітника, яка відповідає розряду роботи, що виконується, грн;

B_z - час, фактично відпрацьований за розрахунковий період (ефективний фонд часу одного працюючого), годину.

Тарифні годинні ставки на підприємстві для робітників I V розряду складають 9,53 грн / год для V розряду - 11,2 грн / год.

Фонд основної заробітної плати складе річну суму заробітних плат робітників I V і V розряду:

$$З_{\text{нозIV}} = 9,53 * 246 * 7 * 26 = 426677,17 \text{ грн}$$

$$З_{\text{нозV}} = 11,2 * 246 * 7 * 4 = 77145,6 \text{ грн}$$

$$З_{\text{ноз}} = 426677,17 + 77145,6 = 503822,77 \text{ грн}$$

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для визначення прямих витрат на основну заробітну плату на калькуляційну одиницю необхідно фонд основної заробітної плати розділити на річне завдання і визначити рівень витрат на заробітну плату:

$$Z_{\text{ног.од}} = \frac{503822,77}{1100} = 458,02 \text{ грн / т}$$

До прямих витрат на оплату праці необхідно також додати додаткову заробітну плату. До складу додаткової заробітної плати на підприємстві включають доплати за роботу у вечірній час, в нічний час, за роботу у шкідливих умовах, оплата відпусток працівникам цеху і лікарняних. Для розрахунку доплат за роботу у вечірній час застосовуються доплати в розмірі 20% від основної заробітної плати за кожний відпрацьований вечірній час. Так як процес виробництва безперервний і цех працює 24 години на добу, то частка вечірніх годин становитиме третину від їх загальної кількості відпрацьованих за добу. Для спрощення розрахунків можна скористатися розрахованим значенням основної заробітної плати на калькуляційну одиницю, що дозволить визначити витрати на оплату годин відпрацьованих у вечірній час (формула 7.7)::

$$Z_{\text{дод.веч.од}} = Z_{\text{ног.од}} * \frac{1}{3} * 0,2 \quad (7.7)$$

Звідси доплати за відпрацьований вечірній час на 1 тону основи складуть :

$$Z_{\text{дод.веч.од}} = 458,02 * \frac{1}{3} * 0,2 = 30,23 \text{ грн / т}$$

Для розрахунку доплат за відпрацьований нічний час приймаємо рівень доплат 40 % від основної заробітної плати . Так як загальна кількість нічних годин становить третину від загальної кількості , то розрахунок доплат можна здійснити за такою формулою :

$$Z_{\text{дод.ніч.од}} = Z_{\text{ног.од}} * \frac{1}{3} * 0,4 \quad (7.8)$$

Звідси доплата за відпрацьований нічний час на калькуляційну одиницю становитиме:

$$Z_{\text{дод.ніч.од}} = 458,02 * \frac{1}{3} * 0,4 = 60,46 \text{ грн / т}$$

Так як процес очищення викидів від нітрозних газів вимагає вихід на роботу в святкові дні , необхідним також є розрахунок доплат за роботу в такі дні . Згідно з українським законодавством, доплати за роботу в святкові дні становлять 100 % від основної заробітної плати . Так як кількість святкових днів в році - десять , то доплати за святкові дні на калькуляційну одиницю можуть бути розраховані наступним чином :

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{\text{доп.св.од}} = Z_{\text{ног.од}} * \frac{C}{T_{\text{эф}}} \quad (7.9)$$

де, С - кількість святкових днів у році.

Виходячи з формули 7.9, доплати за роботу в святкові дні на 1 тону очищених газів складуть:

$$Z_{\text{доп.св.од}} = 458,02 * \frac{10}{246} = 18.62 \text{ грн} / \text{т}$$

Крім розрахованих вище доплат на підприємстві здійснюються доплати за шкідливі умови праці в розмірі 12% від основної заробітної плати. На калькуляційну одиницю продукції доплати за шкідливі умови праці складуть:

$$D_{\text{вр.од}} = 458,02 * 0,12 = 54,96 \text{ грн} / \text{т}$$

Згідно із законодавством кожному працівникові підприємство надає відпустку тривалістю 24 дні. Для визначення виплат з відпуску необхідно визначити середньоденну заробітну плату використовувану для розрахунку відпускних на підприємстві. Для спрощення розрахунків відпускних на калькуляційну одиницю можна скористатися наступною формулою :

$$B_{\text{в.од}} = Z_{\text{ног.од}} * \frac{B_i}{T_{\text{эф}}} \quad (7.10)$$

Для визначення лікарняних на калькуляційну одиницю продукції також використовується розрахункове значення денної тарифної ставки робітників. Для спрощення розрахунків можна скористатися наступною формулою :

$$B_{\text{в.од}} = 458,02 * \frac{24}{246} = 44.68 \text{ грн} / \text{т}$$

Для определения больничных на калькуляционную единицу продукции также используется расчетное значение дневной тарифной ставки рабочих. Для упрощения расчетов можно воспользоваться следующей формулой:

$$B_{\text{л.од}} = Z_{\text{ног.од}} * \frac{Л}{T_{\text{эф}}} \quad (7.11)$$

де, Л - планова кількість невиходів на роботу через хворобу (лікарняні), днів.

Так як тривалість лікарняних на підприємстві в середньому становить 4 дні, то їх величина, яка повинна бути закладена в собівартість продукції, складе :

$$B_{\text{л.од}} = 458,02 * \frac{4}{246} = 7.45 \text{ грн} / \text{т}$$

Сума розрахункових величин доплат становитиме додаткову заробітну плату на 1 тону очищених газів (див. Формулу 7.12)

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{\text{дод.од}} = Z_{\text{дод.веч.од}} + Z_{\text{дод.ніч.од}} + Z_{\text{дод.св.од}} + D_{\text{ш.од}} + B_{\text{в.од}} + B_{\text{л.од}} \quad (7.12)$$

Таким чином, додаткова заробітна плата на 1 тону основи складе:

$$Z_{\text{дод.од}} = 30,23 + 60,46 + 18,62 + 54,96 + 44,68 + 7,45 = 216,4 \text{ грн}$$

Визначимо витрати на сплату єдиного соціального внеску. Нарахування страхових внесків на заробітну плату становлять 38,86 % по відношенню до основної і додаткової заробітної плати:

$$ECB_{\text{од}} = (Z_{\text{ног.од}} + Z_{\text{дод.од}}) * ECB_{\%} \quad (7.13)$$

де, ECB % - розмір єдиного соціального внеску, %.

Таким чином сума єдиного соціального внеску, яку слід закласти в собівартість процесу, наступна:

$$ECB_{\text{од}} = (458,02 + 216,4) * 0,3886 = 262,08 \text{ грн}$$

Результати розрахунків за статтею «прямі витрати на оплату праці» представлені в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4 - Визначення суми витрат на оплату праці основних робітників для процесу очищення викидів від нітрозних газів на калькуляційну одиницю

№ з / п	Найменування статті витрат	Сума, грн
1	Основна заробітна плата	458,02
2	Додаткова заробітна плата	216,4
	в тому числі:	
2.1	доплати за роботу у вечірній час	30,23
2.2	доплати за роботу в нічний час	60,46
2.3	доплати за роботу у вихідні дні	18,62
2.4	Доплати за роботу в шкідливих умовах	54,96
2.5	відпускні	44,68
2.6	лікарняні	7,45
3	Єдиний соціальний внесок	262,08
4	Всього прямі витрати на оплату праці	936,5

Для визначення повної собівартості на підприємстві розраховують загальновиробничі витрати, інші виробничі витрати, адміністративні витрати, витрати по фасуванню та витрати на збут. Перші три перераховані статті є непрямими і визначаються шляхом розрахунку коефіцієнтів розподілу. Так як дані по фонду оплати

праці по всьому підприємству і кошторису відповідних статей відсутні, скористаємося коефіцієнтами розподілу за 2019 рік.

Для визначення непрямой статті розрахунковий процентний коефіцієнт розподілу певної статті витрат необхідно помножити на базу розподілу (див. Формулу 7.14).

$$C_{н.од} = \alpha * C_{б.од} \quad (7.14)$$

Загальновиробничі витрати на калькуляційну одиницю за 2019 рік склали 252,72%.

$$C_{з.в.од} = 458,02 * 2.5272 = 1157,5 \text{ грн}$$

Аналогічно визначаємо статтю « інші витрати » .

Інші витрати на калькуляційну одиницю за 2019 рік склали 1,8%.

$$C_{і.в.од} = 458,02 * 0.018 = 8,24 \text{ грн}$$

Для розрахунку повної собівартості необхідно включення до виробничої собівартості адміністративних витрат , розрахунок яких слід вести виходячи з даних додатка А і формул и 7.14 :

Адміністративні витрати на калькуляційну одиницю за 2019 рік склали 11,1%.

$$C_{а.в.од} = 458,02 * 0.111 = 50,84 \text{ грн}$$

Важливим елементом повної собівартості очищення є витрати на збут , які складають 2,8 % на калькуляційну одиницю :

$$C_{зб.од} = 0.028 * 458,02 = 12,82 \text{ грн}$$

Для визначення оптової ціни основи слід розрахувати нормативний прибуток на калькуляційну одиницю, для чого необхідно планову рентабельність, яка за даними підприємства становить 1,1%, помножити на повну собівартість виробу.

$$П_{н.од} = C_{н.од} * R_{пл} \quad (7.15)$$

де, $R_{пл}$ - планова рентабельність виробу.

Планова прибуток на 1 тонну основи складе

$$П_{н} = 6315.87 * 0,011 = 69,47 \text{ грн}$$

Для розрахунку ПДВ необхідно суму повної собівартості та нормативного прибутку помножити на 0,2 (з 01.01.2020 згідно з Податковим кодексом України ПДВ становить 20%).

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$ПДВ_{од} = (6315.87 + 69.47) * 0,2 = 1277,07 \text{ грн}$$

Оптово-відпускна ціна 1 тонни основи визначатися за формулою

$$C_{од} = C_{н.од} + П_{н.од} + ПДВ_{од}, \quad (7.16)$$

де, $C_{н.од}$ - повна собівартість 1 тонни продукції, грн;

$П_{н.од}$ - нормативная прибыль на калькуляционную единицу, грн.

$П_{н.од}$ - нормативний прибуток на калькуляційну одиницю, грн.

Розрахунок оптової ціни 1 тонни очищених газів до впровадження систем автоматизації наведено в таблиці 7.7.

Так як на підприємстві впроваджуються системи автоматизації, згідно з дослідженнями в дипломній роботі, це дозволяє скоротити споживання: електроенергії на 1,5%, аміаку на 1%, природного газу на 1%, а це в свою чергу, вимагає коригування собівартості 1 тонни основи за статтями «сировина і матеріали» і «паливо і енергія на технологічні цілі».

Для визначення статті «сировина і матеріали» після впровадження систем автоматизації необхідно відкоригувати кількість аміаку, що використовується в технологічному процесі, а саме, зменшити норму витрати на 1%.

$$H_{в.аміак} = 0.75 - 0,01 * 0.75 = 0.7425 \text{ т}$$

Розрахунок статті «сировина і матеріали» після впровадження систем автоматизації наведено в таблиці 7.5.

Таблиця 7.5 - Визначення вартості сировини для очищення викидів від нітрозних газів на калькуляційну одиницю після впровадження систем автоматизації

№ з / п	Найменування сировини	Норма витрат сировини, т	Ціна сировини, грн / т	Всього ціна сировини, грн
1	рідкий аміак	0,7425	3100	2301,75
2	азот	0,250	3500	875
3	Всього сировину і матеріали			3176,75

Для коригування статті «паливо і енергія на технологічні цілі» необхідно норми витрат на електроенергію зменшити на 1,5%, і природного газу за 1%.

$$H_{e.ел} = 323.4 - 323.4 * 0,015 = 318.549 \text{ кВт} / \text{год}$$

$$H_{e.газ} = 0,2945 - 0,2945 * 0,01 = 0,2915 \text{ кВт} / \text{год}$$

Розрахунок статті «паливо і енергія на технологічні цілі» після впровадження систем автоматизації, враховуючи вищенаведені розрахунки норм витрат, представлений в таблиці 7.6.

Таблиця 7.6 - Визначення вартості палива і енергії для очищення викидів від нітрозних газів на калькуляційну одиницю після впровадження систем автоматизації

№3 / п	Найменування статті витрат	Норма витрати енергетичних ресурсів	Ціни і тарифи на енергетичні ресурси, грн	Всього вартість енергетичних ресурсів, грн
1	електроенергія, кВт * год	318,549	0,9576	305,04
2	Пар, Гкал	0,6	289,46	173,68
	Природний газ, тис.м ³	0,2915	1584,4	461,8
3	Всього палива і енергії на технологічні цілі			940,52

Слід зазначити, що впровадження систем автоматизації передбачає вкладення коштів на закупівлю відповідних пристроїв (див. Таблицю 7.8). Так, як згідно із законодавством України, в калькуляції виділяється стаття «амортизація», сума амортизації включається в непрямій статті витрат - «загальновиробничі витрати». Отже, процентний коефіцієнт розподілу загальновиробничих витрат від впровадження систем автоматизації збільшиться за рахунок зростання амортизаційних відрахувань і додаткових витрат на обслуговування пристроїв обслуговуючим персоналом. Згідно з даними підприємства процентний коефіцієнт загальновиробничих витрат після впровадження систем автоматизації складе 253%. Так як сума основної заробітної плати залишиться без змін, величина даної статті після впровадження нововведень буде наступною:

$$C_{з.в.од.після} = 458,02 * 2.53 = 1158,8 \text{ грн}$$

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		74

Так як повна собівартість продукції після впровадження систем автоматизації зміниться, слід провести розрахунок ПДВ і нормативної прибутку . Слід зазначити , що оптову ціну, розраховану до впровадження систем автоматизації, міняти не будемо , так як це пов'язано з політикою підприємства , спрямованої на стримування зростання цін. Таким чином , при незмінній ПДВ ціна залишиться без змін , а нормативна прибуток збільшиться.

$$P_{н.од.після} = C_{од} - (C_{н.од.після} + ПДВ_{од}) \quad (7.17)$$

Звідси нормативний прибуток після впровадження нововведення складе :

Зведення розрахункових значень по статтям калькуляції і оптової ціни на 1 тонну основи після впровадження систем автоматизації наведено в таблиці 7.7 .

$$P_{н.од.після} = 7662.41 - (6284.47 + 1277.07) = 100.87 \text{ грн}$$

Таблиця 7.7 - Калькуляція собівартості процесу очищення викидів від нітрозних газів

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Стаття витрат	Сума, грн	
	До впровадження нововведення	Після впровадження нововведення
Сировина і матеріали	3200	3176,75
Паливо і енергія на технологічні цілі	949,97	940,52
Основна заробітна плата	458,02	458,02
Додаткова заробітна плата	216,4	216,4
Єдиний соціальний внесок	262,08	262,08
загальновиробничі витрати	1157,5	1158,8
Інші виробничі витрати	8,24	8,24
виробнича собівартість	6252,21	6220,81
Адміністративні витрати	50,84	50,84
Витрати на збут	12,82	12,82
повна собівартість	6315,87	6284,47
Нормативна прибуток	69,47	100,87
ПДВ	1277,07	1277,07
Оптова ціна з ПДВ	7662,41	7662,41

Отже, за розрахунками собівартості і оптової ціни бачимо, що нормативна прибуток зросла, що дозволяє зробити висновок про зростання рентабельності з 1,1 % до 1,6 %:

$$R_{np} = 100,87 / 6284,47 = 0,016$$

Так як від систем автоматизації очікується зростання прибутку, доцільно визначити загальний економічний ефект, економічну ефективність і термін окупності від впровадження нововведень. Для визначення показників економічної ефективності і терміну окупності додаткових капіталовкладень, тобто вартості відповідних пристроїв, наведемо дані по витратах на їх покупку, доставку та монтаж в таблиці 7.8.

Таблиця 7.8 - Кошторис витрат на придбання , доставку та монтаж систем автоматизації

Назва приладів	Тип приладів	число одиниць	Ціна за одиницю, грн.	Вартість монтажу та доставки, грн.	Сума, грн.
термопара	ОВЕН ДТПК125- 0114.250	1	1000	10	1010
термопара	ДТПЛ015- 0114.250	3	250	25	825
Датчик тиску	ПД100-ДІ-1,0- 0,5	6	590	59	3894
Датчик різниці тисків	ЗОНД-10- ДД	1	1600	160	1760
Датчик рівня	ОВЕН ПДУ-І	2	3200	320	7040
Вихровий витратомір- лічильник	ВРСГ-1	3	16000	1600	52800
Перетворювач частоти	ОВЕН ПЧВЗ- 2К2-Б	1	4000	400	4400
Програмований логічний контролер	ОВЕН ПЛК 160	1	4200	420	4420
Модуль введення аналогових сигналів	ОВЕН МВ110- 8А	1	1048	100	1148

Модуль виведення аналогових сигналів	ОВЕН МУ110-8I	1	1655	100	1755
Механізм виконавчий пневматичний	МПП-П-320	5	3000	300	16500
Електро-пневмо перетворювач	ЕП-3221	5	1020	100	5600
Прилад технологічної сигналізації	ПТС-64	1	1100	100	1200
Блок живлення	ОВЕН БП04	1	247	25	272
Блок живлення	ОВЕН БП120	1	325	25	350
Блок живлення	ОВЕН БП30	1	437	25	462
Блок живлення	ОВЕН БП14	2	580	50	1260
Автоматичний вимикач	ВА 2001 32А	1	50	5	55
Автоматичний вимикач	ВА 2001 2А	9	40	5	405
Додаткові матеріали					2000
разом					107156

Виходячи з представлених даних в таблиці 7 . 8 , додаткові капіталовкладення на реалізацію заходів по автоматизації складуть 107156 грн . Знаючи річний обсяг очищення викидів від нітрозних газів на підприємстві (1 1 00 т), легко розрахувати річний економічний ефект від впровадження систем автоматизації за формулою

										Лист
										78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ					

$$E = (P_{n2} - P_{n1}) * Q \quad (7.18)$$

де , ПН1 , ПН2 - сума нормативної прибутку , закладеної в оптову ціну продукції до і після впровадження нововведення відповідно, грн .; Q - річний обсяг виробництва продукції , калькуляційних одиниць.

Виходячи з наведеної формули 7 .1 8 , річний економічний ефект по виробничому цеху складе :

$$E = (100.87 - 69.47) * 1100 = 34540 \text{ грн}$$

Для розрахунку показника економічної ефективності додаткових капіталовкладень, що викликали економічний ефект в розмірі 32186 грн , скористаємося наступною формулою :

$$E_{ef} = \frac{E}{K_{доп}} \quad (7.19)$$

де , Кдоп - додаткові капіталовкладення, необхідні для впровадження нововведення (вартість контрольно - вимірювальних пристроїв , вартість нових верстатів , вартість будь-якого іншого нового обладнання), грн .

Користуючись формулою 7 .1 9 , розрахуємо ефективність впровадження в технологічний процес систем автоматизації :

$$E_{ef} = \frac{34540}{107156} = 0,32$$

Найчастіше для визначення ефективності впровадження нововведень розраховують термін окупності капіталовкладень . Зазначений показник дозволяє визначитися, як швидко повернуться кошти, вкладені для реалізації певного нововведення . Показник терміну окупності в нашому випадку визначається як розподіл додаткових капіталовкладень на величину ефекту, отриманий підприємством від впровадження систем автоматизації в технологічний процес виробництва основи (див. Формула 7 . 20) .

$$T_{ок} = \frac{K_{доп}}{E} \quad (7.20)$$

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Використовуємо формулу 7 . 20 для розрахунку терміну окупності додаткових капіталовкладень:

$$T_{ок} = \frac{107156}{34540} = 3,1 \text{ года}$$

Для оцінки розрахованих показників ефективності необхідно їх порівняти з нормативними. Показник економічної ефективності нововведення доцільно порівнювати з існуючою банківською ставкою по депозитах. Це дасть поверхневе уявлення про доцільність вкладення коштів в систему автоматизації. Так в країні за останній рік середня ставка відсотка по де позитив становила 21% річних.

Нормативний термін окупності систем автоматизації п Брали на рівні 3-6 років. Порівнювання розрахункових показників з нормативними і основні техніко - економічні показники по виробництву основи наведені в таблиці 7.9 .

Таблиця 7.9 - Техніко - економічні показники систем автоматизації для процесу очищення викидів від нітрозних газів

№ з / п	Найменування показника	Нормативне значення показника	Розрахункове значення показника	
			До впровадження нововведення	Після впровадження нововведення
1	Обсяг виробництва продукції , т / рік	-	1 1 00	1 1 00
2	Повна собівартість продукції , грн / т	-	6315,87	6284,47
3	Норма прибутку , грн / т	-	69,47	100,87
4	Оптово - відпускна ціна , грн / т	-	7662,41	7662,41
5	Рентабельність виробництва продукції ,%	-	1,1	1, 6
6	Додаткові капіталовкладення, грн	-	-	107156
7	Економічний ефект від впровадження нової техніки , грн / рік	-	-	34540

8	Економічна ефективність додаткових капіталовкладень	0,21	-	0,32
9	Термін окупності додаткових вложеній, років	4	-	3,1

Висновок

З розрахунків слід, що впровадження систем автоматизації дозволило скоротити собівартість 1 тонни очищення викидів від нітрозних газів на 31,4 грн / т, це дозволило отримати річний економічний ефект від впровадження систем автоматизації в розмірі 34540 грн. Додаткові капітальні вкладення, які були використані на купівлю систем автоматизації, в розмірі 107156 грн, окупляться за 3,1 року, що менше нормативного значення на 0,9 року. Показник економічної ефективності додаткових капіталовкладень склав 0,32, що більше нормативного значення на 0,11. Це дозволяє отримувати великі доходи від капіталу у виробництві, ніж при вкладенні коштів на депозити в комерційних банках.

Зазначені ефекти були досягнуті завдяки зниженню споживання електроенергії на 1,5%, аміаку - 1% і природного газу - на 1%, що в результаті призвело до зростання рентабельності очищення 1 тонни нітрозних газів з 1,1% до 1,6%.

Таким чином, впровадження в технологічний процес систем автоматизації є економічно доцільним.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Науково-технічний прогрес вніс серйозні зміни в умови виробничої діяльності працівників розумової праці. Їх праця стала більш інтенсивним, напруженим, які вимагають значних витрат розумової, емоційної і фізичної енергії. Це зажадало комплексного рішення проблем ергономіки, гігієни і організації праці, регламентації режимів праці і відпочинку.

Під умовами праці розуміється сукупність фактів виробничого середовища і трудового процесу, надаю щих вплив на здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Дослідження умов праці показали, що чинниками виробничого середовища в процесі праці є: санітарно гігієнічна обстановка, психофізіологічні елементи, естетичні елементи, соціально-психологічні елементи.

Охорона здоров'я трудящих, забезпечення безпеки умов праці, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму складає одну з головних задач людського суспільства. Звертається увага на необхідність широкого застосування прогресивних форм наукової організації праці, зведення до мінімуму ручної, малокваліфікованої праці, створення обстановки, що виключає професійні захворювання і виробничий травматизм.

8.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Під час виконання конкретної роботи на процесі очищення викидів від нітрозних газів можливий вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

фізичних:

- знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена температура повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони.

хімічних:

- впливу на організм людини через органи дихання, шкірний покрив і слизову оболонку токсичних і подразнюючих речовин;
- сильна загазованість приміщення.

психофізіологічних:

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

- фізичні перенапруги.

8.1.1 У процесі очищення викидів від нітрозних газів використовуються такі шкідливі речовини:

- Рідкий аміак;
- азот;
- Природний газ;
- Нітрозні гази.

Рідкий аміак. За фізіологічною дією на організм відноситься до групи речовин задушливої і нейротропної дії, здатних при інгаляційному ураженні викликати токсичний набряк легенів і важке ураження нервової системи. Аміак має як місцевим, так і резорбтивного дією.

Пари аміаку сильно подразнюють слизові оболонки очей та органів дихання, а також шкірні покриви. Це людина і сприймає як різкий запах. Пари аміаку викликають рясну сльозотечу, біль в очах, хімічний опік кон'юнктиви і рогівки, втрату зору, напади кашлю, почервоніння і свербіж шкіри. При зіткненні зрідженого аміаку і його розчинів з шкірою виникає печіння, можливий хімічний опік з бульбашками, виразками. Крім того, зріджений аміак при випаровуванні поглинає тепло, і при зіткненні з шкірою виникає обмороження різного ступеня. Запах аміаку відчувається при концентрації 37 мг / м³.

Гранично допустима концентрація аміаку в повітрі робочої зони виробничого приміщення (ПДКр.з.) становить 20 мг / м³. В атмосферному повітрі населених пунктів і в житлових приміщеннях середньодобова концентрація аміаку (ПДКс.с.) не повинна перевищувати 0,04 мг / м³. Максимальна разова концентрація в атмосфері - 0,2 мг / м³. Таким чином, відчуття запаху аміаку свідчить про перевищення допустимих норм.

Азот . А Зот - фізіологічно інертні й , нетоксичні й газ. Заміщаючи кисень в повітрі , і витісняючи собою кисень з організму, він впливають на людину як задушливо й агент (асфіксант), через зниження парціального тиску кисню.

При повільному зниженні вмісту кисню в атмосфері до нетривало переноситься організмом рівня (5-7%) виявляються симптоми:

- почастішання дихання і пульсу, ритм дихання може бути хвилеподібним (періоди почастішання дихання змінюються періодами уповільнення);
- втрата рівноваги, запаморочення, можлива ейфорія;
- відчуття тяжкості або здавлювання в лобовій частині голови;
- стук у скронях;
- відчуття жару у всьому тілі;
- відчуття поколювання в мові, кінчиках пальців рук і ніг;

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- утруднення мови;
- прогресивно (можливо швидко) знижується фізична працездатність, порушення координації;
- зміна сприйняття навколишнього оточення і пригнічення функції органів почуттів, особливо дотику;
- можливі «провали» пам'яті і втрата свідомості.

Симптоми можуть з'являтися в залежності від індивідуальної схильності людини до дії гіпоксії.

При різкому зниженні вмісту кисню в атмосфері і, особливо при випадковому попаданні людини в середу азоту досить декількох вдихів для зниження парціального тиску кисню в крові до критичного рівня - настає втрата свідомості, практично завжди раптово.

Природний газ. Природний газ створює задушливу дію на організм людини. В атмосферному повітрі населених пунктів, в повітрі робочої зони і в воді водойм санітарно-побутового водокористування встановлюються гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, які затверджуються Міністерством охорони здоров'я України.

З газових компонентів природних і нафтових газів особливо токсичним є сірководень, його запах відчувається при вмісті в повітрі 0,0014-0,0023 мг / л. Сірководень - отрута, що викликає параліч органів дихання і серця. Концентрація сірководню 0,06 мг / л викликає головний біль. При концентраціях 1 мг / л і вище настають гостре отруєння і смерть.

Нітрозні гази. Діоксид азоту - бурий, що володіє характерним неприємним запахом газ. Діоксид азоту сильно дратує слизисті оболонки дихальних шляхів. Вдихання отруйних парів діоксиду азоту може призвести до серйозного отруєння. Діоксид азоту викликає сенсорні, функціональні та патологічні ефекти. Розглянемо деякі з них. До сенсорним ефектів можна віднести нюхові і зорові реакції організму на вплив NO₂. Навіть при малих концентраціях, що становлять всього 0,23 мг / м³, людина відчуває присутність цього газу. Ця концентрація є порогом виявлення діоксиду азоту. Однак здатність організму виявляти NO₂ пропадає після 10 хвилин вдихання, але при цьому відчувається відчуття сухості і першіння в горлі. Хоча і ці ознаки зникають при тривалому впливі газу в концентрації, в 15 разів перевищує поріг виявлення. Таким чином, NO₂ послаблює нюх.

Але діоксид азоту впливає не тільки на нюх, а й послаблює нічний зір - здатність ока пристосовуватися до темряви. Цей ефект же спостерігається при концентрації 0,14 мг / м³, що, відповідно, нижче порога виявлення.

Функціональним ефектом, що викликається діоксидом азоту, є підвищений опір дихальних шляхів. Іншими словами, NO₂ викликає збільшення зусиль, що витрачаються

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

на дихання. Ця реакція спостерігалася у здорових людей при концентрації NO_2 всього $0,056 \text{ мг / м}^3$, що в чотири рази нижче порога виявлення. А люди з хронічними захворюваннями легенів відчують затруднення дихання вже при концентрації $0,038 \text{ мг / м}^3$.

Патологічні ефекти виявляються в тому, що NO_2 робить людину більш сприйнятливим до патогенів, що викликають хвороби дихальних шляхів. У людей, які зазнали впливу високих концентрацій діоксиду азоту, частіше спостерігаються катар верхніх дихальних шляхів, бронхіти, круп і запалення легенів. Крім того, діоксид азоту сам по собі може стати причиною захворювань дихальних шляхів. Потрапляючи в організм людини, NO_2 при контакті з вологою утворює азотистих і азотну кислоти, які роз'їдають стінки альвеол легенів.

В Україні встановлено такі екологічні стандарти на вміст оксидів азоту в атмосферному повітрі населених місць: для NO_2 максимальна разова гранично допустима концентрація (ПДКм.р.) становить $0,085 \text{ мг / м}^3$, а середньодобова гранично допустима концентрація (ПДКс.с.) - $0,04 \text{ мг / м}^3$; для NO ПДКм.р = $0,4 \text{ мг / м}^3$, ПДКс.с = $0,06 \text{ мг / м}^3$.

8.2.2 На роботах з шкідливими і небезпечними умовами працюючим видається безплатно за встановленими нормами спеціальний одяг та інші засоби індивідуального захисту:

- костюм чоловічий для захисту від кислот ;
- білизна чоловіча х / б;
- прогумований фартух;
- гумові чоботи;
- гумові рукавички;
- окуляри захисні;
- онучі;
- головний убір - бере суконний ;
- протигаз марки «В».

За встановленими нормами також видається мило.

Одяг та взуття апаратника повинні бути кислотостійкими, іскробезпечними. У разі аварії повинен бути передбачений аварійний комплект спецодягу та інших засобів індивідуального захисту.

Під час виконання своїх обов'язків необхідно дотримуватися вимог санітарних норм і особистої гігієни:

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

- приступати до роботи в засобах індивідуального захисту;
- зберігати і вживати їжу тільки у відведених місцях;
- після роботи вимити забруднені частини тіла.

Не можна приступати до роботи натщесерце. Талони ЛПП (лікувально профілактичного живлення) повинні бути використані протягом дня. Після 2 годин роботи необхідно робити 5 хвилинну перерву в атмосфері чистого повітря.

8. 2 Організація робочого місця при роботі з візуальними дисплейними терміналами.

Основним документом щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК є ДСанПіН «Державні санітарні правила и норми роботи з візуальними дисплейної терміналами (ВДТ)», де особлива увага приділяється зниженню наслідків несприятливої дії на працівників шкідливих і небезпечних факторів, які супроводжують роботу з ВДТ. Джерелами шкідливого випромінювання є дисплей і

процесорний блок комп'ютера. В реальних умовах електромагнітні поля відносно невеликі за рівнем, істотно неоднорідні в просторі і нестаціонарні в часі. Одним з факторів, що знижують рівні електромагнітного поля, є заземлення.

Робоче місце інженера по системам управління характеризується робочим середовищем, тобто сукупністю факторів зовнішнього середовища. До них відносяться фізичні, хімічні, біологічні, інформаційні, соціально-психологічні та естетичні властивості середовища, які впливають на людину.

Робоче місце і взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця програміста повинні бути дотримані наступні основні умови:

- оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця;
- достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення;
- необхідно природне і штучне освітлення для виконання поставлених завдань;
- рівень акустичного шуму не повинен перевищувати допустимого значення.
- достатня вентиляція робочого місця;

Ергономічними аспектами проектування відеотермінальних робочих місць, зокрема, є: висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до розташування документів на робочому місці (наявність і розміри підставки для документів, можливість

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

різного розміщення документів, відстань від очей користувача до екрану, документа, клавіатури і т.д.), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого столу, можливість регулювання робочого місця і його елементів.

Екран ВДТ і клавіатура розміщуються на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з розрахунком розміру алфавітно - цифрових знаків і символів, а також розміру екрана по діагоналі. У таблиці 8.1 представлено відстань від екрану до очей користувача в залежності від розмірів екрану ВДТ.

Таблиця 8.1 - Відстань від екрана до очей користувача в залежності від розмірів екрану ВДТ

Розмір екрану по діагоналі	Відстань екрану до очей, мм
35/38 (14 °/ 15 °)	600-700
43 (17 °)	700-800
48 (19 °)	800-900
53 (21 °)	900-1000

збереження здоров'я працюючих, запобігання професійним захворюванням і підтримки працездатності передбачені внутреннесменние режими при 8 - годинному робочому дні в залежності від характеру праці:

- для розробників програм - 15 хвилин перерви через кожну годину роботи;
- для оператором ЕОМ - 15 хвилин перерви через кожні 2 години роботи;
- для операторів комп'ютерного набору - 10 хвилин перерви через кожну годину роботи;

У всіх випадках тривалість безперервної роботи з ВДТ не може перевищувати 4 години.

Згідно СНиП 2.09.04-87 "Адміністративні і побутові будівлі та приміщення виробничих підприємств" - площа приміщення з розрахунку на одну людину при роботі з ВДТ слід передбачати величиною не менше 6,0 м², об'єм не менше 20 м³, з урахуванням максимального числа працюючих. У приміщенні буде розміщуватися комп'ютер, який живиться від електромережі з напругою 220 В.

Параметри мікроклімату в приміщенні повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-76 "Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги ". Рекомендується

температуру повітря (допустимі рівні) в приміщенні підтримувати в межах 22-24 0С при відносній вологості 40-60% і швидкості руху повітря не більше 0, 1 м / с.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в робочих приміщеннях повинні відповідати вимогам "Санітарних норм допустимих рівнів шуму на робочих місцях". У приміщеннях, де розміщені гучні агрегати обчислювальних машин (джерелами шумообразовання в приміщенні є друкують устрою - принтери), рівні звуку та еквівалентні рівні звуку не повинні перевищувати 75 дБА. Нормування параметрів середовища рекомендується проводити з урахуванням трудової діяльності, з огляду на схожість механізмів дії на організм людини шуму і напруженості праці.

Вібрація (загальна) обладнання на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимих величин, встановлених "Санітарними нормами вібрації робочих місць". Для зниження шуму і вібрації стіни і стелі приміщення, де встановлені ЕОМ та інше обладнання, що є джерелом шумообразовання, облицьовані звукоізолюючими матеріалами (як звукоізолюючих матеріалів використовуються перфоровані плити).

Освітлення виробничих приміщень для роботи з ВДТ має бути природним і штучним, відповідно до СНиП II-4-79.

Природне освітлення повинно здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані на північ або на північний схід і забезпечувати КПО \geq 1,5%.

Штучне освітлення повинно здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі потреби і комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення. При цьому світильники місцевого освітлення слід встановити таким чином, щоб не створювати відблиски на поверхню екрану, а освітленість екрану не повинна перевищувати 300лк, крім цього вони повинні мати просвічує відбивач із захисним кутом не менше 40 градусів.

Норма освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має бути - 300 - 500 лк.

8 . 3 Розрахунок освітленості

Правильно організоване освітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці. Освітлення на робочому місці інженера по системам управління повинно бути таким, щоб працівник міг без напруги зору виконувати свою роботу.

Розрахунок освітленості робочого місця зводиться до вибору системи освітлення, визначенню необхідного числа світильників, їхнього типу і розміщення.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Розрахунок штучного освітлення виробляємо відповідно до СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення».

Скористаємося методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Як джерело світла використовуємо люмінесцентні лампи. Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 20 м², ширина якої 5 м, висота - 2,5 м.

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, падаючий на поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n},$$

де **F** - розраховується світловий потік, лм;

E - нормована мінімальна освітленість, лк. Мінімальна освітленість при загальній системі освітлення і використанні газорозрядних ламп становить **E** = 200 лк;

S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку **S** = 20 м²);

Z - відношення середньої освітленості до мінімальної (при використанні газорозрядних ламп **Z** = 1.1);

Do - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення визначається за таблицею коефіцієнтів запасу для різних приміщень і в нашому випадку **K** = 1.5);

n - коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін (**Pc**) і стелі (**Pп**)), значення коефіцієнтів **Pc** і **Pп** визначимо по таблиці залежностей коефіцієнтів відображення від характеру поверхні: **Pc** = 5 0%, **Pп** = 7 0%. Значення **n** визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A+B)},$$

де **S** - площа приміщення, **S** = 20 м²;

h - розрахункова висота підвісу, **h** = 1,7 м;

A - ширина приміщення, **A** = 5 м;

B - довжина приміщення, **B** = 4 м.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Підставивши значення , отримаємо:

$$I = \frac{20}{1.1 \cdot (4+5)} = 1.3$$

Знаючи індекс приміщення I, Pс і Pп, знаходимо n = 0, 51.

Підставами все значення в формулу для визначення світлового потоку F:

$$F = \frac{200 \cdot 1.5 \cdot 20 \cdot 1.1}{0.51} = 12941 \text{ лм}$$

Для освітлення вибираємо люмінесцентні лампи типу ЛБ40-1, світловий потік яких F = 3200 лк.

Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі:

$$N = \frac{F}{F_{л}}$$

де N - обумовлений число ламп;

F - світловий потік, лм;

F_л - світловий потік лампи, лм.

$$N = \frac{12941}{3200} = 4 \text{ шт.}$$

При виборі освітлювальних приладів використовуємо світильники типу ОД. Кожен світильник комплектується двома лампами. Розміщуються два дволампових світильник а в один ряд .

8.4 Електробезпека

Приміщення згідно з "Правилами улаштування електроустановок" (ПУЕ-86), пункт 1.1.13 відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою, оскільки в них спостерігається наявність можливості одночасного дотику людини до яких з'єднання з землею металоконструкцією будівель - металевим опалювальним пристроєм (батареями), що мають з'єднання з землею через підземні теплопроводи з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання (комп'ютерів) з іншого.

Працівники приміщень піддаються впливу наступних шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища:

- безпека ураження електричним струмом;
- безпека вибуху і пожежі;
- дія електричних полів (радіочастот);

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- статичну електрику;
- шум;

Ураження електричним струмом можливо при дотику до електроустановки (комп'ютера), яка може виявитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

З метою запобігання можливих випадків ураження електричним струмом передбачені наступні заходи: повна ізоляція струмоведучих ліній; застосування для місцевого освітлення низьковольтної напруги (12 ... 36В); корпусу всіх електродвигунів, обладнання, комунікацій - заземлені; місця парогазовиделеній обладнані відсмоктувальними пристосуваннями, які під'єднані до витяжних ліній.

Щоб уникнути електротравм, відповідно до вимоги пункту 1.7.33 ПУЕ, в робочих приміщеннях виконано занулення електроустановок, оскільки їх робоча напруга перевищує 42 В. Занулення здійснюється шляхом навмисного виконання металевої зв'язку занулених частин із заземленою нейтраллю живильного силового трансформатора. В даному випадку занулення комп'ютерної техніки виконано третім проводом кабелю живлення шляхом приєднання його до заземлюючих контактів спеціальних розеток.

Захист від статичної електрики

Для запобігання утворення статичної електрики в приміщенні необхідно використовувати нейтралізатори і зволожувачі. Покриття плит підлоги виконане з гладких, міцних, що володіють антистатичними властивостями матеріалів. Захист від статичної електрики повинен проводитись згідно з санітарно-гігієнічними нормами допустимої напруженості електричного поля. Допустимі рівні напруженості електричних полів не повинні перевищувати 20 кВ протягом однієї години (ГОСТ 12.4045-84). Захист від статичної електрики включає в себе заземлення технологічного обладнання та комунікацій.

8.5 Пожежна безпека

- Операція по очищенню викидів від нітрозних газів вибух про небезпечна . Категорія будівлі за ступенем небезпеки відповідно до ОНТП 24-86 - Б , клас пожежної зони за правилами влаштування електроустановок П- II а.
- До всіх будівель, споруд повинен бути забезпечений вільний доступ. Проїзди і під'їзди до будівель і пожежних вододжерел повинні бути завжди вільними.
- Протипожежні розриви між будівлями забороняється використовувати під складування матеріалів, устаткування, пакувальної тари і для стоянки автотранспорту.
- У зимовий час проїзди до будинків, вододжерел, а також виходи до будівель і зовнішні сходи повинні систематично очищатися від снігу та льоду.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

- Проходи, виходи, коридори, тамбури, сходи, що не дозволяється захаращувати різними предметами та обладнанням.
- Всі двері евакуаційних виходів вільно повинні відкриватися в напрямку виходу з будівлі.
- Весь пожежний інвентар, стаціонарні автоматичні системи пожежогасіння, а також кошти пожежного зв'язку повинні перебувати в справному стані і готовності до використання.
- Відповідальність за збереження пожежного інвентарю та засобів пожежогасіння несе адміністрація відділення.
- Територія відділення повинна міститися в чистоті, очищатися від сухої трави, сміття та відходів виробництва.
- При надходженні на роботу і періодично в відповідності з галузевими нормами необхідно проходити протипожежний інструктаж.
- Все зобов'язаний і знати і виконувати встановлені правила пожежної безпеки, не допускати дій, які можуть призвести до пожежі або загорання.
- Усі виробничі приміщення, обладнання та вентиляційні установки повинні періодично (згідно з графіком) очищатися від пилу, відкладень фарби та ін. Відходів.
- Спецодяг повинен своєчасно піддаватися прання та ремонту.
- Зварювальні та інші вогневі роботи проводити відповідно до положення про «Порядок організації безпечного ведення вогневих робіт».
- Після закінчення роботи необхідно провести ретельне прибирання робочого місця від пилу, відходів і сміття. Відповідальні за протипожежний стан будівель і приміщень зобов'язані провести огляд протипожежного стану будівель і приміщень, домогтися усунення порушення протипожежних правил.
- Усі працівники повинні знати місця розташування первинних засобів пожежогасіння, найближчих телефонів, пожежних сповіщувачів та вміти приводити їх в дію під час пожежі та загорання, а також тримати в справному стані і готовності всі засоби пожежогасіння та гідравлічне обладнання (вогнегасники ОВП-9з, ОУ-2 , ОУ-5, сповіщувачі, пісок, пожежні крани, дренчерні системи).

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- Використовувати не за призначенням і захаращувати первинні засоби пожежогасіння та протипожежне обладнання.
- Встановлювати і експлуатувати печі-времянки, жаровні, електронагрівальні прилади без негорючих підставок та письмового дозволу головного інженера, узгодженням з

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

головним енергетиком, відділом охорони праці і санкції пожежної охорони, а також залишати без нагляду роботу цих приладів.

- Експлуатувати саморобні нагрівальні прилади.
- Прибирати приміщення із застосуванням бензину, гасу, розчинників та ін. Легкозаймистих рідин.
- Про б Біван стіни приміщень папером і горючими тканинами, що не просоченими вогнезахисними засобами.
- Виробляти відігрівання замерзлих труб, різних систем паяльними лампами та ін. Способами із застосуванням відкритого вогню.
- Транспортувати небезпечні вантажі на необладнаному для цього транспорті.
- Виробляти роботи в виробничих будівлях при несправних системах пожежогасіння, а також при відсутності води у водопроводі.
- Зливати пожежонебезпечні рідини в каналізацію.
- Проводити роботи на несправному обладнанні і при непрацюючій вентиляції.
- Зберігати особистий одяг на робочих місцях, а також сушити спецодяг на опалювальних приладах, паропроводах і ін. Джерелах тепла.
- Підвищувати норми зберігання понад встановлених норм.
- Проносити курильні принадлежності, спиртні напої і речовини наркотичної дії, а також приймати їх на території заводу.

У разі виникнення пожежі:

1. Окриком «ПОЖЕЖА» оповістити оточуючих, припинити роботу, повідомити керівника вищого рівня (майстру зміни або начальнику ділянки або технологу чи начальнику цеху). Негайно повідомити про пожежу по телефон у : 101 , при цьому необхідно назвати місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також своє прізвище, або по сповіщувача, розбивши скло і натиснувши кнопку до упору. Дочекатися відповідного сигналу.

Пожежні сповіщувачі знаходяться в спеціально відведених місцях.

Потім приступити до гасіння пожежі чи загоряння наявними первинними засобами пожежогасіння.

2. Перед гасінням пожежі обладнання повинно бути знеструмлено електриком, і тільки по його команді можна приступати до гасіння пожежі або загоряння, наявними первинними засобами пожежогасіння.

Для приведення в дію вогнегасника ОВП-9з необхідно:

- зняти вогнегасник з кронштейна, зірвати пломбу;
- висмикнути чеку;

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- взяти в руки гнучкий шланг;
- направити насадку на вогонь;
- натиснути важіль запірно-пускательного пристрою;
- гасіння починати з відстані 3 - 4 м.

При попаданні піни на тіло рясно змити водою.

Гасити електрообладнання, що знаходиться під напругою, вогнегасником ОВП-9з і водою заборонено, його необхідно попередньо знеструмити. При неможливості знеструмити електрообладнання під напругою до 1000В його необхідно гасити

вогнегасниками вуглекислотними ОУ-2, ОУ-5, порошковими вогнегасниками ВП -2, ОП - 5, сухим піском або використовувати кошму.

3. Для приведення в дію вогнегасників ОУ-2 та ОУ-5 необхідно :

- сорвать пломбу, направити розтруб вогнегасника на палаючий предмет;
- повернути маховик вентиля вліво до відмови.

4. Для гасіння пожежі від пожежного крана необхідно :

- зірвати пломбу на пожежному шафці;
- вийняти і розкачати пожежний рукав;
- відкрити вентиль пожежного крана;
- направити струмінь води в осередок пожежі.

5. Забороняється використовувати воду від пожежного крана і вогнегасники ОВП-9з для гасіння загорівся електрообладнання, що знаходиться під напругою.

6. При гасінні пожежі обладнання повинно бути знеструмлено електриком, і тільки по його команді можна приступати до гасіння пожежі або загоряння.

7. Для приведення в дію вогнегасника ОП-2, ОП-5:

- зняти вогнегасник з кронштейна, піднести до осередку пожежі;
- висмикнути запобіжну чеку (колечко);
- направити вогнегасник на вогнище загоряння;
- натиснути пускову кнопку подачі вогнегасної порошку;
- приступити до гасіння пожежі.

8. При гасінні пожежі вогнегасниками ОВП-9з, ОУ-2, ОУ-5 необхідно використовувати рукавиці для захисту рук від поразок (опіків, обморожень).

9. Забезпечити допомогу по прибуттю наряду ДПК в прокладанні рукавичних ліній від автомашини до місця пожежі.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Особи, винні в порушенні протипожежних правил і їх наслідків, несуть відповідальність у встановленому законом порядку.

8. 6 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

До аварійних ситуацій відносяться:

- відключення електропостачання, обривання і коротке замикання електрокомунікацій, електрообладнання;

- розлив кислот і кислотних сумішей в результаті течі цистерни.

• У разі відключення електроенергії, води, працівник доповідає майстру і діє за його вказівкою.

• При течу цистерни необхідно діяти в наступному порядку:

- підставити під місце течі кислоти ємність з корозійностійкої сталі;

- по прибуттю резервної цистерни перекачуючи ть в неї кислоту або кислотну суміш.

• Пролиту на землю кислоту нейтралізують овать вапном або содою, і прибирає за допомогою совка з корозійностійкої сталі і віника. Поместить в відро, з корозійностійкої сталі, і унести в шламонакопитель на станцію нейтралізації стічних вод.

Якщо немає можливості самостійно ліквідувати аварійну ситуацію, доповісти вищестоящому керівництву .

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВИСНОВКИ

На підставі Технічного завдання розроблено інформаційне, технічне забезпечення та алгоритм роботи системи автоматизації.

Система являє собою 3-х рівневу АСУ ТП.

До складу якої входять:

- датчики, встановлені безпосередньо на технологічному обладнанні;
- виконавчі органи, які відпрацьовують отримане від контролера вплив;
- контролер, який виконує первинну обробку даних отриманих від датчиків, видає керуючий вплив для регулюючих органів, а так само виступає сполучною ланкою межу об'єктом управління і АРМ;

- автоматизоване робоче місце (АРМ) до складу якого входить IBM PC комп'ютер з встановленою операційною системою Windows XP, процесором Intel Pentium 4, ОЗУ 512МВ і встановленим програмним комплексом TRACE MODE 6.

І спользование сучасних методів управління технологічним процесом, а також новітніх технічних засобів автоматизації дало можливість реалізувати якісно нову технологію управління і підвищило ефективність виробництва, що призвело до:

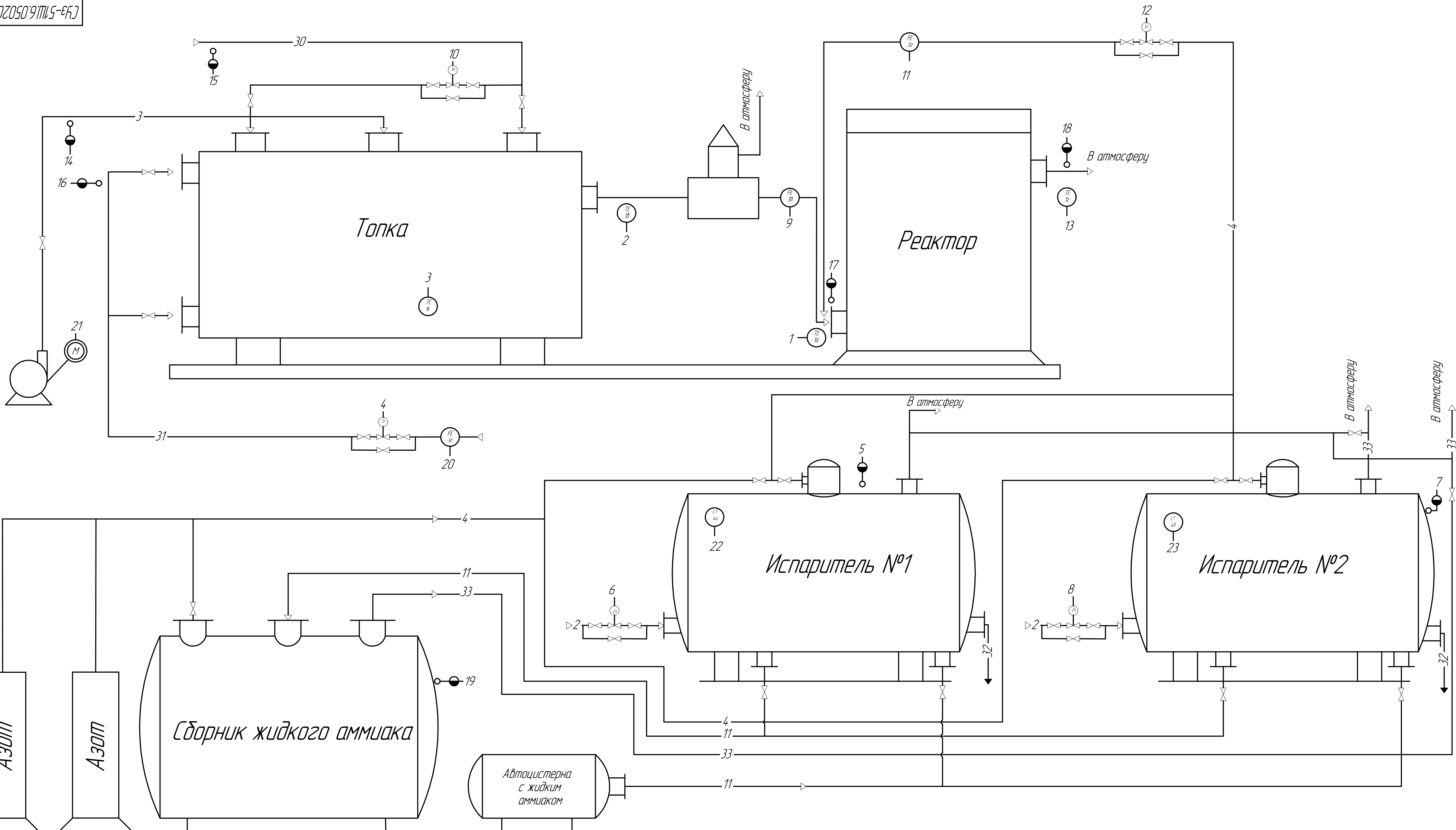
- підвищення якості продукції, що випускається;
- зниженням витрат сировинних і енергетичних ресурсів за деякими статтями витрат на ТП;
- підвищення обсягу продукції, що випускається;
- скорочення простоїв через неполадки;
- збільшення міжремонтних термінів роботи обладнання;
- використовувати мінімальну кількість працівників, необхідних для підтримки ТП в робочому стані і ліквідації аварійних ситуацій.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Ключев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
2. <http://standart-m.com.ua/kipia/sudyny-rozdilovi-sr-40>
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В., Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- СПб.: Химия, 1985. - 352 с.
4. Волошенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
5. Сольницев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления —М: Высш. шк., 1991. — 335 с.
6. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципові схеми / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 48с.
7. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Схеми з'єднань, підключення, загальні та розміщення / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 28с.
8. Технично-экономическое обоснование дипломных проектов / под ред.В.К. Беклешова. –М.: Высш.шк., 1991. – 247 с.
9. Экономика и организация производства в дипломных проектах : учебное пособие / К. М. Великанов и др. ; под ред. К.М. Великанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986, - 288 с.
10. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів / укладачі: О. М. Тур, І. В. Новикова. – Шостка : Сумський державний університет, 2014. – 42 с.
11. Г.В. Голодников, Т.В. Мандельштам. Практикум по органическому синтезу. Учебное пособие. Под ред. проф. К. А. Оглоблина. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. – 376 с.
12. <https://owen.ua/ru/news/termoperetvorjuvachi-owen>
13. <https://owen.ua/ru/datchiki/davleniya/izbytochnoje-di>
14. <https://pribortrade.com.ua/raskhodomery/metran-360/>

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Имя, № листа, Подп. и дата, Взам. инв. №, Инв. № докум., Листы и дата, Справ. №, Перв. исполн.

Приборы по месту	УСО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
		270°C	300°C	1100°C	$0.2-1 \text{ мкс/см}^2$	5 мкс/см^2	$0.2-1 \text{ мкс/см}^2$	5 мкс/см^2	$0.2-1 \text{ мкс/см}^2$	4.5 мкс/см^2	$0.2-1 \text{ мкс/см}^2$	6.5 мкс/см^2	$0.2-1 \text{ мкс/см}^2$	300°C	5 мкс/см^2	8 мкс/см^2	2.2 мкс/см^2	6 мкс/см^2	5 мкс/см^2	5 мкс/см^2	$300 \text{ м}^3/\text{час}$	RS485	1.8 м	1.8 м		
ПИ			PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5	PI 6	PI 7	PI 8	PI 9	PI 10	PI 11	PI 12	PI 13	PI 14	PI 15	PI 16	PI 17	PI 18	PI 19	PI 20	PI 21	PI 22	PI 23	
ДП																										
АВ																										
DO																										
Контроль			VO1	VO2									NTC-64, VO3		VO4	VO5	VO6	VO7				SY-6 C/E				
Рег-ние																										
Сигнализация																										
ГК																										
Управляемый контур																										
		Температура перед реактором	Температура после печи	Температура в печи	Давление в испарителе 1	Давление в испарителе 2	Давление низкого газа в печи	Риск! Избыток газа природного газа в печи	Риск! Избыток кислорода атмосферы в печи	Температура после реакции	Давление дожига в бензолитере	Давление низкого газа природного газа в печи	Давление в печи	Давление в сборнике природного газа	Риск! Избыток природного газа в бензолитере	Управление бензолитером	Избыток в испарителе 1	Избыток в испарителе 2	Избыток	Избыток						

Обозначение	Наименование
30	Нитрозный газ
31	Природный газ
32	Конденсат водяной
33	Газообразный аммиак

СЧЗ-51Ш.6.05020101.11.А2			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.
Разраб.	Лопченко С. В.		
Проб.	Мозок Е. Н.		
Т.контр.			
Исполн.			
Утв.	Хиделев Г.М.		

Система управления технологическим процессом очистки выбросов от нитрозных газов	Лит.	Масса	Масштаб
Схема функциональная	Лист	Листов	1
		Формат	A1

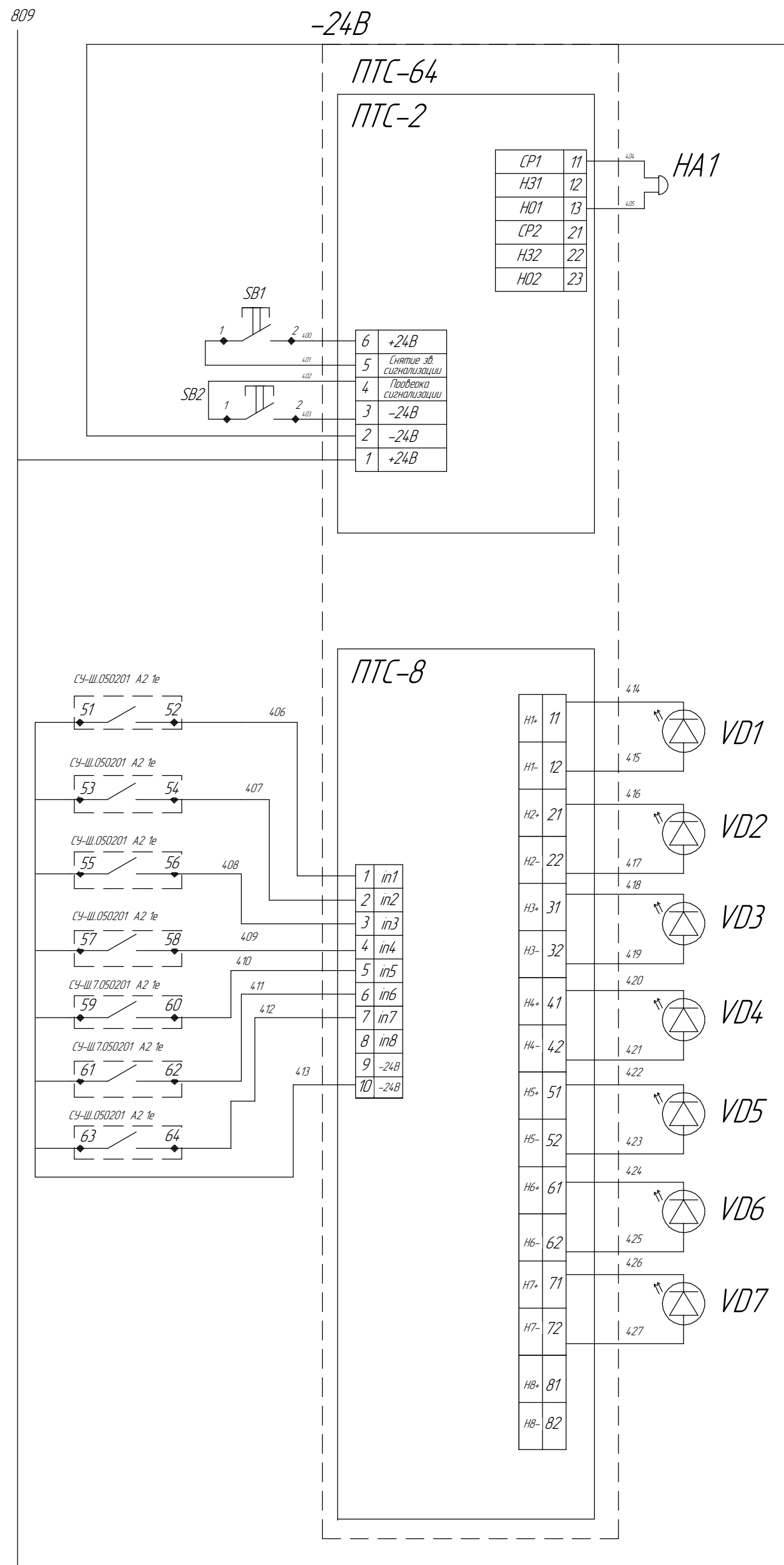
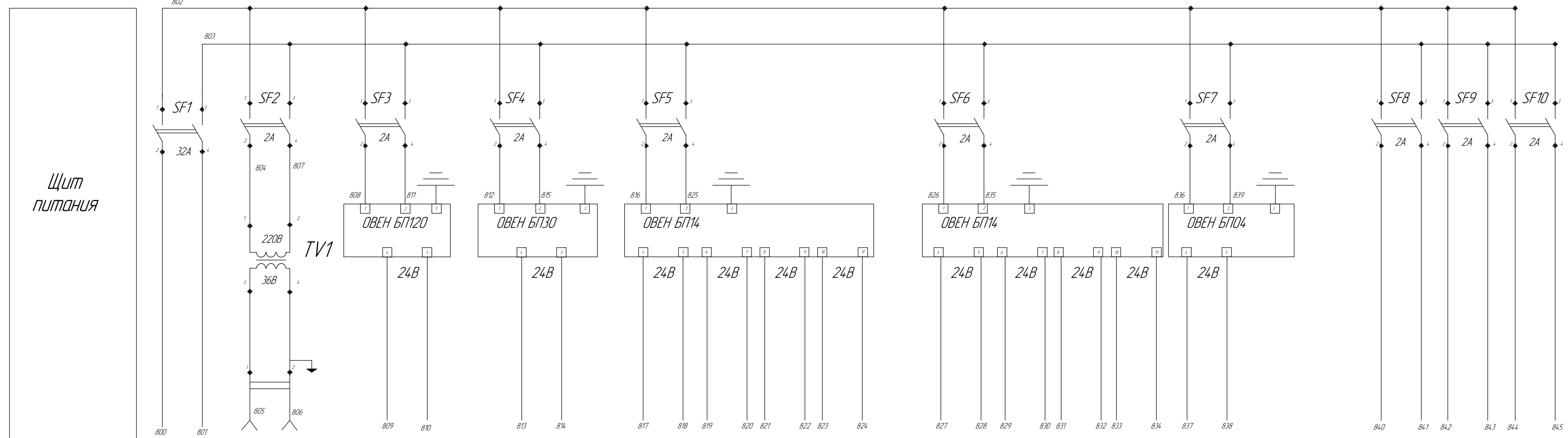


Схема сигнализации

Звуковая сигнализация
Кнопка снятия обходной сигнализации
Опробование звуковой и световой сигнализации
Повышение давления нитроэного газа перед реактором
Повышение температуры нитроэного газа после топки
Повышение температуры нитроэного газа в реакторе
Повышение давления нитроэного газа
Повышение давления природного газа в топке
Повышение давления в реакторе
Повышение давления жидкого аммиака в сборнике

810



Позиция		XS1	Схема сигнализации	1e	2b	2z	1d	2a	2d	3d	3a	5a	5d	3b	3z	3d
Тип	Ввод рабочий	Разетка штепсельная		ОВЕН ПЛК160	ПД100	ПД100	ПД100	ПД100	ПД100	ПД100	30мд-10-00	МВ110-8А	МУ110-ВИ	ВРСГ-1	ВРСГ-1	ВРСГ-1
Напряжение, В	220	36	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	220	220	220
Мощность, Вт, мА	1500	100	80	10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	4	4	10	10	10
Место установки	щит №1	щит №1	щит №1	щит №1	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	щит №1	щит №1	по месту	по месту	по месту

Позиция	Обозначение	Кол-во	Примечание
SF1	Автоматический выключатель ВА-2001, кол-во полюсов 2 Iном=32А, Uном=220/380В	1	
SF2-SF10	Автоматический выключатель ВА-2001, Iном=2А, Uном=220В	9	
VD1-VD7	Лампа сигнальная светодиодная, цвет красный Pном=2,6Вт, Iном=24В, степень защиты IP67, 8LM2TIL224	7	
TV1	Трансформатор понижающий ОСМ1-0,1, U1=220В, U2=36В P=320Вт	1	
SB1-SB2	Кнопка с подсветкой красная 100mA, Uном=24В 8LM2T GL 104	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	1	
ПТС64	Прибор технической сигнализации. Дискретных входов 8 Uном=24В	1	

СЧЗ-51Ш.6.05020101.11.33

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Система управления технологическим процессом	Лит.	Масса	Масштаб
					очистки выбросов от нитроэных газов			1:1
Разраб.	Ложченко С.В.				Схема электрическая принципиальная	Лист	Листов	1
Проб.	Мозок Е. Н.							
Т.контр.								
И.контр.								
Утв.	Хидолеи Г.М.							

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