Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут Сумського Державного університету
Факультет денної форми навчання
Кафедра системотехніки і інформаційних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. Кафедрою системотехніки та
інформаційних технологій
_____ Худолей Г.М.
“____” _____ 2020р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

"Система управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду"

Керівник проекту Мозок Є.М.

КОНСУЛЬТАНТИ

З економічної частини Тур О. М.
Проектант:
студент групи СУс - 51Ш Хоменко М.В.

Залікова книжка № 15180046

РЕФЕРАТ

Хоменко Максим Витальевич. Система управления технологическим процессом ректификации водного раствора диметилформамида. Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного университета. Шостка, 2020 год.

Дипломный проект содержит 81 листов пояснительной записки, с учетом 49 рисунков, 15 таблиц; конструкторскую документацию, которая содержит 4 чертежа; 3 демонстрационных плаката.

Разработано техническое задание. Разработана система управления технологическим процессом ректификации водного раствора диметилформамида на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК160. Разработан алгоритм управления. Разработана управляющая программа в САПР TraceMode 6. Удовлетворительное качество технологического процесса ректификации водного раствора диметилформамида подтверждено результатами моделирования на ЭВМ.

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

РЕФЕРАТ

Хоменко Максим Віталійович. Система управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020рік.

Дипломний проект містить 81 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 49 рисунків, 15 таблиць; конструкторську документацію, яка містить 4 креслення; 3 демонстраційних плаката.

Розроблено технічне завдання. Розроблено систему управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК160. Розроблено алгоритм управління Розроблена керуюча програма в САПР TraceMode 6. Задовільна якість технологічного процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду підтверджена результатами моделювання на ЕОМ.

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

SUMMARY

Popchenko Serhiy Volodymyrovich. The control system of technological process of rectification aqueous solution of dimethylformamide. Diploma project. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2020 year.

A diploma project is contained by 81 leaves of explaining message, taking into account 49 pictures, 15 tables; designer document which contains 4 drafts; 3 demonstration poster.

The specification is developed. The control system of technological process of rectification aqueous solution of dimethylformamide on the basis of the programmable logical controler PLK160 is developed. The algorithm of management is developed. The control program are developed in CAD TraceMode 6. Satisfactory quality of process of rectification aqueous solution of dimethylformamide is confirmed with results of modeling on PC.

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. Кафедрою системотехніки та

інформаційних технологій

_____ Худолей Г.М.

“____” _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду

Проектант:

Студент групи СУз-51Ш Хоменко М. В.

Погоджено:

Керівник проекту Мозок Є. М.

1 Найменування та область застосування розроблюваної системи

Система управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду заводу ПАТ «ШЗХР» міста Шостка. Розроблена АСУ повинна забезпечувати високоякісну ректифікацію водного розчину диметилформаміду, який є вихідним продуктом підприємства.

2 Підстави для розробки

Розробка виконується на основі завдання кафедри на проект.

3 Мета і призначення розробки

Метою завдання являється розробка системи автоматичного управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду.

Очікувані результати реалізації даного проекту:

- підвищення ступеню очищення вихідного продукту;

- підвищення техніко-економічних показників виробництва, в основному за рахунок застосування сучасних методів управління технологічним процесом, а також використання новітніх засобів автоматизації;

- підвищення якості продукції;

- зниження енергонавантаження;

- підвищення рівня безпеки на виробництві, зниження аварійності;

- усунення робітників від шкідливих факторів виробництва.

4 Джерела розробки

Звіт з переддипломної практики. Технологічний регламент виробничого процесу.

5 Режими роботи об’єкта

Технологічний процес ректифікації водного розчину диметилформаміду є неперервним виробництвом згідно діючого регламенту.

6 Технічні вимоги

Забезпечити регулювання і контроль параметрів технологічного процесу з використанням мікропроцесорної техніки.

Після проведення автоматизації, виробництво повинно відповідати наступним показникам:

- ведення технологічного процесу на основі автоматичного контролю технологічних параметрів;

- зниження трудомісткості при вимірі та управлінні технологічними параметрами;

- візуалізація параметрів технологічного процесу і аварійних ситуацій;

- автоматичне управління виконавчими механізмами;

- запобігання розвитку аварійних ситуацій і забезпечення безпечного завершення процесу за заданим алгоритмом;

- прийом інформації з верхнього рівня системи управління та формування керуючих впливів на виконавчі механізми;

- масова частка диметилформаміду в кінцевому продукті типу «хч» не менше 99.9%;

- масова частка диметилформаміду в кінцевому продукті типу «ч» не менше 99.7%

- перерегулювання при перехідних процесах не повинно перевищувати 20%.

Спроектована система повинна зберігати працездатність при дії на систему електромагнітних полів, виникаючих при роботі електродвигунів.

До складу системи управління повинні входити:

- вузол керування на базі програмованого контролера;

- АРМ на базі ПК з відповідним програмним забезпеченням.

Програмне забезпечення повинне запобігати виникненню відмов у виконанні функцій АСУТП при відмовах технічних засобів і при помилках персоналу, який бере участь у виконанні цієї функції, або повинно забезпечити перевід відмов що ведуть до великих втрат, в відмови з меншими втратами.

Система повинна бути багатофункціональною, відновлювальною і повинна відповідати наступним вимогам надійності:

- коефіцієнт готовності повинен бути не менше 0.95;

- середнє напрацювання на відмову комплексу засобів обчислювальної техніки системи повинне бути не менше 1000 годин.

Крім апаратного резерву, система повинна володіти часовою і функціональною надмірністю (ступінь завантаженості контролерів, запас ємності пам’яті та вільних функціональних блоків і т.д.).

Система повинна відповідати вимогам відкритості (тобто повинна використовувати стандартні міжнародні вхідні і вихідні сигнали, інтерфейси), що дозволить, при необхідності розширення, робити підключення нових модулів і блоків без порушення загальної конфігурації системи та значних витрат.

При розробці системи управління необхідно забезпечити максимальну уніфікацію вживаних вузлів і деталей; використання стандартних кріпильних засобів.

Засоби автоматизації, які використовуються в даній установці, повинні бути сучасними і доступними на ринку. Також необхідно врахувати наявність вибухонебезпечних і агресивних середовищ.

7 Умови експлуатації обладнання

Живлення технологічних установок здійснюється від цехової мережі змінного струму з напругою 380 В.

Система управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду повинна забезпечувати безперервність технологічного процесу. Навколишнє середовище має бути не вибухонебезпечним, не містити пилу в концентраціях, що порушує роботу електрообладнання, а також не містити агресивних парів і газів, що руйнують метал і ізоляцію.

При виборі застосовуваних засобів автоматизації необхідно враховувати наступні умови експлуатації

- робота в незапиленому приміщенні;

- взаємодія з агресивним середовищем;

- температура навколишнього середовища від -25 до +40 °С;

- вологість повітря до 90%;

- атмосферний тиск від 84 кПа до 105 кПа.

АСУТП повинна бути розрахована на безперервний цілодобовий режим роботи.

Види, періодичність і регламент обслуговування технічних засобів повинні бути вказані у відповідних інструкціях з експлуатації.

Розташування технічних засобів АСУТП повинно бути раціональним як з точки зору монтажних зв’язків між ними, так і зручності і безпеки їх експлуатації та обслуговування.

8 Економічні показники

Очікуваний строк окупності впроваджених засобів автоматизації не більше 3-х років.

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Факультет денної форми навчання
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

"Система управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду"

Керівник проекту Мозок Є. М.

КОНСУЛЬТАНТ

З економічної частини Тур О. М.

Проектант:
студент групи СУз-51Ш Хоменко М. В.

Шостка – 2020

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ ……3
ВСТУП……..……..4
1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ…….. ….6
1.1 Опис технологічного процеса……..…….....……..6
1.2 Схема информаційно-матеріальних потоків.....…..…….....……..8
2 ВИБОІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ І БЛОКУВАННЯ…….….12
2.1 Вибір параметрів технологічного процеса…….…….12
2.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокування ……14
3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ…..……..…….24
3.1 Вибір засобів автоматизації…….….24
3.2 Розробка системи сигналізації……...…..39
4 АЛГОРИТМ РОБОТЫ СИСТЕМИ……..……..42
5 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ……...……..……..50
5.1 Получение математического описания объекта управления…...…….….50
5.2 Проверка адекватности модели объекта управления……...…….….53
5.3 Выбор регулятора и расчет его параметров……...……...…….….54
5.4 Расчет оптимальных настроек ПИ-регулятора методом Ротача.…….….55
5.5 Моделирование объекта управления…….…….….58
6 РЕАЛИЗАЦИЯ АСУТП В TRACE MODE 6……..60
6.1 Создание экрана АРМ……..…….60
6.2 Создание программного обеспечения для контроллера……61
6.3 Моделирование работы АСУТП……..…..……..67
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ……..68
7.1 Расчет себестоимости, оптовой цены и проекта...……...……..…….68
ВЫВОДЫ…….....…87
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…….....…..88

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	Программируемый логический контроллер
АС	Аналоговий сигнал, що управляє
ЦС	Цифровий сигнал, що управляє
ДМФА	диметилформамід

ВСТУП

В даний час диметілформамід використовують як розчинник, тому що він має високі розщеплюоч властивості. Диметилформамід використовують також як високоякісний реагент для отримання акрилових волокон, пестицидів, лікарських препаратів та іншого. У промисловості дана речовина застосовується в нерозривному зв'язку з процесами органічного синтезу. ДМФА використовують реставратори по всьому світу, приводячи застарілі художні твори мистецтва в належний вигляд.

Отримання диметилформаміду виконується шляхом реакції мурашиної солі і диметиламіну. На виході даної реакції виходить водн ий розчин диметилформаміду в якому міститься незначна кількість вологи, диметиламіна ,форміату діметіламмонію і монометілформаміду. Для очищення від даних домішок виконується вакуумна ректифікація. Від якості процесу ректифікації залежить ступінь очищення диметилформаміду від непотрібних домішок і, як наслідок, якість всього виробництва диметилформаміду в цілому.

В залежності від ступеня очищення виділяють такі типи диметилформаміду :

- « Хч » (хімічно чистий) - масова частка диметилформаміду не менше 99.9%;
- « Ч » (чистий) - масова частка диметилформаміду не менше 99.7%;
- « Техн » (технічний) - масова частка диметилформаміду менш 99.7%.

За рахунок впровадження і вдосконалення системи управління очікується поліпшення якостей а технологічного процесу ректифікації диметилформаміду , що призведе до підвищення ступеня очищення диметилформаміду і покращить економічні показники виробництва. Також автоматизація буде сприяти безаварійній роботі обладнання, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря і водойм промисловими відходами, зменшує вплив людського фактора на технологічний процес і полегшує роботу персоналу.

В рамках даного проекту виконується часткова автоматизація технологічного процесу, так як частина етапів повинні проходити під контролем людини. Також причиною відмови від повної автоматизації є її висока вартість в порівнянні з частковою. Засоби автоматизації, за допомогою яких буде виконуватися управління технологічним процесом, вибираємо технічно грамотно і економічно обгрунтовано. Конкретні типи пристроїв вибираємо з урахуванням особливостей об'єкта управління, зручності установки і обслуговування. В першу чергу беремо до уваги такі фактори, як пожежо - і вибухонебезпека , агресивність і токсичність середовищ, а також вимоги до якості контролю і регулювання.

Призначенням системи управління технологічного процесу є поліпшення якості регулювання основних технологічних параметрів, заміна морально чи фізично застарілих існуючих засобів автоматизації, реалізації сучасних принципів управління.

Завданням цього проекту є вирішення кола питань, пов'язаних з модернізацією системи управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду . Робота виконується на підставі завдання кафедри системотехніки і інформаційних технологій Шосткинського інституту СумДУ

.

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

1.1 Опис технологічного процесу

Установка ректифікації водного диметилформаміду призначена для отримання диметилформаміду «чистого», «хімічно чистого» і технічного.

Очищення водного диметилформаміду від диметиламіна , води та інших органічних домішок здійснюється методом безперервної вакуумної ректифікації на двох послідовно працюючих ректифікаційних колонах. Ректификаційні колони являють собою вертикальні циліндричні апарати з ковпачковими тарілками, забезпечені приладами для вимірювання і контролю, температури, розрідження й рівня і кип'ятильниками, винесеними позаза межі колони.

Водний дметилформамід з ємності забезпеченою буйкових рівнеміром і дихальним клапаном, подається відцентровим насосом на одну з тарілок колони. Витрата диметилформаміду на колону становить 1020, ... 1200 л / год.

Підігрів диметилформаміду в кубі колони до температури 1 25 ... 1 35 ° С здійснюється за допомогою кип'ятильника, який обігрівається парою. Пари диметиламіну і води, як низкокиплячі компоненти, виходячи з верхньої частини колони, конденсуються в дефлегматорі і надходять в ємність. Ємність являє собою горизонтальний циліндричний апарат зі сферичним днищем, забезпечений сорочкою для подачі пари, вакуумметром і буйкових рівнеміром. Диметилформамід , як висококиплячий компонент, звільняючись від диметиламіну і води, стікає в куб колони .

Дистилят з ємності у вигляді флегми відцентровим насосом подається на зрошення колони в кількості 720 ... 820 л / год.

Рівень рідини в кубі першої колони підтримується автоматично, шляхом регулювання витрати з нього кубової рідини на другу колону. Зневоднений дметилформамід з першої колони відцентровим насосом безперервно подається на одну з тарілок другий колони..

Витрата кубової рідини в другу колону повинна становити 800…900 л/год.

Нагрівання кубової рідини в другій колоні здійснюється за допомогою киплятильника. Пари диметилформаміду , виходячи з верхньої частини колони, конденсуються в дефлегматор і надходять в ємність.

Дистилят з ємності у вигляді флегми відцентровим насосом подається на зрошення другий колони в кількості 3000 ... 3500 л / год. Рівень в ємності підтримується автоматично, шляхом регулювання подачі флегми на зрошення колони.

Товарний продукт відбирається в рідкій фазі з однією з тарілок другий колони в одну з ємностей готового продукту.

Перед відбором товарного продукту обидві колони виводять на постійний режим, тобто до досягнення наступних параметрів.

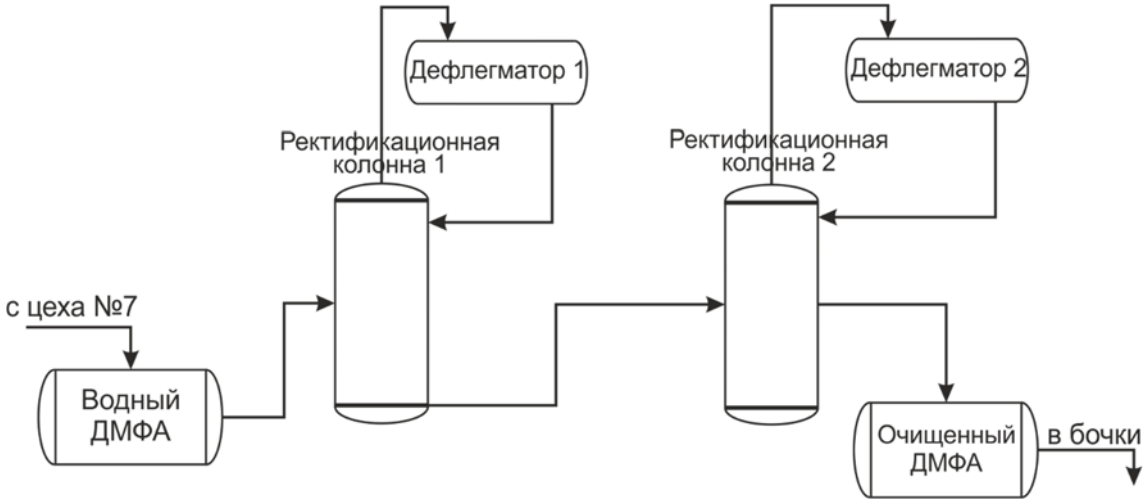
а) на першій колоні:

- температура вгорі колони – 80…90 °С;
- температура куба колони – 125…135 °С.

б) на другий колоні:

- температура на 62 тарілці – 105…110 °С;
- температура на 52 тарілці – 115…120 °С;
- температура на 44 тарілці – 120…130 °С;
- температура куба колони – 125…135 °С.

Технологічна схема процесу ректифікації водного диметил-формаміду представлена на малюнку 1.1.

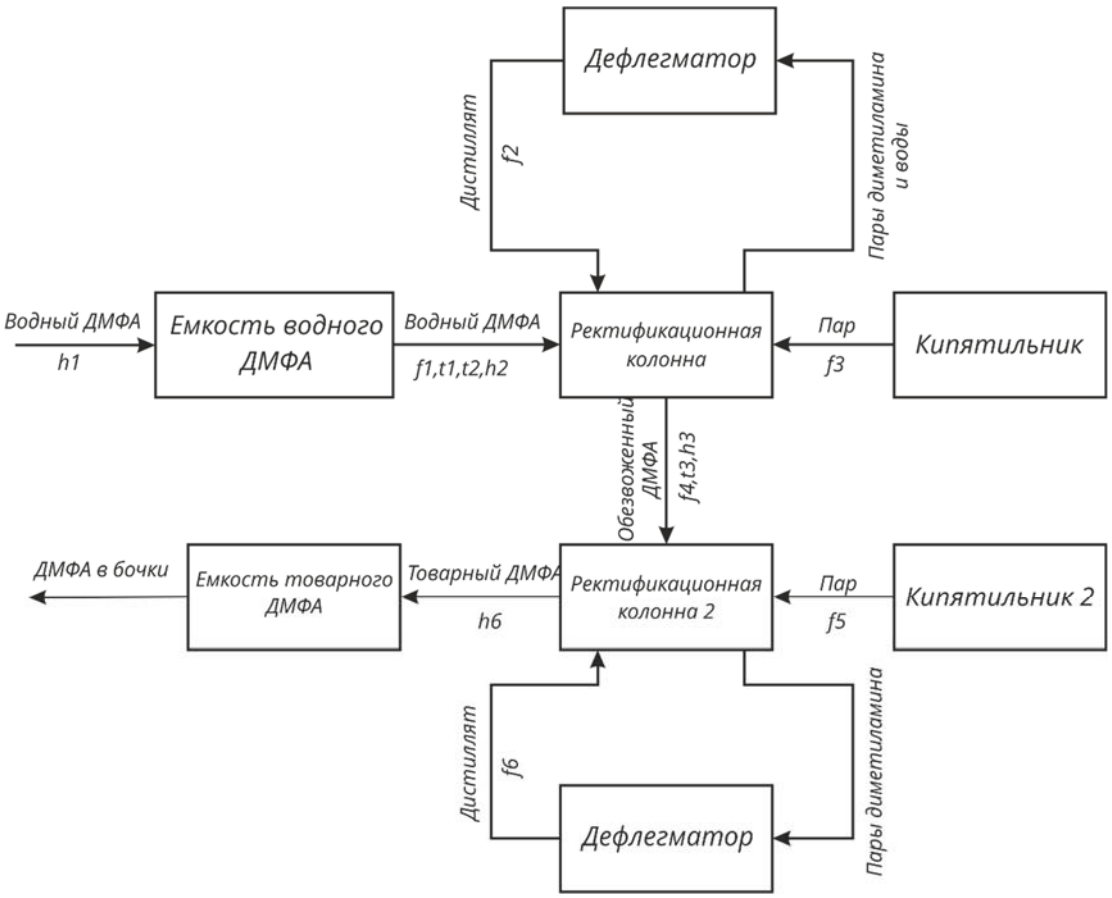


1 Малюнок 1.1 - Технологічна схема процесу ректифікації водного диметилформаміду

1.2 Схема інформаційно-матеріальних потоків

На підставі технологічного процесу ректифікації водного диметилформаміду складемо схему руху матеріальних потоків. Схема руху матеріальних потоків представлена на малюнку 1. 2

.



Малюнок 1. 2 - Схема інформаційно-матеріальних потоків процесу виробництва диметилформаміду

Водний розчин диметилформаміду надходить в ємність водного ДМФА з підтриманням уровн я h1, після чого відцентровий насос подає його до кип'ятильника ректифікаційної колони в кількості f1. Кип'ятильник нагріває водний дметилформамід до температури t1 в кубі колони, необхідна температура забезпечується регульованим клапаном подачі пари.

Після нагріву пари диметиламіна і води проходячи через верхню частину ректифікаційної колони, конденсуються в дефлегматорі і надходять в ємність 2 у вигляді дистиляту . Дистилят з ємності 2 подається на зрошення в колону ректифікації в кількості f 2.

Після очищення від води і диметиламіну , диметилформамід надходить у другу колону в кількості f 3. Нагрівання кубової рідини до необхідних температур здійснюється за допомогою кип'ятильника. Випари диметилформаміда, виходячи з верхньої частини колони, конденсуються в дефлегматор і надходять в ємність 3 .

Дистилят з ємності 3 у вигляді флегми відцентровим насосом подається на зрошення другої колони в кількості f4. Рівень h 5 в ємності підтримується автоматично, шляхом регулювання подачі флегми на зрошення колони.

Товарний продукт відбирається в рідкій фазі з однією з тарілок другої колони в ємність товарного ДМФА.

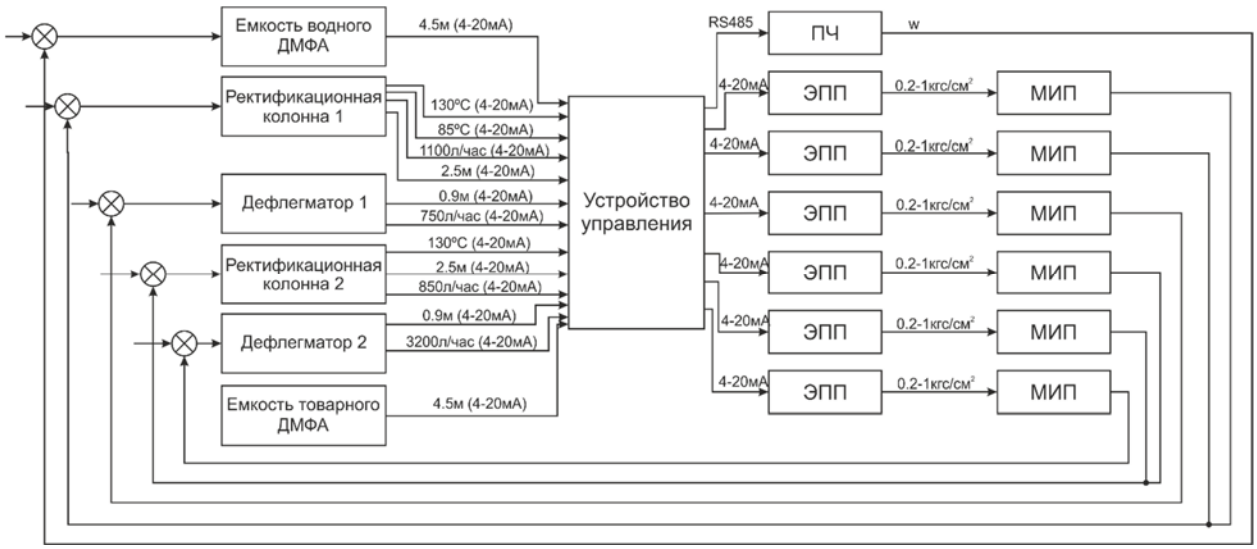
.На основі схеми руху матеріальних потоків визначимо параметри для сигналізації, контролю і управління. Параметри зведемо в таблицю 1.1 .

Таблиця 1. 1 - Перелік параметрів сигналізації, контролю і управління

параметр	Точка технологічного процесу	процес контролю	Діапазон вимірюваної величини	Допустима похибка вимірювань
температура	У кубі першої колони	Контроль, управління , сигналізація	125 ... 135 ° С	2%
Параметр	Точка технологического процесса	Процесс контроля	Диапазон измеряемой величины	Допустимая погрешность измерений
Температура	В кубе первой колонны	Контроль, управление, сигнализация	125…135° С	2%
температура	Верх першої колони	Контроль , сигналізація	80 ... 90 ° С	2%
температура	У кубі другий колони	Контроль, управління, сигналізація	125 ... 135 ° С	2%
температура	На 44 тарілці другий колони	контроль	120 ... 130 ° С	2%
температура	На 52 тарілці другий колони	контроль	115 ... 120 ° С	2%
температура	На 62 тарілці другий колони	контроль	105 ... 110 ° С	2%

витрата	На вході в першу колону	Контроль, управління	1020 ... 1200 л / ч	2%
витрата	На зрошення першої колони	Контроль, управління	720 ... 820 л / год	2%
витрата	На вході другої колони	Контроль, управління	800 ... 900 л / год	2%
витрата	На зрошення другий колони	Контроль, управління	3000 ... 3500 л / ч	5%
рівень	У ємності водного ДМФА	Контроль, управління, сигналізація	4,4 ... 4,6 м	+0,2 м
рівень	У першій колоні	Контроль, сигналізація	2,5 ... 2,8 м	+0,1 м
рівень	У ємності конденсату	контроль	0,9 ... 1 м	+0,05 м
температура	Верх першої колони	Контроль , сигналізація	80 ... 90 ° С	2%
температура	У кубі другий колони	Контроль, управління, сигналізація	125 ... 135 ° С	2%
температура	На 44 тарілці другий колони	контроль	120 ... 130 ° С	2%

Виходячи з обраних параметрів управління, структурна схема автоматизації має вигляд, наведений на малюнку 1.3.



Малюнок 1.3 - Структурна схема автоматизації

де ЕПП- електро- пневмо перетворювач;

МВП - механізм виконавчий пневматичний;

ПЧ - перетворювач частоти

2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

2.1 Вибір параметрів технологічного процесу

При виборі регулюючих величин визначають цільове призначення процесу, взаємозв'язок його з іншими процесами, показник ефективності і значення, на якому він повинен підтримуватися. Після чого аналізується ймовірність надходження впливів, що обурюють в об'єкт управління. Визначаються шляхи усунення обурення або їх стабілізації.

Впровадження автоматичних засобів контролю і сигналізації дозволяє забезпечити необхідну безпеку технологічного процесу.

Виходячи зі схеми руху матеріальних потоків системи управління процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду , визначені наступні точки контролю, управління і сигналізації:

2. 1. 1 Контроль і регулювання температури в кубі першої колони

Для очищення водного розчину диметилформаміду від залишків диметиламіна і води необхідно підтримувати температуру в межах 125 ... 135 ° С , тому що при даній температурі вода і диметиламін випаровуються, а дметилформамід стікає вниз колони. Регулювання температури здійснюється шляхом подачі пари за допомогою регульованого клапана.

2. 1. 2 Контроль температури верху першої колони

Необхідно контролювати температуру верху першої колони для запобігання надмірного нагрівання . Проводиться сигналізація перевищення норми температури.

2. 1. 3 Контроль температури тарілок другий колони

Необхідно контролювати температуру на тарілках другий колони так як від неї залежить якість ректифікації водного розчину диметилформаміду .

2. 1. 4 Контроль і підтримання витрати на вході в першу колону

Необхідно підтримувати витрату водного диметилформаміду на достатньому рівні для забезпечення роботи колони і достатнього рівня в ній. Регулювання витрати проводиться за допомогою регульованого клапана подачі водного диметилформаміду в першу колону.

2 . 1. 5 Контроль і підтримання витрати на зрошення

Необхідно підтримувати витрату на достатньому рівні для забезпечення належного функціонування колони і достатнього рівня в ній. Регулювання витрати проводиться за допомогою регульованого клапана подачі. Даний контур аналогічний для першої і другої колони.

2.1. 6 Контроль і підтримання витрати на вході в другу колону

Необхідно підтримувати витрата водного диметилформаміду на достатньому рівні для забезпечення роботи колони і достатнього рівня в ній. Регулювання витрати проводиться за допомогою регульованого клапана подачі водного диметилформаміду в другу колону.

2. 1. 7 Контроль і підтримання рівня в ємності для водного ДМФА

Необхідність підтримки рівня в ємності водного диметилформаміду потрібна для забезпечення наявності достатньої кількості диметилформаміду для роботи системи ректифікації. Проводиться сигналізація перевищення норми рівня.

2. 1. 8 Контроль і підтримання рівня в ємності для конденсату парів диметиламіна

Необхідність підтримки даного параметра потрібна для забезпечення безперервної подачі дистиляту на зрошення колони . Контур аналогічний для першої і другої колон.

2. 1. 9 Контроль і підтримання рівня в ректифікаційних колонах

Даний параметр необхідно підтримувати , так як від кількості речовини в колоні залежить процес ректифікації . Проводиться сигналізація перевищення норми рівня. Контур аналогічний для першої і другої колон.

2. 1. 10 Контроль рівня речовини в ємностях товарного ДМФА

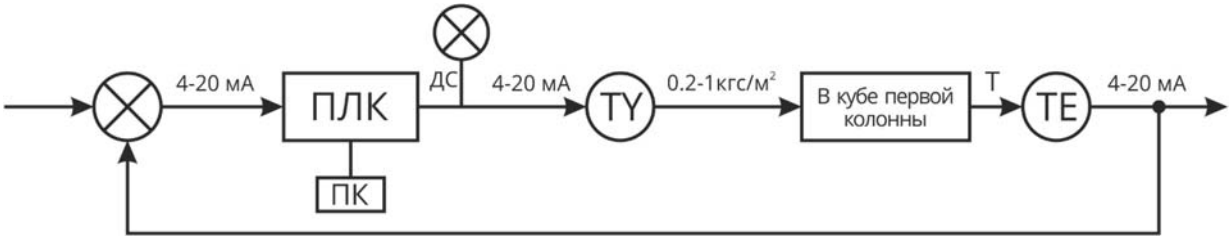
Необхідність контролю даного параметра потрібна для визначення переповнення ємностей, а також своєчасного вивантаження товарного диметилформаміду в бочки і відправки на склад.

2.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокування

2.2.1 Контроль і управління температурою

2.2.1.1 Контур управління температурою в кубі першої колони

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.1), для управління температурою в кубі першої колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.1.



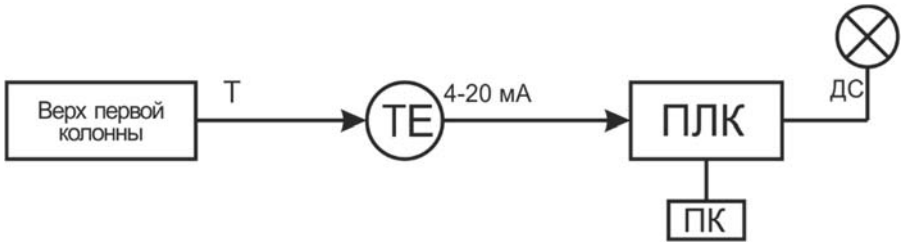
Малюнок 2.1 - Структурна схема контуру управління температурою в кубі першої колони

Вимірювана температура в кубі першої колони (Т) впливає на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів перетворює термо -ЕДС в уніфікований аналоговий сигнал 4 ... 20 мА. Після чого аналоговий сигнал 4 ... 20 мА надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод , формує і передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач (ТУ) . Після перетворення керуючий сигнал (0.2 ... 1 кгс / см ^{2}) надходить на регулюючий клапан, а так само сигнал йде на блок перетворення інтерф ейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції відображення , реєстрації, регулювання , сигналізації . Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

.

2.2.1.2 Контур контролю температури верху першої колони

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 2), для контролю температури верху першої колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.2.

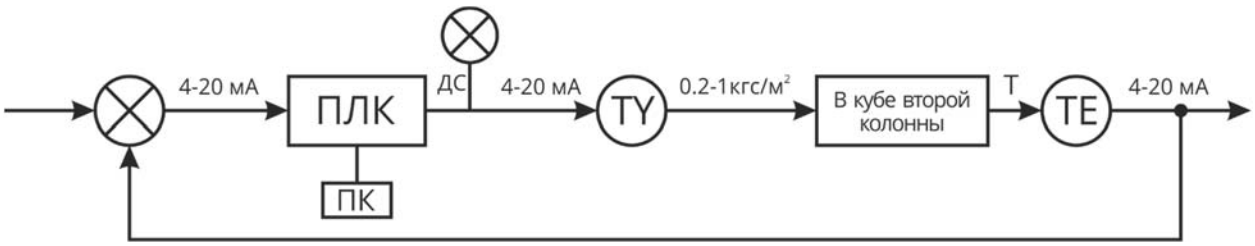


Малюнок 2.2 - Структурна схема контролю температури верху першої колони

Вимірювана температура верху першої колони (Т) впливає на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів перетворює термо -ЕДС в Уніфікований аналоговий сигнал 4 ... 20 мА. Після чого аналоговий сигнал 4 ... 20 мА надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод , далі цей сигнал надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації , сигналізації . Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2.1. 3 Контур управління температурою в кубі другої колони

Д ля контролю температури в кубі другої колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 3 ..

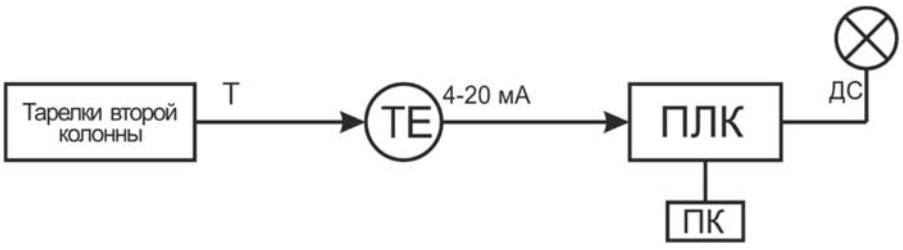


Малюнок 2. 3 - Структурна схема контуру управління температурою в кубі другої колони

Вимірювана температура в кубі друої колони (Т) впливає на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів перетворює термо -ЕДС в уніфікований аналоговий сигнал 4 ... 20 мА. Після чого аналоговий сигнал 4 ... 20 мА надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, формує і передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач (ТУ). Після перетворення керуючий сигнал (0.2 ... 1 кгс / см ^{2}) надходить на регулюючий клапан, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції відображення, реєстрації, регулювання, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

Контур контролю температури тарілок другий колони

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 3), для контролю температури тарілок другий колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 4



Малюнок 2. 4 - Структурна схема контролю температури тарілок другий колони

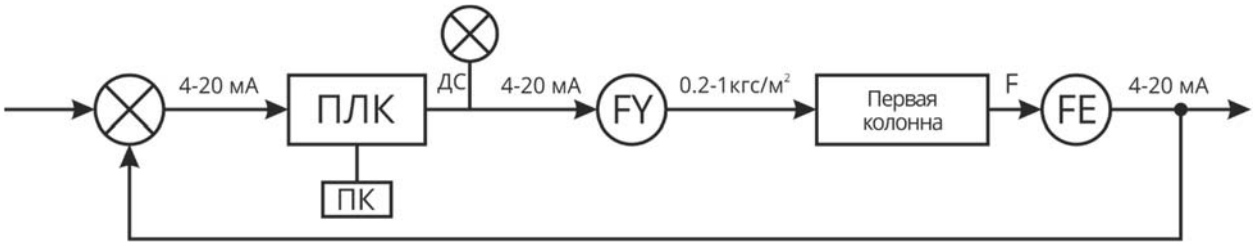
Вимірювана температура тарілок другої колони (Т) впливає на датчик вимірювання температури (ТЕ). Нормуючий перетворювач сигналів перетворює термо -ЕДС в уніфікований аналоговий сигнал 4 ... 20 мА. Після чого аналоговий сигнал 4 ... 20 мА надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), а так само на блок перетворення

інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації . Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2.2 Контроль і управління витратою

2.2. 2 .1 Контур управління витратою диметилформаміду на вході першої колони

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 4), для управління витратою диметилформаміду на вході першої колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 5

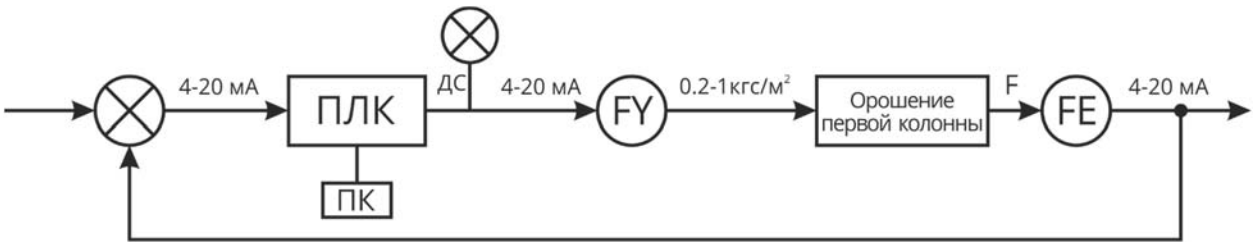


Малюнок 2. 5 - Структурна схема контуру управління витратою диметилформаміду на вході першої колони

Вимірювана витрата диметилформаміду на вході першої колони (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FE) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач (FY) . Після перетворювача керуючий сигнал (0,2 ... 1 кгс / см ^{2}) надходить на регулюючий клапан , і так само сигн ал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації, регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2. 2 .2 Контур управління витратою дистиляту на зрошення першої колони

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.5), для управління витратою дистиляту на зрошення першої колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2.6.

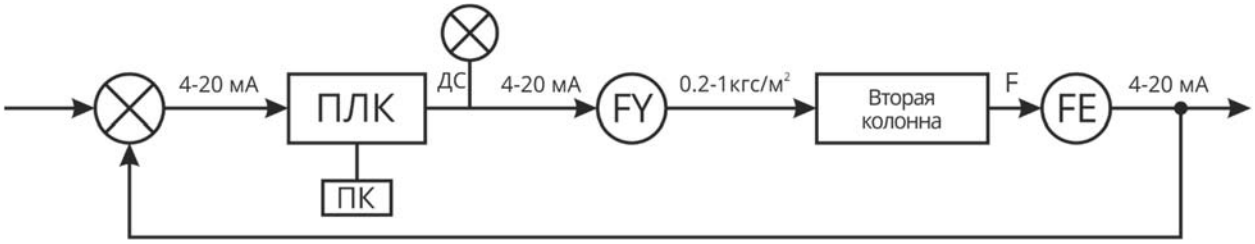


Малюнок 2.6 - Структурна схема контуру управління витратою дистиляту на зрошення першої колони

Вимірювана витрата дистиляту на зрошення першої колони (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FE) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач (FY) . Після перетворювача керуючий сигнал (0,2 ... 1 кгс / см ^{2}) надходить на регулюючий клапан, а так само сиг нал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації, регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2. 2 .3 Контур управління витратою диметилформаміду на вході другої колони

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.6), для управління витратою диметилформаміду на вході другої колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 7



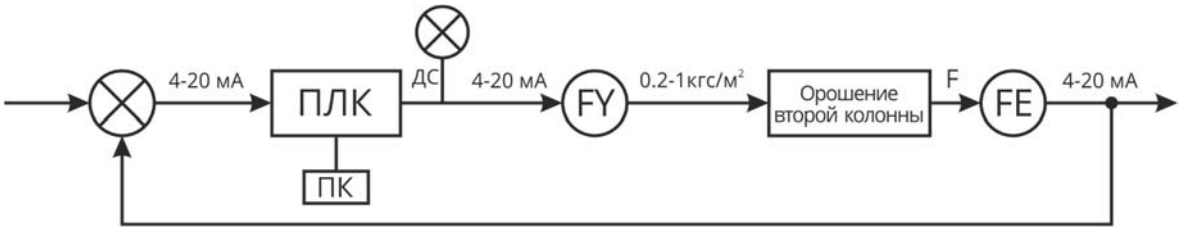
Малюнок 2. 7 - Структурна схема контуру управління витратою диметилформаміду на вході другої колони

Вимірювана витрата диметилформаміду на вході другої колони (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FE) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач (FY) . Після перетворювача керуючий сигнал (0,2 ... 1 кгс / см ^{2}) надходить на регулюючий клапан, а так же сигнал йде на блок перетворення я інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації,

регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2.2. 4 Контур управління витратою дистиляту на зрошення другий колони

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.5), для управління витратою дистиляту на зрошення другої колони може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 8 .



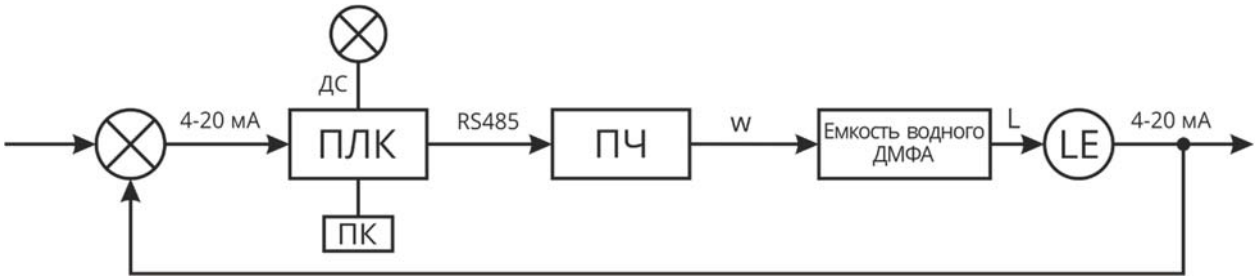
Малюнок 2. 8 - Структурна схема контуру управління витратою дистиляту на зрошення другої колони

Вимірювана витрата дистиляту на зрошення першої колони (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FE) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на перетворювач (FY) . Після перетворювача керуючий сигнал (0,2 ... 1 кгс / см ^{2}) надходить на регулюючий клапан, а так само сигн ал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації, регулювання. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2.3 Контроль і управління рівнем

2.2.3.1 Контур управління рівнем в ємностях водного ДМФА

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 7), для управління рівнем в ємностях водного диметилформаміду може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 9 .



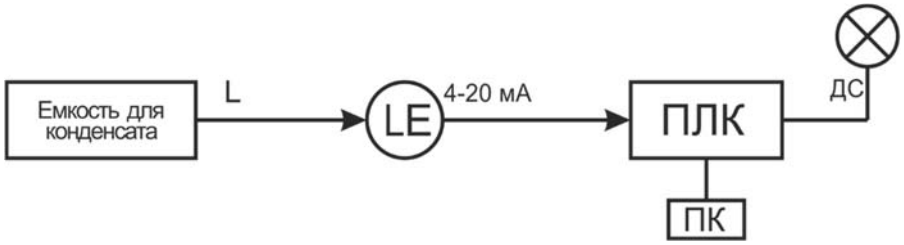
Малюнок 2. 9 - Структурна схема контуру управління рівнем в ємностях водного диметилформаміду

Вимірюваний рівень водного диметилформаміду в ємності (L) впливає на датчик вимірювання рівня (LE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (LE) надходить на елемент порівняння. 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. Токовий сигнал (4 ... 20 мА) з ПЛК надходить на перетворювач частоти. Після перетворювача частоти керуючий сигнал надходить на двигун насоса .

Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації, сигналізації, управління. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2.3.2 Контур контролю уровн я вємностях конденсату парів диметиламіна

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 8), для контролю рівня в ємностях конденсату парів може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 10 .



Малюнок 2. 10 - Структурна схема контролю уровн я в ємностях конденсату парів

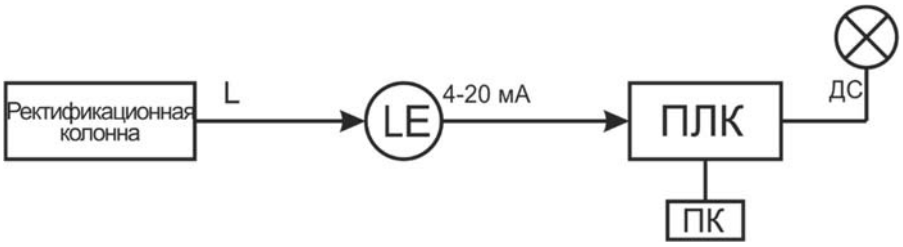
Вимірюваний рівень конденсату в ємності (L) впливає на датчик вимірювання рівня (LE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (LE) надходить на програмований логічний контролер (ПЛК) та на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер.

Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції показання, реєстрації . Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2.3.2 Контур контролю рівня в ректифікаційних колонах

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 9), для контролю рівня в ректифікаційних колонах може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 11 . Контур аналогічний для першої і другої колони.

.



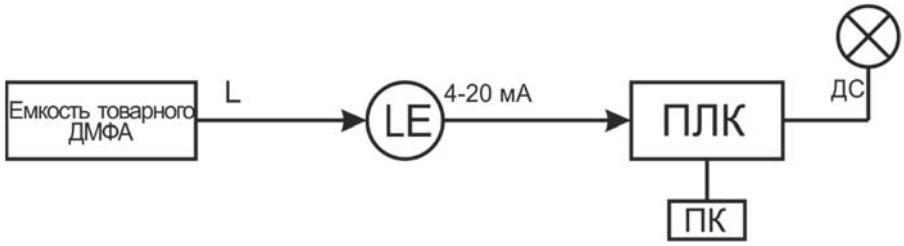
Малюнок 2. 11 - Структурна схема контролю рівня в ректифікаційних колонах

Вимірюваний рівень диметилформаміду в ректифікаційної колоні (L) впливає на датчик вимірювання рівня (LE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (LE) 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 показання, реєстрації, сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

2.2.3.4 Контур контролю рівня в ємності товарного ДМФА

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1. 10), для контролю рівня в ємностях товарного диметилформаміду може бути використана структурна схема, яка представлена на малюнку 2. 12



Малюнок 2. 12 - Структурна схема контролю рівня в ємностях товарного диметилформаміду

Вимірюваний рівень товарного диметилформаміду в ємності (L) впливає на датчик вимірювання рівня (LE). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (LE) 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 показ ания, реєстрації, сигналізації . Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Засоби автоматизації, за допомогою яких буде здійснюватися управління процесом, повинні бути обрані технічно грамотно і економічно обґрунтовано. Конкретні типи пристроїв вибирають з урахуванням особливостей об'єкта управління. В першу чергу беруть до уваги такі фактори, як пожежо - і вибухонебезпечність, агресивність і токсичність середовищ, число параметрів, що беруть участь в управлінні, і їх фізико-хімічні властивості, а також вимоги якості контролю і регулювання.

Основний концептуальної лінією вибору датчиків і виконавчих механізмів на даному рівні є надійність, 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 и Выбір датчиків температури

Рівень вимірюваних температур у всіх точках знаходиться в одному діапазоні і не перевищує 140 ° С, тому доцільно вибрати однакові датчики температури для їх взаємозамінності. Як датчики будемо використовувати термоперетворювачі опору. Порівняємо їх характеристики в таблиці 3.1.

Таблиця 3 .1 - Основні технічні характеристики термоперетворювачів опору

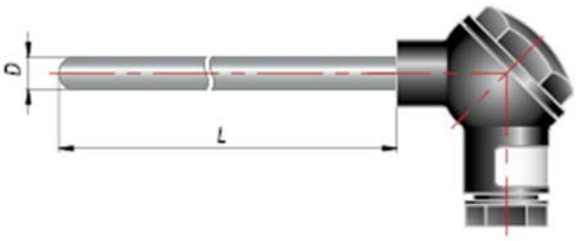
Найменування	клас допуску	Матеріал комусь . головки	Діапазон вимірюваних температур	допустимі відхилення	Ціна, грн.
ОВЕН ДТС015 Л - 50м. 0,5.160 . І. 1	В	пластик	-50 ... 180 ° С	± 1 ° С	9 1 0
ОВЕН ДТС054 - 50М. В 3. 160 / 1.Ex-Т4	В	пластик	-50 ... 150 ° С	± 1 ° С	10 4 0
ОВЕН ДТС045 - 100П. В 3. 120. МГ	В	метал	-50 ... 500 ° С	± 2,5 ° С	9 58

Серед представлених термоперетворювачів оптимальним вибором є ОВЕН ДТС015Л-50М. 0,5.160.І.1 , так як він має достатній діапазон вимірюваних температур, прийнятну точність, можливість використання в агресивному середовищі, а також має порівняно меншу вартість.

Отже для ректифікаційних колон використовуємо ОВЕН ДТС015Л-50М. 0,5.160.І.1 , а для контролю температури в трубопроводах ОВЕН ДТС015Л-50М.0,5.60.І.1 який відрізняється виключно довгжиною монтажної частини .

Зазначені термоперетворювачі опору мають діаметр чутливого елемента 8 мм, вбудований нормуючий перетворювач з вихідним сигналом 0 ... 20 мА.

Зовнішній вигляд датчиків температури представлений на малюнку 3 .1.



Малюнок 3 .1 - Термопреобразователь опору ОВЕН ДТС015-50М.В3

Приклад позначення для замовлення:

ОВЕН ДТС015-50М.В3

Вибір датчиків витрати

Для вимірювання витрати рідини будемо використовувати витратоміри поплавкового типу, так як вони найбільш прості у виконанні і мають меншу вартість у порівнянні з електромагнітними або ультразвуковими витратомірами. Розглянемо моделі від двох виробників:

а) Поплавковий витратомір SITRANS FVA 250

Siemens SITRANS F VA - це поплавковий витратомір, який має стандартну довжину 2.5 см і ударостійкий корпус. Ротаметри Siemens застосовується для точних вимірювань витрат газів і рідин, які проходять через закритий трубопровід. Надміцна конструкція дозволяє використовувати поплавковий ротаметр в важких умовах. Значення вимірювань пристрою индицируются безпосередньо на шкалі витратоміра і в вигляді перемикання контактів і струмового виходу.

Найчастіше поплавкові ротаметри Siemens SITRANS FVA використовують в розподілі енергоресурсів, в хімічній промисловості, а також для вимірювання витрати води. Прилад не чутливий до корозії, підвищеній температурі і підвищеному тиску.

Рідина, яка протікає крізь ротаметри Siemens , піднімає поплавок конічної форми в спеціальній обчислювальної трубці. Рівень, на якому зупиняється поплавок прямо пропорційний витраті газу або рідини. Переміщення поплавця вловлюється за допомогою магнітів, які передають значення на дисплей витратоміра.

Зовнішній вигляд витратоміра SITRANS FVA 250 представлений на малюнку 3.2.

Малюнок 3. 2 - Ротаметр SITRANS FVA 250

а) Ротаметр металевий ЭМИС-МЕТА 215

ЭМИС-МЕТА 215 - це металеві ротаметри, що забезпечують точність вимірювання витрати до 1,5%. Вимірювальну порожнину і компоненти приладу виготовлені з нержавіючої сталі, що забезпечує можливість вимірювання витрати різних газів, рідин і пара. Найчастіше використовується як ротаметр для води або газовий ротаметр. Використовуючи ЭМИС-МЕТА 215, можна вимірювати витрату навіть непрозорих і агресивних рідин. Спеціальне антикорозійне виконання, відрізняється додатковим фторопластовим покриттям поплавка і вимірювальної порожнини дозволяє істотно розширити область застосувань ротаметрів.

Ротаметри серії ЭМИС-МЕТА 215 вимірюють витрата з досить високою точністю, зручні в установці і можуть перетворювати значення витрати в стандартний аналоговий сигнал 4-20 мА або в цифровий сигнал HART. Безпека процесу може контролюватися за допомогою сигналізації при виході за допустимі установлювані значення верхньої і нижньої межі.

Зовнішній вигляд витратоміра ЭМИС-МЕТА 215 представлений на малюнку 3.3.

Малюнок 3. 3– витратомір ЭМИС-МЕТА 215

Зведемо основні характеристики обох приладів в таблицю 3.2

Таблиця 3. 2 - Зведена таблиця характеристик витратомірів

Найменування приладу	вимірюється середа	точність вимірювання	Температура вимірюваного середовища	вибухозахист	Ціна
SITRANS FVA 250	вода , хім. пром	2%	до 300°C	II 2G EEx ia IIC T6	16000 грн.
ЭМИС-МЕТА 215	рідина , газ	2.5%	от -80°C до 250°C	1ExibllBT2/T4	15000 грн.

Не дивлячись на меншу вартість витратоміра емісії-МЕТА 215 , віддамо перевагу SITRANS FVA 250 так як виробник Siemens має хорошу репутацію і високо цінується серед фахівців, а також широко поширений на ринку що полегшить покупку даного приладу.

Вибір датчиків рівня

Для вимірювання рівня можливе використання наступних датчиків:

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

Призначені для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами і забезпечують безперервне перетворення значення вимірюваного параметра - тиску гідростатичного ДГ нейтральних і агресивних середовищ в уніфікований струмовий вихідний сигнал дистанційної передачі. Випускаються у вибухозахищеному виконанні.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3 . 3 .

.

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 контролювати витрату і рівень цих середовищ, а також для безперервної передачі вимірюваних значень у вигляді стандартного вихідного струмового сигналу на вторинну апаратуру реєстрації даних або виконавчі механізми.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3 . 3 .

.

в) Поплавковий датчик рівня ОВЕН ПДУ-І

Датчик рівня ОВЕН ПДУ-І призначений для вимірювання рівня , а також для безперервної передачі вимірюваних значень у вигляді стандартного вихідного струмового сигналу на вторинну апаратуру реєстрації даних або виконавчі механізми. Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3 . 3 .

Таблиця 3 . 3 - Зведена таблиця параметрів датчиків рівнів.

Назва датчика	функціональні особливості	Діапазон вимірювань	Основна похибка	Вих . сигнал	Вар тість, 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 характеристики датчиків рівня, а так само їх вартість можна зробити висновок, що, так як висока точність вимірювання не потрібно і, взявши до уваги принцип вибору датчиків, то вибрали датчик з мінімальною вартістю і відносно невеликий величиною похибки ОВЕН ПДУ-І.2000 .

Зовнішній вигляд датчика рівня представлений на малюнку 3 . 4 .

Рисунок 3.4 – Датчик уровня ПДУ-И.2000

Малюнок 3 . 4 - Датчик рівня ПДУ-І.2000

Вибір перетворювача частоти

В процесі роботи системи необхідно підтримувати рівень в ємностях і ректифікаційних колонах . Процес підтримки рівня здійснюється за рахунок регулювання частоти обертання двигуна насос ів засобами перетворювача частоти. Розглянемо кілька перетворювачів частоти.

а) Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ3-3К0-В (рисунок 3. 5).

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 ременя» з виконанням спеціальних алгоритмів роботи приводів .

Малюнок 3. 5 - Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ3-3К0-В

Крім інтерфейсу Modbus ПЧВ3 підтримує кілька додаткових інтерфейсів для більш зручної інтеграції в системи інтелектуальної будівлі, а саме: BACNet , Metasys N , FLN Apogee . Заводські настройки «за замовчуванням» дозволяють користувачеві з

мінімальними витратами випробувати роботу приводу в ручному та автоматичному режимах після введення основних параметрів АД.

б) перетворювачі ь частоти Siemens MICROMASTER 420

Перетворювачі частоти серії Micromaster 420 застосовуються для зміни і регулювання швидкості обертання низьковольтних двигунів змінного струму з навантаженням постійного типу (ліфти, конвеєри, змішувачі і т.д.) або вентиляторного типу (відцентрові насоси, вентилятори і т.д.).

Малюнок 3. 6 - Перетворювач частоти Siemens MICROMASTER 420 .

Основні характеристики перетворювачів частоти наведені в таблиці 3. 4 .

Таблиця 3. 4 - Основні характеристики перетворювачів частоти.

Виробник	ОВЕН	Siemens
Найменування	ОВЕН ПЧВ3-3К0-В	MICROMASTER 420
діапазон потужності	1. 5 кВт	1. 1 кВт
харчування	3-фазне 380-480В	3-фазне 380-4 0 0В
Вихідна частота	0 ... 200 Гц	0 ... 65 0 Гц
Ціна	10710 грн	11200 грн

Порівнявши технічні характеристики перетворювачів частоти , можна зробити висновок, що обидва перетворювача однаково підходять. Але так як перетворювач частоти Siemens MICROMASTER 420 має більший діапазон вихідної частоти, виберемо саме його оскільки різниця в ціні не значна.

Приклад позначення для замовлення:

6SE6420-2UD23-0BA1

Вибір контролера

На підставі таблиці 1.1 і аналізі процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду висунемо вимоги до портів контролера. Вимоги до портів контролера винесені в таблицю 3. 5 .

Таблиця 3. 5 - Вимоги до портів контролера.

сигнали	кількість сигналів
аналогові вхідні	16
дискретні вхідні	0
аналогові вихідні	7
дискретні вихідні	11

Орієнтуючись на технічні дані датчиків і виконавчих механізмів, для компоновки системи управління засобами обчислювальної техніки обрані модулі компанії ОВЕН, орієнтовані на споживачів країн СНД. Ці кошти є повністю російською розробкою найбільшого виробника засобів промислової автоматизації - компанії ОВЕН.

Це дозволяє отримати детальну документацію російською 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 можливо 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 . 7 .

Малюнок 3 . 7 - 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 npn, так і pnp.
- 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 - 1 3 0 00 грн.

Так як вбудованих аналогових входів / виходів не досить , 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.

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

Прилад має наступні групи гальванически 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.

Модульв ведення аналогових сигналів представлений на малюнку 3.8.

Малюнок 3 . 8 - ОВЕН МВ110-8А

Основні особливості модуля швидкісного введення аналогових сигналів МВ110-8АС

- 8 каналів аналогового введення
- Типи вхідних 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 змінною напругою живлення)

Приклад позначення при замовленні:

ОВЕН МВ110-224.8А

Вартість модуля - 3 500 грн.

Модуль виведення аналогових сигналів ОВЕН МУ110- 8И

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 ОРС-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 3.9 .

Малюнок 3 .9 - ОВЕН МУ110- 8И

Основні особливості модуля швидкісного виведення аналогових сигналів МУ110- 8И

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

Приклад позначення при замовленні:

ОВЕН МУ110-224. 8И

Вартість модуля - 3000 грн.

Вибір виконавчих механізмів

Для управління витратою диметилформаміду , необхідно вибрати виконавчі механізми, які б и 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. 6

б) Регулюючий пневмоклапан Burkert 2300.

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

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3. 6 .

Таблиця 3 . 6 - 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 харчування	від 0,4 ... 1 МПа	від 0,14 ... 3 МПа
вхідний сигнал	0,02 ... 0,1 МПа	4 ... 20 мА
Ціна	3000	400 0

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 М ІП 320.

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

Зовнішній вигляд виконавчого механізму представлений на малюнку 3 .1 0 .

Малюнок 3 .1 0 - Зовнішній вигляд виконавчого механізму МІП-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 позиціонерамі, механізмами та іншими пневматичними пристроями. Застосування: системи автоматизації технологічних процесів у цукровій, хімічній, нафтопереробній та інших галузях промисловості.

Основні характеристики представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3. 7 - Основні характеристики ЕПП

Діапазон зміни вхідного сигналу постійного струму, мА	Межа допустимої похибки,%	Номінальне значення тиску повітря харчування, 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 3.1 1 .

Малюнок 3.1 1 - Зовнішній вигляд перетворювача ЕП-3211

Приклад позначення при замовленні:

ЕП - 3221

3.2 Розробка системи сигналізації

Для здійснення технологічної сигналізації скористаємося приладом технологічної сигналізації ПТС- 1 64.

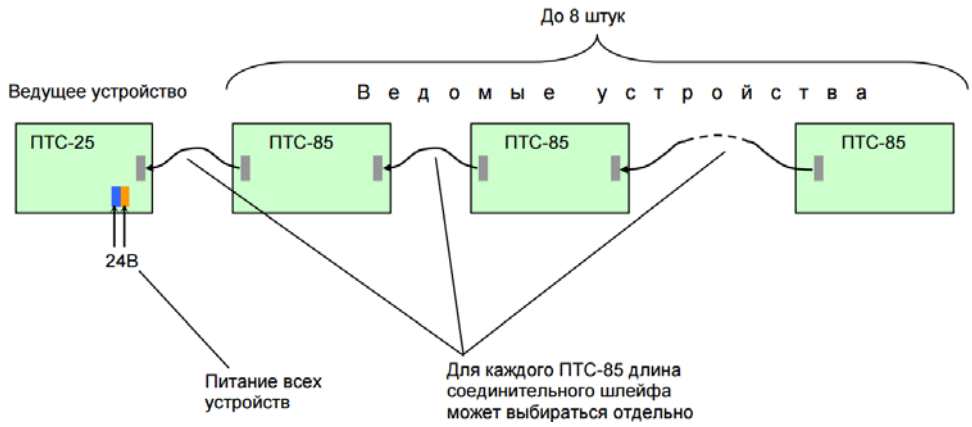
Блок технологічної сигналізації ПТС-164 п редназначен для узагальненої і поканального сигналізації параметрів технологічних процесів, значення яких в процесі роботи перевищують ті чи інші технологічні уставки і використовується в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів, в схемах технологічної та аварійної сигналізації.

Прилад технологічної сигналізації ПТС-164 складається з одного блоку ПТС-25 (ведучий пристрій або прилад узагальненої сигналізації) і від одного до восьми блоків ПТС-85 (ведене пристрій або прилад поканального сигналізації). Кожен блок ПТС-85 забезпечує вісім каналів сигналізації.

Функціональні можливості

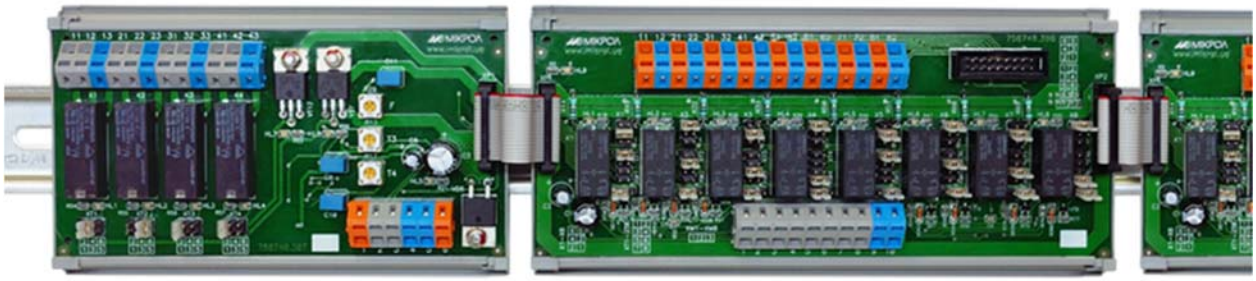
- Спрацьовування одного з чотирьох каналів узагальненої сигналізації блоку ПТС-25 в разі спрацювання одного з каналів сигналізації блоку ПТС-85.
- Спрацювання поканального сигналізації блоку ПТС-85 і узагальненої сигналізації блоку ПТС-25 відображається як за місцем, тобто на блоках ПТС-25 і ПТС-85 є відповідні індикатори, так і виводяться назовні.
- Сигналом сигналізації блоків ПТС-85 і ПТС-25 може бути статичний сигнал (постійне світіння) або динамічний з частотою задається користувачем в діапазоні від 0.75 до 2.8 сек.
- У робочому режимі з приладу ПТС-25 виробляється кнопкове управління квитированием (зняттям) сигналізації.
- У тестовому режимі з ПТС-25 виробляється кнопкове управління перевіркою сигналізації.
- Запам'ятовування аварійних подій після повернення параметра в норму .
- Настроюється фільтр помилкових спрацьовувань сигналізації (затримка на включення сигналізації)

Підключення приладу технологічної сигналізації ПТС- 1 64 здійснюється наступним чином. До ведучого пристрою ПТС-2 5 підключаються від одного до восьми ведених пристроїв ПТС-8 5 . Схема підключення приладу представлена на мал. 3.1 2 .



Малюнок 3.1 2 - Схема підключення приладу ПТС 1 64

Зовнішній вигляд приладу технологічної сигналізації ПТС- 1 64 представлений на малюнку 3.1 3



Малюнок 3.1 3 - Зовнішній вигляд приладу технологічної сигналізації ПТС- 1 64

4 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ

Опис алгоритму роботи системи.

У загальному вигляді система працює за алгоритмом, представленим на малюнку 4.1.

Після включення живлення система перевіряє працездатність всіх пристроїв, і потім, в разі несправності система видасть повідомлення про несправності, після чого буде очікувати подальших дій оператора.

У разі вдалої перевірки система виконує ініціалізацію всіх пристроїв і чекатиме команди старту роботи. Після надходження команди старту запускається програма запуску системи. Дана програма необхідна для того щоб уникнути аварійних ситуацій під час пуску. Коли програма запуску виконає повний запуск системи, система переключиться на основну програму, за якою і продовжує працювати.

Програма перевірки працездатності.

Алгоритм перевірки працездатності (рисунок 4.2) являє собою такий порядок дій:

Спочатку система подасть запит готовності контролера і чекатиме відповіді в перебігу деякого часу, до спрацьовування сторожового таймера. Якщо контролер не відповідає протягом цього часу, то робиться висновок, що система несправна, якщо ж контролер відповідає на запит, то система переходить до перевірки модулів виводу, послідовно відправляючи запити кожному з них і чекаючи відповіді. Якщо хоча б один пристрій не відповідає, система робить висновок про несправності. Якщо все модулі вводу / виводу справні, то система переходить до перевірки датчиків, як і в попередньому випадку посилаючи запити і чекаючи відповідь. У разі якщо всі пристрої і датчики справні, система виходить з під програми.

Програма запуску системи.

Алгоритм запуску системи (малюнок 4.3) необхідний для того, що б уникнути аварійних ситуацій, браку продукції, а також для економії енергії. В першу чергу система включає нагрів куба колони . Це потрібно тому, що нагрів цього апарату найтриваліший процес і для економії енергії його потрібно починати першим. Після нагріву куба колони до заданого значення система готова до повного запуску, включаються насоси подають водний дметилформамід на колони , і система входить в робочий режим.

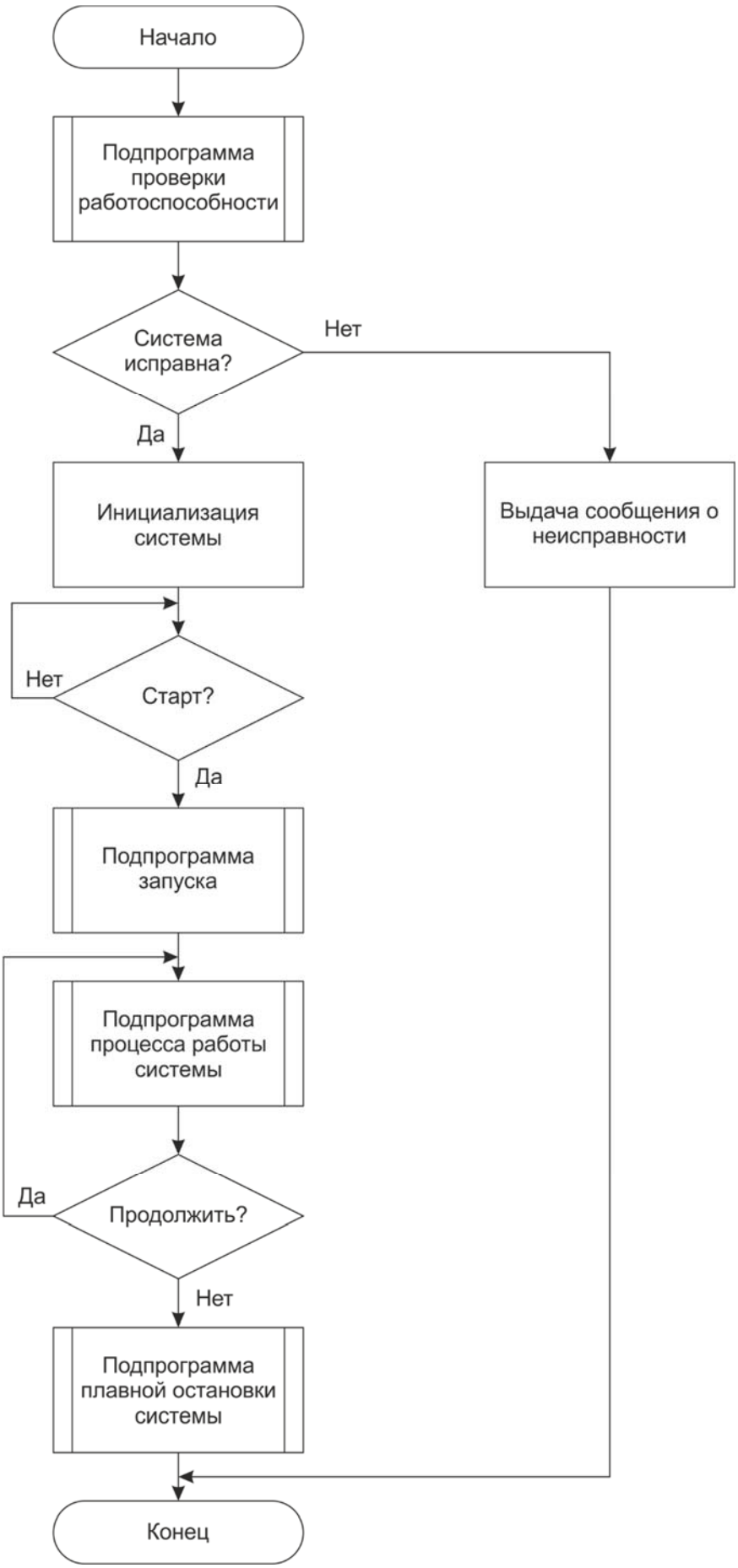
Основна програма.

Основна програма (рисунок 4.4) роботи системи є складним циклічний алгоритм. В процесі виконання основного алгоритму система виробляє опитування датчиків, запис значень в пам'ять, визначення сигналів неузгодженості і коригування параметрів. В першу чергу перевіряється температура в ректифікаційних колонах і, якщо необхідно, видається керуючий сигнал на виконавчий механізм. Якщо температура колон в нормі, система

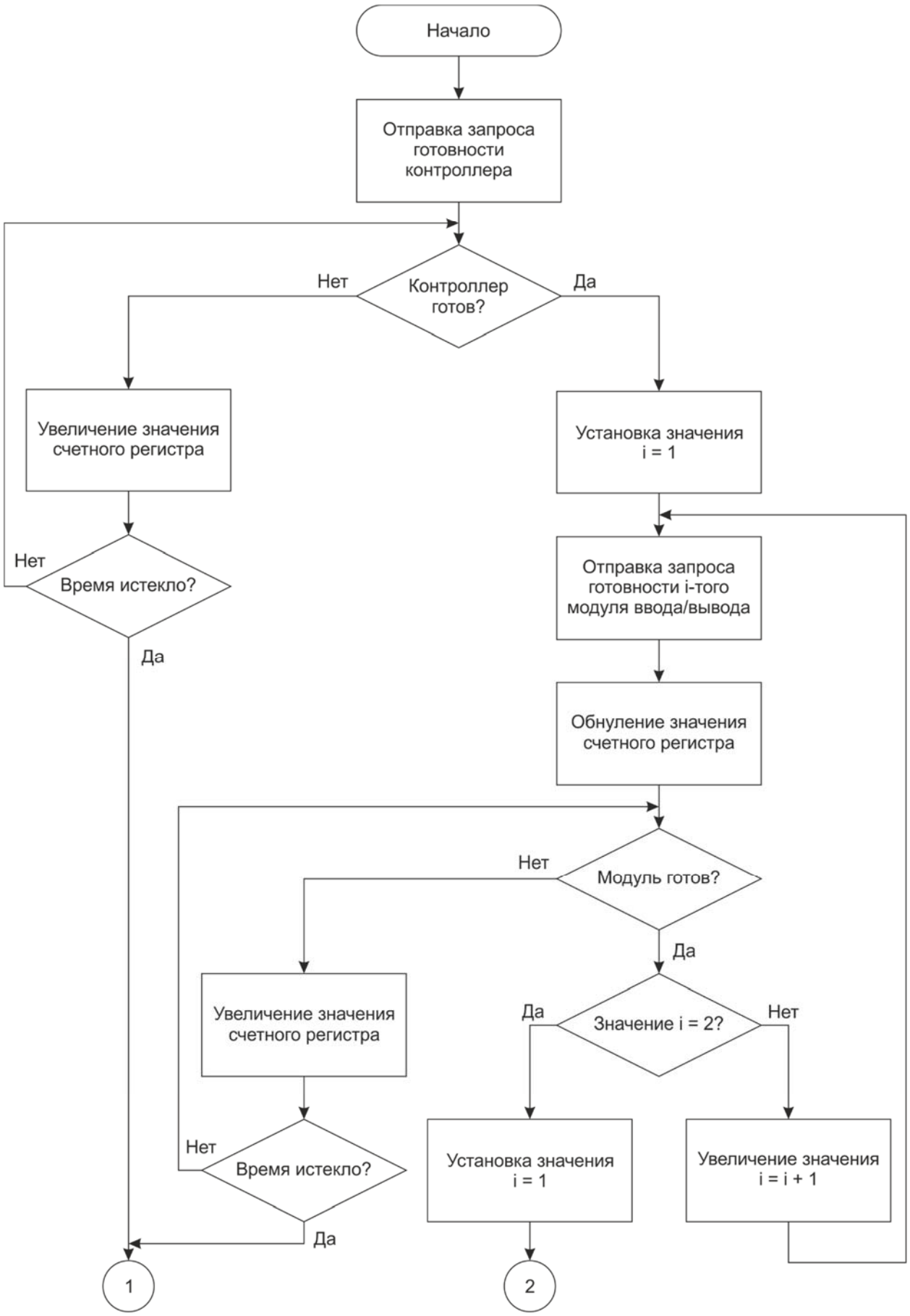
переходить до опитування датчиків витрати, при необхідності видаючи керуючий сигнал на відповідний датчику виконавчий механізм. Після чого відбувається опитування датчиків контролю. Якщо отримане значення не перебуває у межах норми, система включає відповідну сигналізацію і переходить до підпрограми зупинки системи.

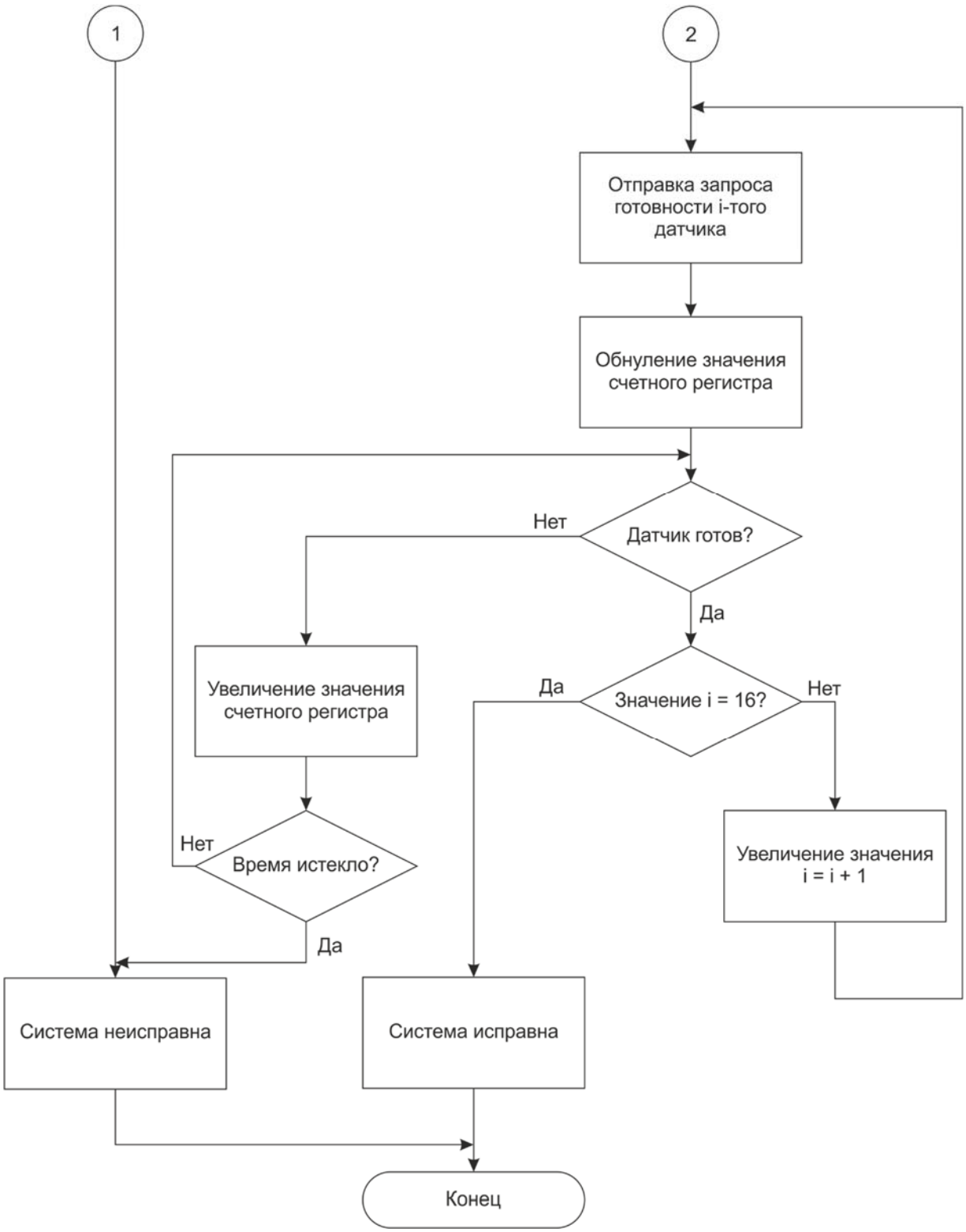
Програма зупинки системи .

Алгоритм представлений на малюнку 4.5. При закінченні процесу або при виникненні аварійної ситуації передбачено плавний останов системи для мінімізації втрат товарного продукту і енергоресурсів, а також для уникнення погіршення ситуації і запобігання виходу ситуації з-під контролю в разі аварійної зупинки . В першу чергу система відключає насос подачі водного розчину диметилформаміду . Після, як тільки рівень в ємності водного диметилформаміду досягне нуля, відключається подача на першу колону ректифікації. Після зниження рівня в першій колоні відключається подача пара і подача диметилформаміду на другу колону. Останнім етапом зупинки є відключення нагріву в другій колоні.

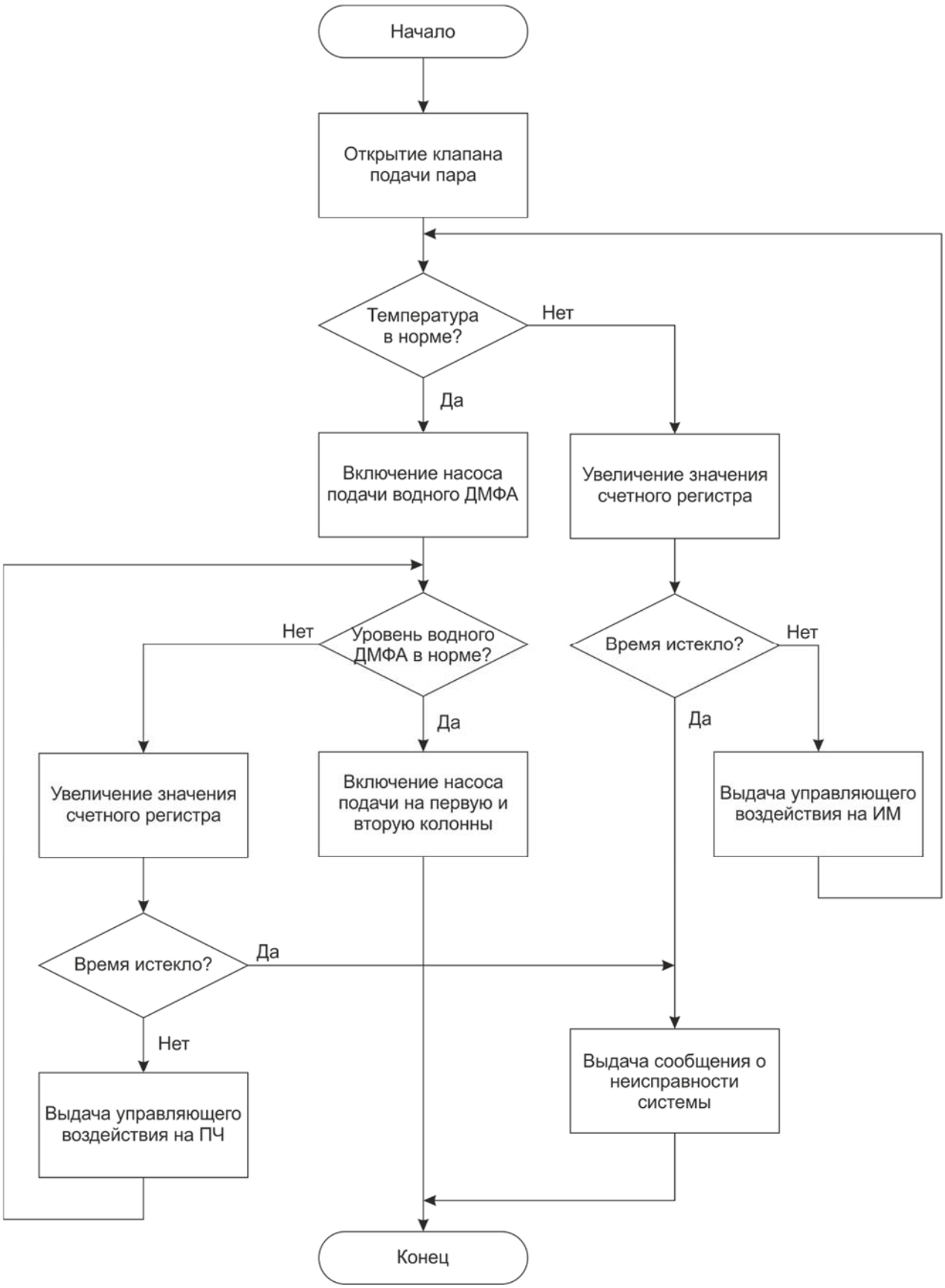


Малюнок 4.1 - Загальний алгоритм роботи системи

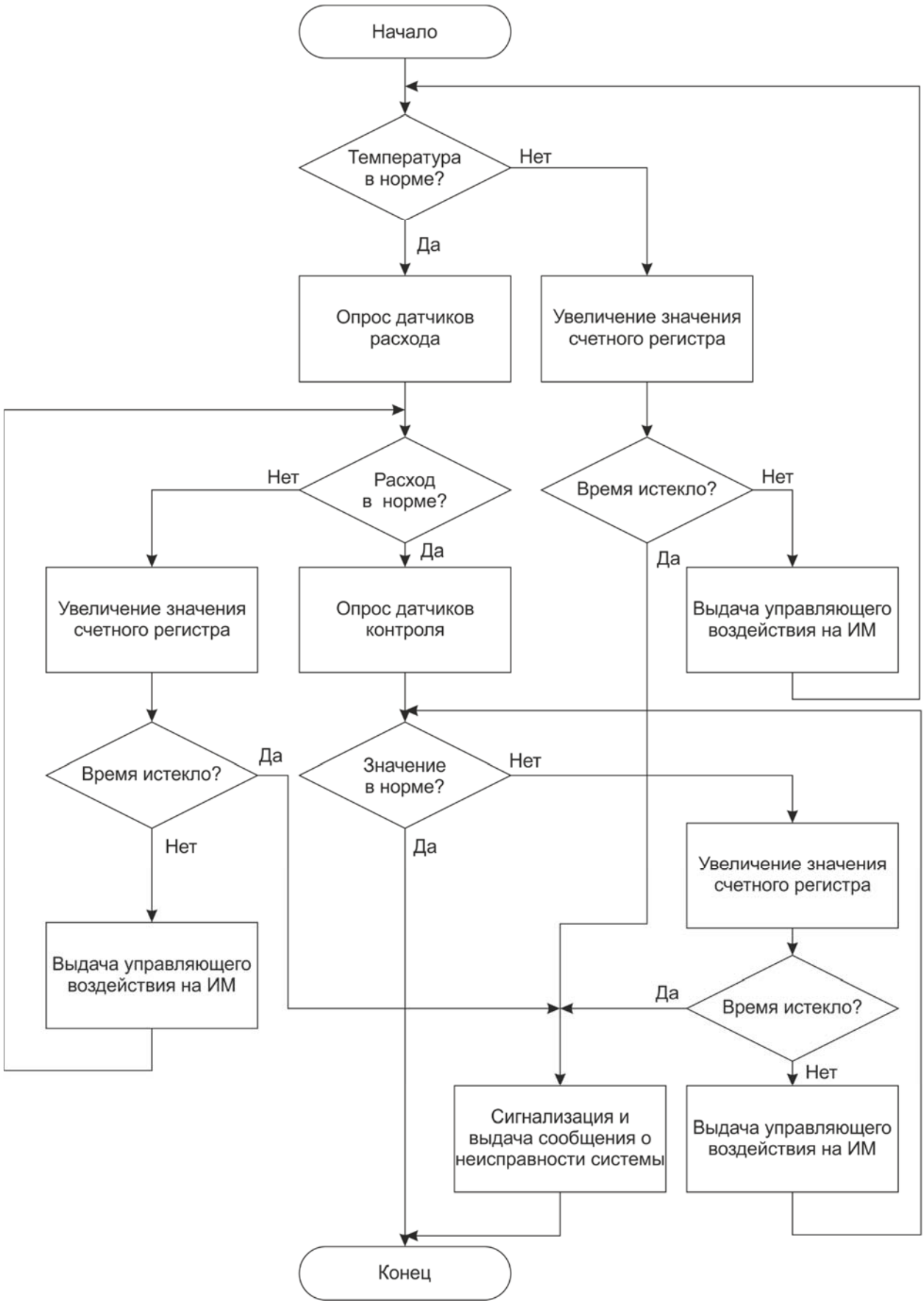

Начало
Отправка запроса готовности контроллера
Нет
Контроллер готов?
Да
Увеличение значения счетного регистра
Установка значения i = 1
Нет
Время истекло?
Да
Отправка запроса готовности i-того модуля ввода/вывода
Обнуление значения счетного регистра
Нет
Модуль готов?
Да
Увеличение значения счетного регистра
Да
Значение i = 2?
Нет
Нет
Время истекло?
Да
Установка значения i = 1
Увеличение значения i = i + 1
1
2



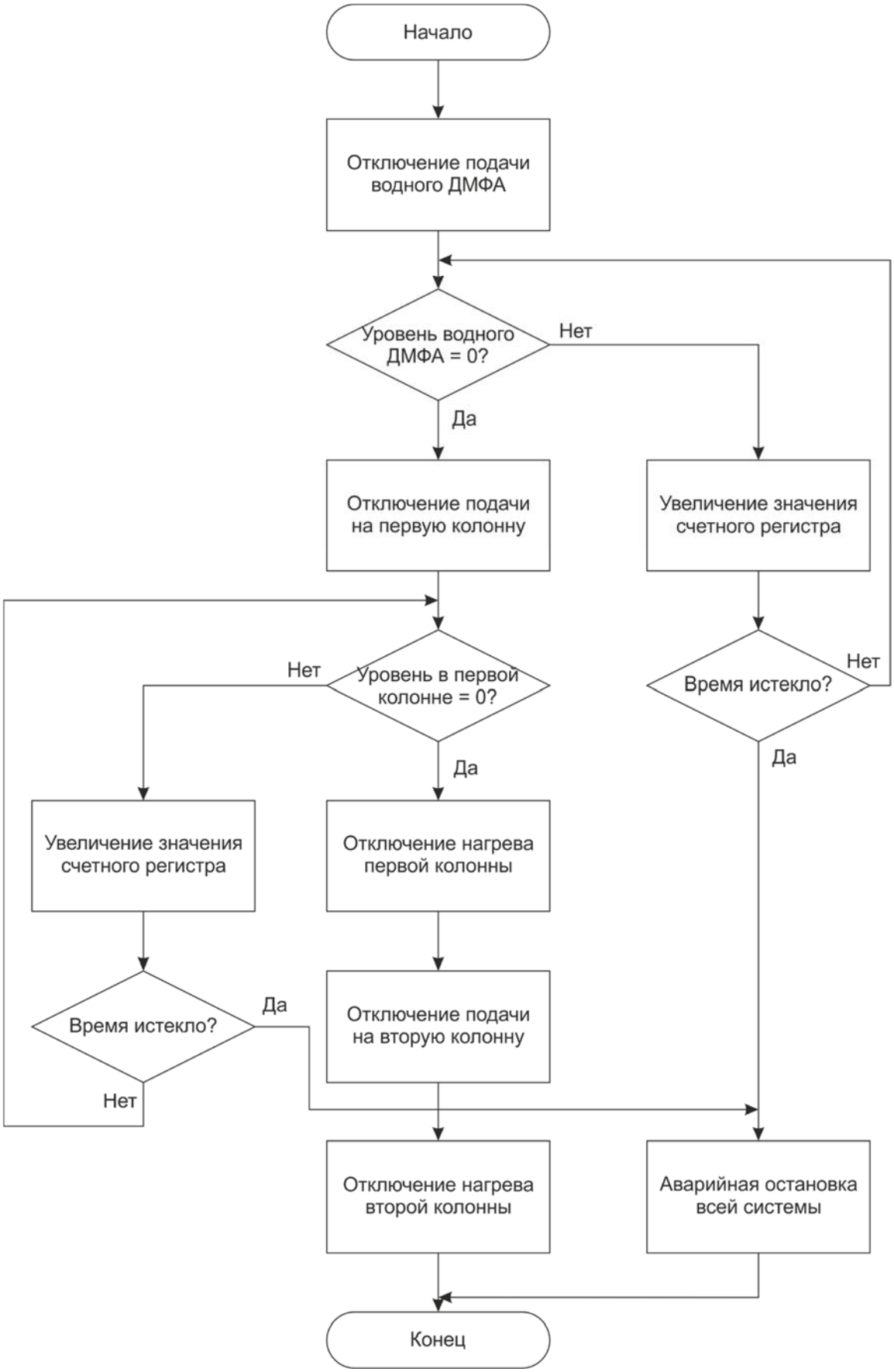
Малюнок 4.2 - Алгоритм підпрограми перевірки працездатності системи



Малюнок 4.3 - Алгоритм підпрограми запуску системи



Малюнок 4.4 - Алгоритм підпрограми роботи системи



Малюнок 4.5 - Алгоритм підпрограми зупинки системи

5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Основним параметром, що визначає якість вихідного продукту, є температура в першій ректифікаційної колоні . При температурі менше необхідної, вода і інші домішки містяться у водному розчині диметилформаміду НЕ будуть закипати і відокремляться від диметилформаміду , що призведе до неякісного вихідного продукту. Перевищення необ ходимо температури може приве сти до закипання самого диметилформаміду і втрати товарного продукту, що неприпустимо. З цих причин, ми виконаємо синтез регулятора саме для даного контуру.

В результаті синтезу ми повинні отримати наступні показники якості перехідного процесу:

- час перехідного процесу ; $t_p \leq 1500\ c$
- перерегулювання $\tau \leq 20\%$
- температура $\mathrm{T} = 130..135\ ℃$;
- статична точність $S_0 = 1\%$.

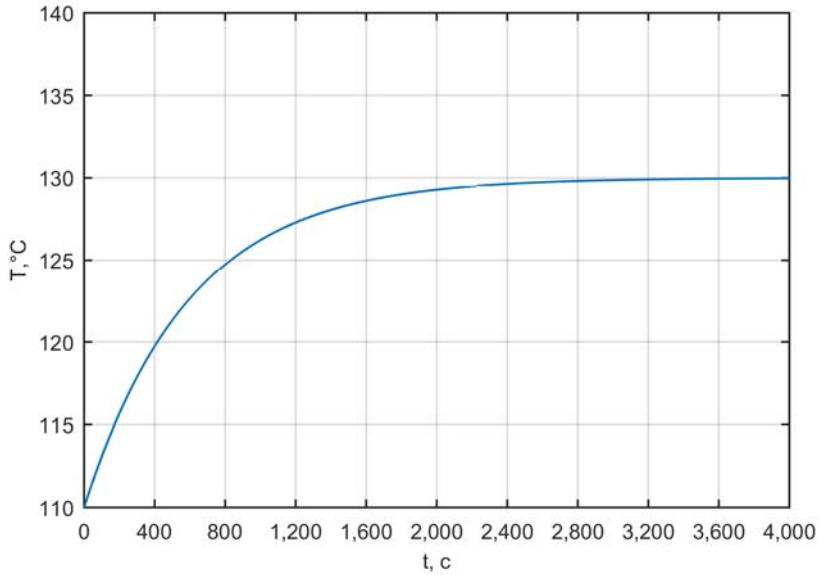
5.1 Отримання математичного опису об'єкта управління

Моделі динамічних об'єктів визна ються або за допомогою теоретичного ческих викладок, або шляхом обробки експериментальних даних.

При експериментальному аналізі (або ідентифікації) об'єктів вихідної інформацією для побудови математичних моделей служать з ігнала, до ступні виміру. Вхідні і вихідні сигнали об'єкта реєструються і обробляються з використанням опр еделенних методів ідентифікації , які дають можливість окреслити співвідношення ме чекаю цими сигналами у вигляді недо торою математичної залежності. За сп особу накопичення експери них даних методи ідентифікації діляться на активні і пасивні.

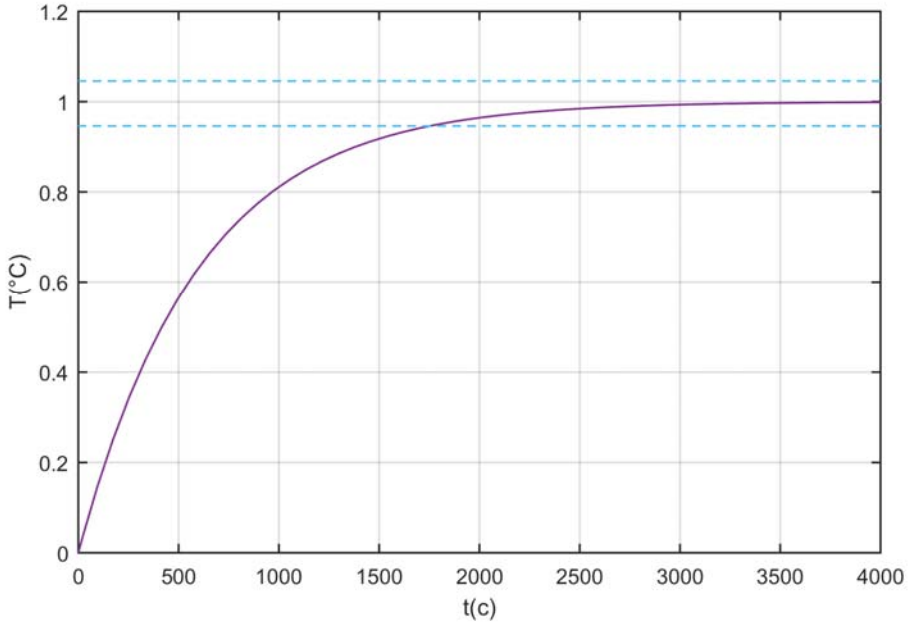
Активний експеримент заснований на введенні в об'єкт штучних збурень різного виду - як детермінованих, так і випадкових.

В ході проведення активного експерименту, була отримана перехідна ха рактеріс тика представлена на малюнку 5.1.



Малюнок 5.1 - Перехідна характеристика об'єкта управління

Нормуємо перехідну характеристику, результат представлений на малюнку 5.2 .



Малюнок 5.2 - Нормована перехідна характеристика

Визначимо основні показники якості перехідного процесу:

- час перехідного процесу ;

- перерегулювання .

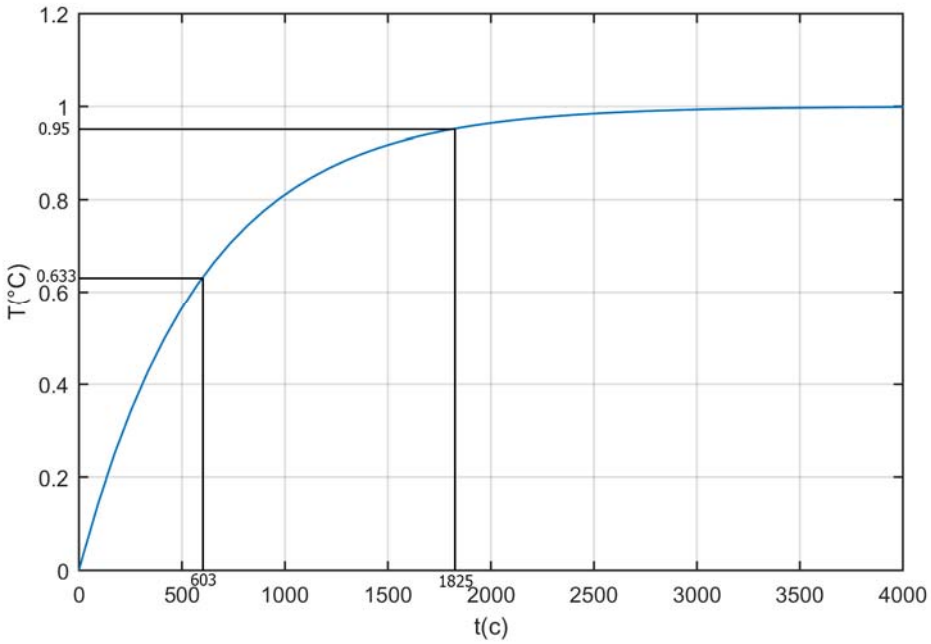
За зовнішнім виглядом перехідної характеристики зробимо висновок, що об'єкт управління описується функцією передачі інерційної ланки

$$W(p) = \frac{k}{1 + Tp}.$$

Коефіцієнт передачі визначається відношенням вихідного і вхідного сигналу в сталому режимі, таким чином

$$k = \frac{Y_{\text{вых}}}{x} = \frac{1}{1} = 1.$$

Для знаходження постійної часу використовуємо метод двох точок, малюнок 5.3.



Малюнок 5. 3 - Визначення постійної часу методом двох точок

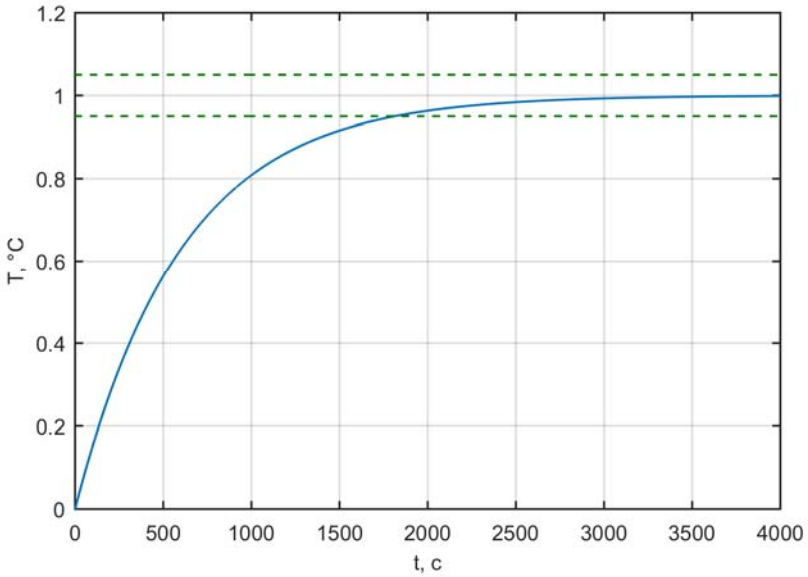
Визначимо постійну часу

$$T = \frac{603 + \frac{1825}{3}}{2} = 605\ c.$$

Таким чином передавальна функція ідентифікованого об'єкта має вигляд

$$W(p) = \frac{1}{1 + 605p}.$$

Побудуємо перехідну характеристику отриманої передавальної функції (рисунок 5.4).



Малюнок 5. 4 - Перехідна характеристика моделі об'єкта управління

5.2 Перевірка адекватності моделі об'єкта управління

Для перевірки адекватності отриманої моделі необхідно застосувати один з статистичних критеріїв в . Скористаємося методом Фішера , так як він дозволяє переконатися в правильності отриманої моделі з великою ймовірністю (близько 95%).

Виберемо 15 рівномірно розподілених их точок на кривій розгону підлозі ченной експериментально і 15 точок, при тих же часах, на кривій розгону моделі. Значення в даних точках запишемо в масиви і відповідно . Ці значення зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Значення, отримані з перехідних характеристик

y_1	0.27	0.48	0.62	0.73	0.8	0.86	0.9	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	1
y_2	0.28	0.49	0.64	0.74	0.82	0.86	0.9	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	1
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Для цих точок визначимо математичне очікування

$$\bar{Y}_{Y1} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_{1i} = 0.82 \qquad \bar{Y}_{Y2} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_{2i} = 0.83$$

Визначимо дисперсію для кожної вибірки

$$S_{Y1} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\bar{Y}_{Y1} - y_{1i})^2 = 0.047,$$

$$S_{Y2} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\bar{Y}_{Y2} - y_{2i})^2 = 0.045.$$

Визначимо відношення оцінок дисперсій шляхом поділу більшою з оцінок на меншу

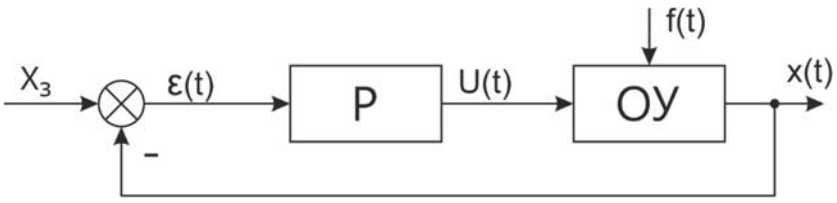
$$\frac{S_{Y2}}{S_{Y1}} = \frac{0.047}{0.045} = 1.044.$$

Порівнюємо отримане значення з критеріями їм Фішера . Так як значення критерію Фішера більше отриманого значення робимо ви вод що наша модель адекватна об'єкту регулювання. **5**

5. 3 Вибір регулятора і розрахунок його параметрів

В даний час промислові реперегулятори є най більш поширеним видом засобів автоматизації.

Традиційна схема системи управлін я, синтезованої на базі стандартних регуляторів, представлена на рис. 5.5



Малюнок 5.5 - Структурна схема типової системи управління

Р – регулятор; ОУ - об'єкт управління; ; X_3 – сигнал завдання; $\varepsilon(t)$ – сигнал неузгодженості; $U(t)$ – сигнал управління; $f(t)$ – обурення; $x(t)$ – вихідна координата.

Метою будь-якого управління є досягнення бажаної поведінки об'єк єкта управління. При цьому в якості критерію оцінки поведінки об'єктивним можуть виступати: величина перерегулювання, час керування, коливальність процесу і т.д. За своїм виконанням ОУ зазвичай конструктивно незмінний.

Отже, незмінні і його динамічні характеристики. Поет му досягти бажаного поведінки об'єкта управління можна, лише сталеви іруя новий об'єкт, до складу якого входить вихідний ОУ і регулятор. У цьому полягає сенс побудови системи управління. Вирішення цього завдання досягається за рахунок вибору належного регулятора.

Вибір закону керування , що задовольняє необхідним показниками системи, називається синтезом системи. При синтезі систем управління промисловими об'єктами найбільш широке застосування знайшли регулятори з типовими законами управління: пропорційний - П, пропорційно-інтегральний - ПІ, пропорційно -інтегрально-диференціальний - ПІД.

Для нашого об'єкта управління оптимальним вибором буде **ПІ-регулятор** , так як пропорційний регулятор не з може забезпечити відсутність ста тичної помилки, що істотно погіршить якість вихідної продукції. У разі, якщо ПІ-регулятор дасть незадовільні показники якості перехідного процесу, слід застосувати ПІД-регулятор.

5.4 Розрахунок оптимальних налаштувань ПІ-регулятора методом Ротача

Вихідними даними для розрахунку є: передавальна функція об'єкта управління і показник ступеня загасання ($\psi = 0.9$). Розрахунок будемо виконувати використовуючи математичний пакет **Mathcad** , задамо вихідні дані

$$Mz := 1.6 \qquad W(s) := \frac{1}{605s + 1}$$

Сформуємо частотну передавальну функцію об'єкта управління шляхом заміни

$$s = j\omega$$

$$Wj(\omega) := W(s)\ \text{substitute}, s = i\cdot\omega \ \rightarrow \frac{1}{1 + 605i\cdot\omega}$$

Запишемо частотну передавальну функцію розімкнутої системи як послыдовне з'єднання ПІ-регулятора і об'єкта управління

$$Wp(k1, Ti, \omega) := \left(k1 + \frac{1}{Ti\cdot i\cdot\omega}\right)\cdot Wj(\omega)$$

Отримуємо функціональні залежності, для реальної та уявної частин АФЧХ розімкнутої системи управління, при коефіцієнті підсилення регулятора рівному одиниці

$$Up(\omega, Ti) := Re(Wp(1, Ti, \omega)) \qquad Vp(\omega, Ti) := Im(Wp(1, Ti, \omega))$$

Формуємо функціональну залежність, яка описує ОЕ в залежності від значення показника коливальності М

$$\gamma(M) := \operatorname{asin}\left(\frac{1}{M}\right)$$

$$Y(X, M) := \tan(\gamma(M)) \cdot X$$

Запишемо вираз для визначення радіусу кола забороненої зони і положення його центру як функцію показника коливальності М

$$r(M) := \frac{M}{M^2 - 1} \qquad u(M) := \frac{M^2}{M^2 - 1}$$

Формуємо рівняння кіл забороненої зони в прямокутній системі координат

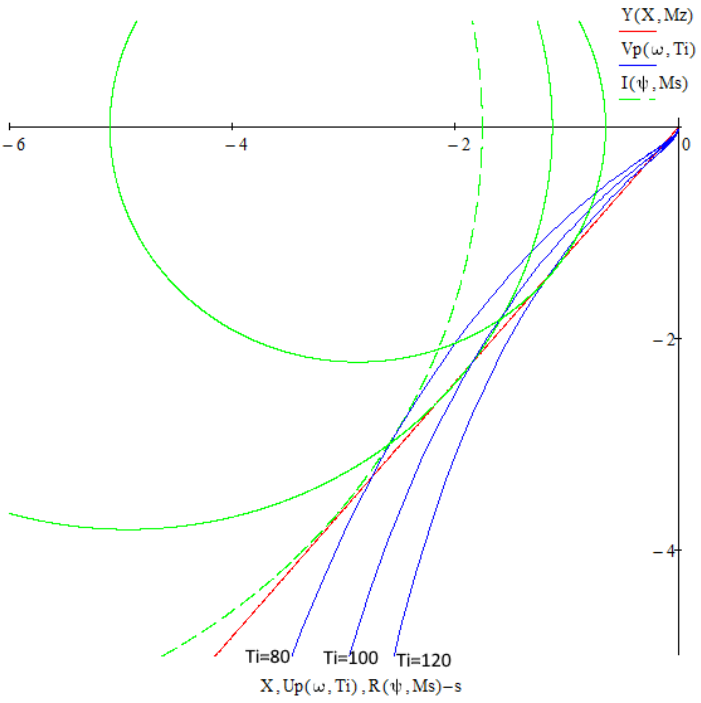
$$R(\psi, M) := r(M) \cdot \sin(\psi) - u(M)$$

$$I(\psi, M) := r(M) \cos(\psi)$$

Задаємо діапазон частот і крок зміни, для побудови АЧХ з метою відображення тільки, необхідного нам, третього квадранта

$$\omega := 0, 0.0001 \ldots 1$$

Також введемо необхідні параметри , які будемо змінювати для отримання одночасного дотику прямої ОЕ і кіл. Виконуємо графічні побудови і визначаємо три пари налаштувань



для ПІ-регулятора (рисунок 5.6)

Малюнок 5.6 - Визначення установок ПІ-регулятора методом Ротача

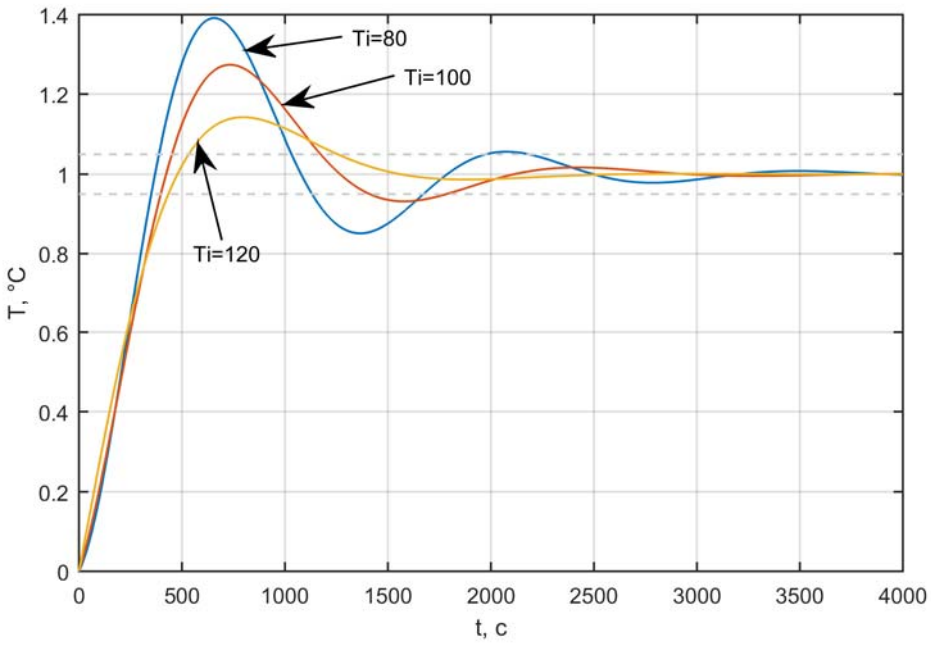
Визначаємо граничне значення коефіцієнта підсилення регулятора, що забезпечує задане значення показника коливальності , для кожного з випадків, з виразу

$$k_{\text{р.пр.}} = \frac{M}{M^2 - 1} \cdot \frac{1}{r_0}.$$

Отримані пари налаштувань введемо в вигляді матриці

$$\text{Data} := \begin{pmatrix} 80 & 0.65 \\ 100 & 0.989 \\ 120 & 1.65 \end{pmatrix}$$

Для визначення яка з пар налаштувань дає кращі показники якості, побудуємо графіки перехідних процесів для отриманих значень і визначимо їх показники. Отримані перехідні характеристики представлені на малюнку 5.7.



Малюнок 5. 7 - Графіки перехідних процесів при різних настройках регулятора

З отриманого графіка, очевидно, що найкращі показники якості перехідний процес має при постійній інтегрування рівною $T_i = 120$ і коефіцієнті посилення рівному $k_p = 1.65$. Визначимо ці показники і зведемо в таблицю 5.2 разом з необхідними, за завданням, значеннями і показниками без регулятора.

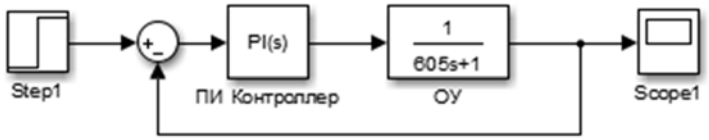
Таблиця 5.2 - Показники якості перехідного процесу

показник	завдання	без регулятора	ПІ-регулятор
Статична помилка,%	0	5	0
Час , з	1500	1800	1300
Перерегулювання , %	20	0	13.8

Як видно з отриманої таблиці, дані налаштування регулятора повністю задовольняють поставленому завданню . У порівнянні з системою без регулятора, ми отримали відсутність статичної помилки і менший час перехідного процесу, платою за це стала наявність перерегулювання, яке було відсутнім раніше, але так як воно не перевищує 20% то є припустимим для нашої системи..

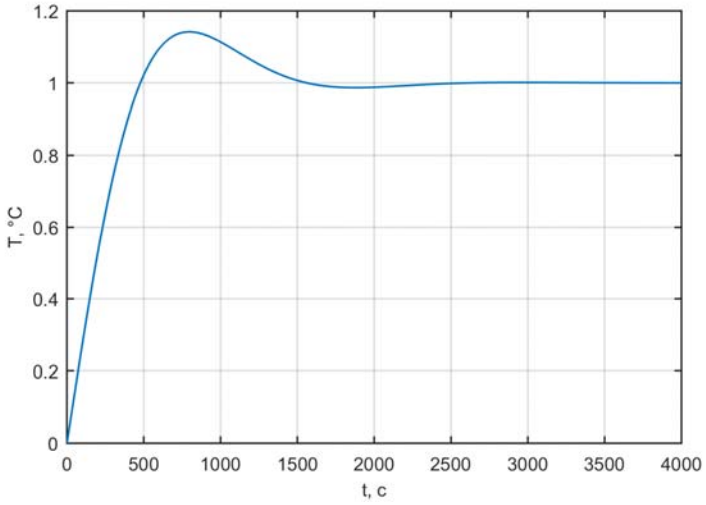
.5 Моделювання об'єкта управління

Проведемо імітаційне моделювання об'єкта управління за допомогою математичного пакета **MatLab** (додаток **Simulink**). Для цього зберемо структурну схему, представлену на малюнку 5.8 . У системі є канал управління, ПІ-регулятор, безпосередньо об'єкт управління, а також осцилограф на якому можливо спостерігати перехідний процес.



Малюнок 5.8 - Структурна схема об'єкта управління

Проведемо моделювання системи і отримаємо її перехідну характери стику (рисунок 5.9).



Малюнок 5.9 - Перехідна характеристика отриманої системи

Визначимо показники якості за отриманим графіком перехідного процесу:

- час перехідного процесу $t_p = 1280c$;

- перерегулювання $\tau = 14\%$.

Дані показники якості повністю задовольняють завдання

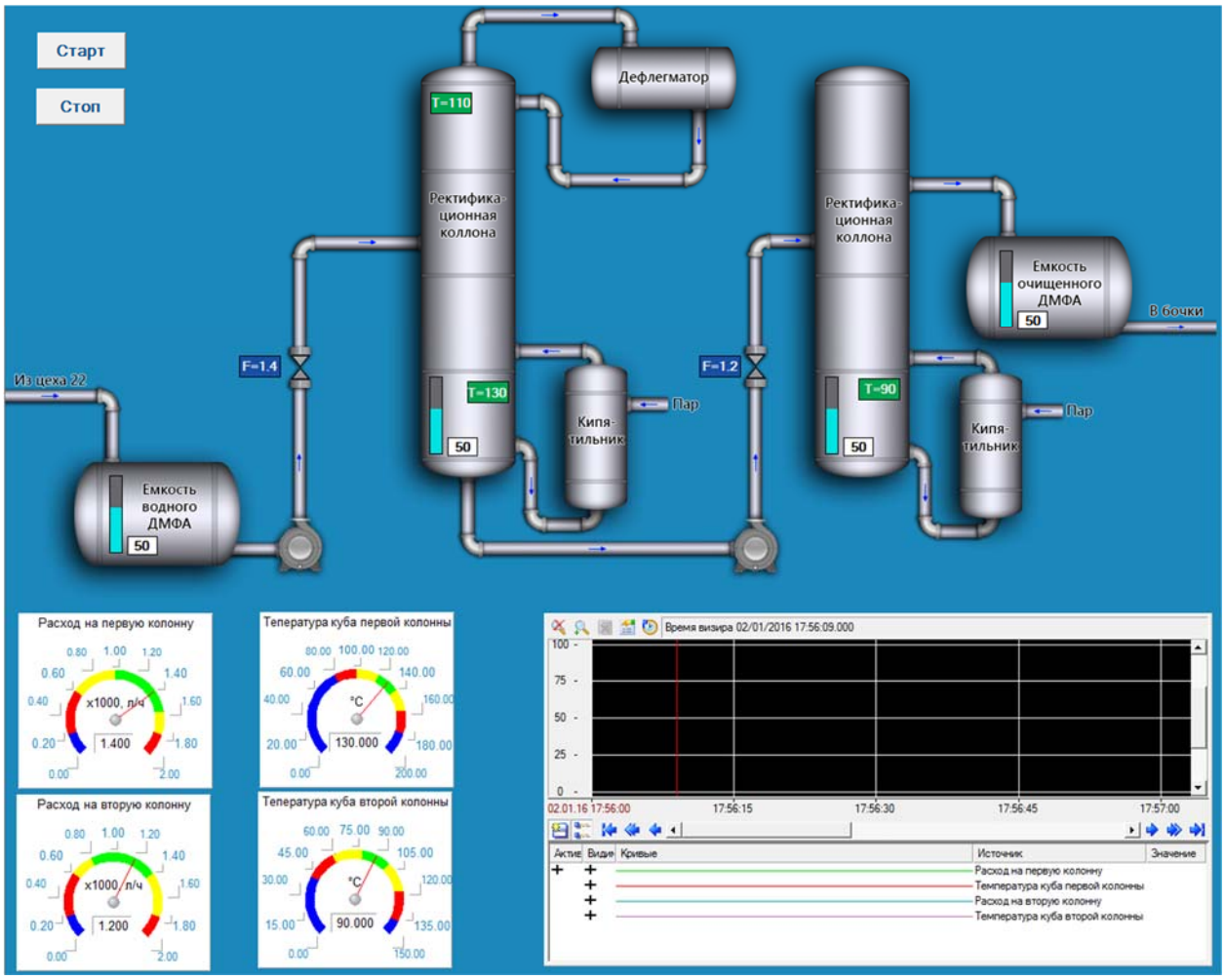
6 РЕАЛІЗАЦІЯ АСУТП В TRACE MODE 6

Для створення АСУТП була використана САПР TRACE MODE 6. В ході роботи були виконані наступні етапи:

6 .1 Створення екрану АРМ

Екран АРМ представляється графічно їм інтерфейсом (у вигляді мнемосхем ми) 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 представлений екран АРМ д ля автоматизації процесу ректи фикации водного розчину диметилформаміду



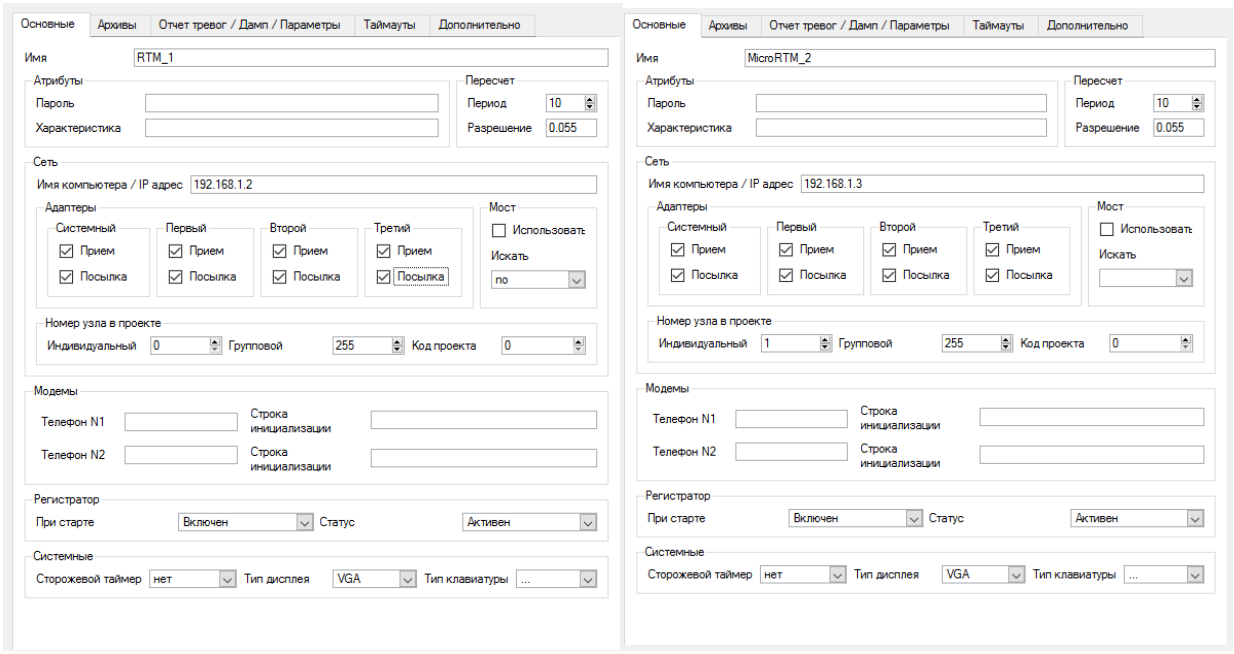
Малюнок 6 .1 - Екран АРМ системи управління в САПР TRACE MODE 6

На екрані оператора відображені основні етапи проходження процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду . Критично важливі параметри процесу відображаються на мнемосхемі в місцях контролю. Також надається можливість змінювати керовані параметри в межах допустимих значень з екрану АРМ. У нижньому лівому кутку знаходяться стрілочні прилади дозволяють контролювати важливі параметри

технологічного процесу. Тренд, який розташований в нижньому лівому куті, дозволяє відстежувати динаміку змін контрольованих параметрів.

6 .2 Створення програмного забезпечення для контролера

Виконаємо налаштування параметрів мережі Ethernet , для цього в НП відкриємо меню «Система» і на елементі «RTM» клацнемо ПКМ і виберемо пункт «Редагувати». Закладку «Основні» налаштуємо так як представлено на рис. 6 . 2 . Зазначимо IP адреса комп'ютера оператора і дозволимо роботу на Прийом і По Силка всіх мережевих адаптерів. Аналогічно виконуємо для мікроРТМ .



Малюнок 6 . 2 - Налаштування параметрів мережі Ethernet

Створимо програму, що реалізовує керуючі функції - підтримки температури в колонах ; управління витратою диметилформаміду ; контролю рівнів в ємностях .

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'єкта (OBJ)».

Даний блок моделює об'єкт управління для налагодження алгоритмів регулювання або підготовки демонстраційних проектів. Він являє собою комбінацію апериодического

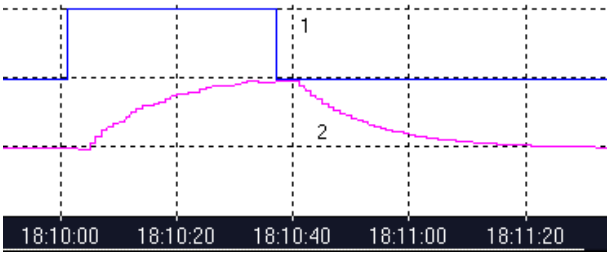
(інерційного) ланки першого порядку і ланки запізнювання, тобто передавальна функція блоку має вигляд:

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

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'єкта.

Як приклад на малюнку 6. 3 показаний відгук блоку (крива 2) на прямокутний імпульс (крива 1).



Малюнок 6. 3 - 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'єкта. Значення 1 окремих бітів цього вхо да включає наступні перешкоди:

1 біт - додавання до вихідному сигналу випадкової величини в діапазоні від 0 до 1%;

2 біт - формування піка величиною 25% від зна ня 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.

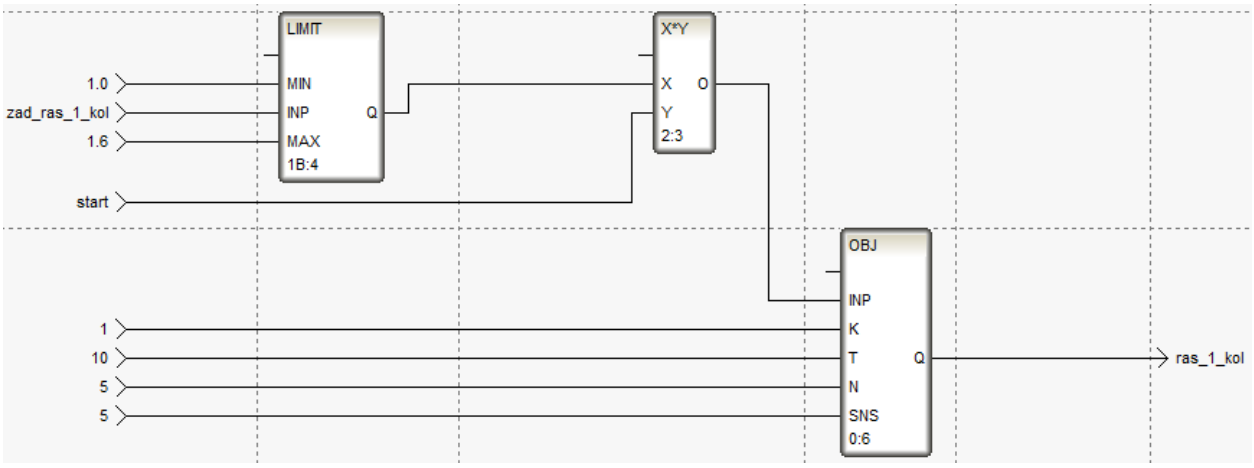
Перші три перешкоди додаються до виходу блоку після формування його нового значення. Динамічні характеристики об'єкта (останні три перешкоди) коригуються до перерахунку блоку.

Створюємо змінні, необхідні для роботи програми (рисунок 6 . 4). Кожна з змінних відповідає за певний параметр системи управління. Змінні з типом IN є вхідними, і приходять в систему від вимірювальних приладів. Змінні типу OUT є керуючими, які передає контролер на виконавчі механізми. Змінна start відповідає за стан системи (false - система вимкнена, true - система включена).

Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию
zad_ras_1_kol	IN	REAL	
ras_1_kol	IN/OUT	REAL	
start	IN	BOOL	
urov_vod	OUT	REAL	
zad_tem_1_kol	IN	REAL	
tem_1_kol	OUT	REAL	
tem_verh_1	OUT	REAL	
zad_ras_2_kol	IN	REAL	
ras_2_kol	IN/OUT	REAL	
urov_1_kol	OUT	REAL	
zad_tem_2_kol	IN	REAL	
tem_2_kol	OUT	REAL	
urov_2_kol	OUT	REAL	
urov_vih	OUT	REAL	

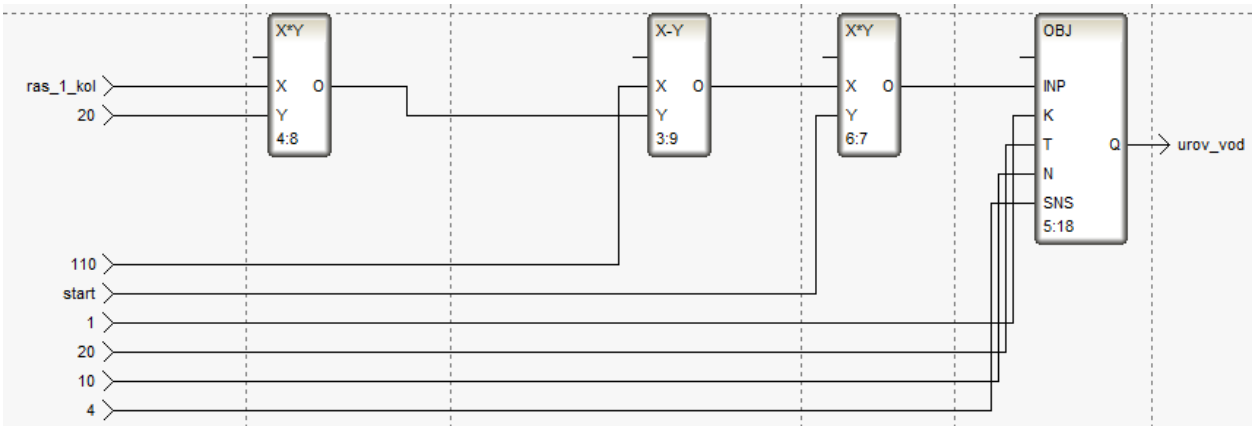
Малюнок 6 . 4 - Змінні програми управління

Створюємо програму для управ ління витратою диметилформаміду на пров ву колону (малюнок 6 . 5). Вона зі варто з наступних блоків: обмежувача за що дається значення витрати, про перевірки включена система і об'єкта управління. На вхід подається завдання з екрану АРМ, на виході - значення витрати.



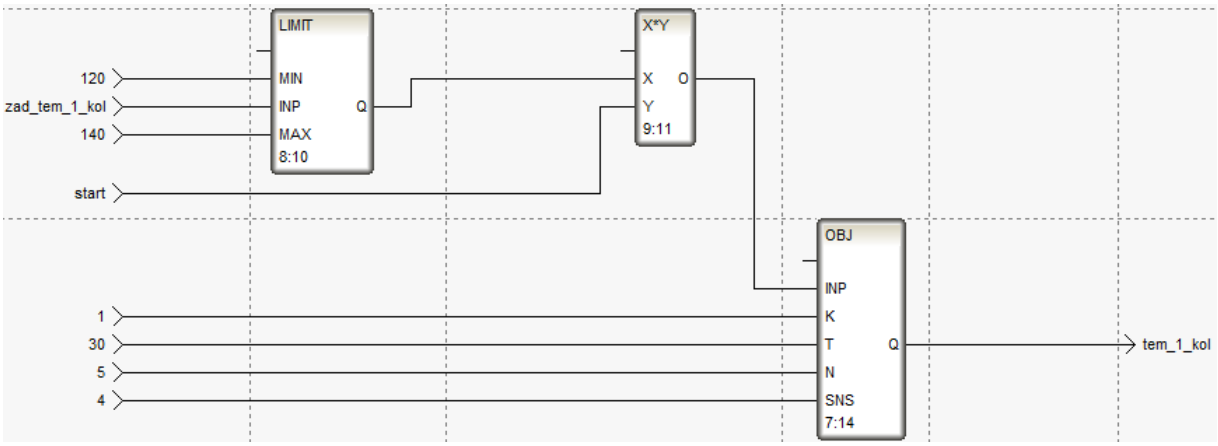
Малюнок 6 . 5 - Програма управління витратою на першу колону

Створюємо програму для обчислення рівня в ємності водного диметилформаміду, він залежить від витрат на першу колону. Отримана програма представлена на малюнку 6 . 6 .



Малюнок 6 . 6 - Програма контролю рівня в ємності водного ДМФА

Створюємо програму для управління температурою в кубі першої колони (малюнок 6 . 7).



Малюнок 6 . 7 - Програма управління температурою в кубі першої колони

Аналогічно створюємо програму контроля температури верху першої колони (малюнок 6 . 8).

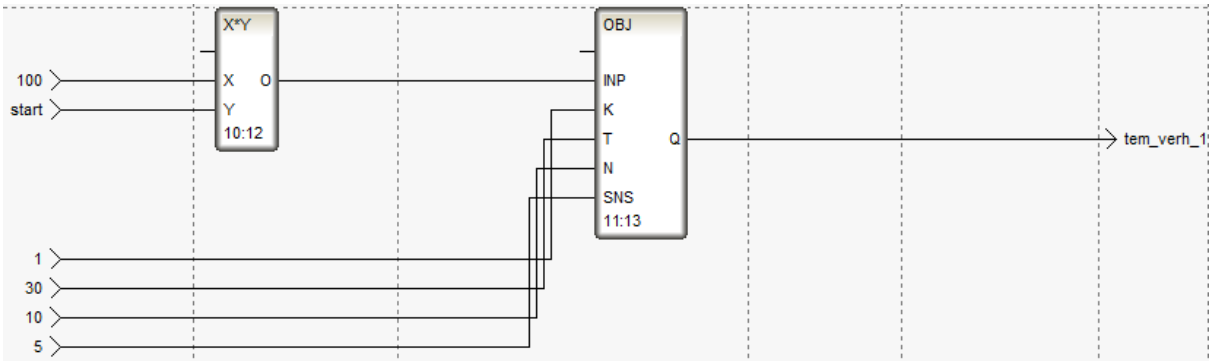
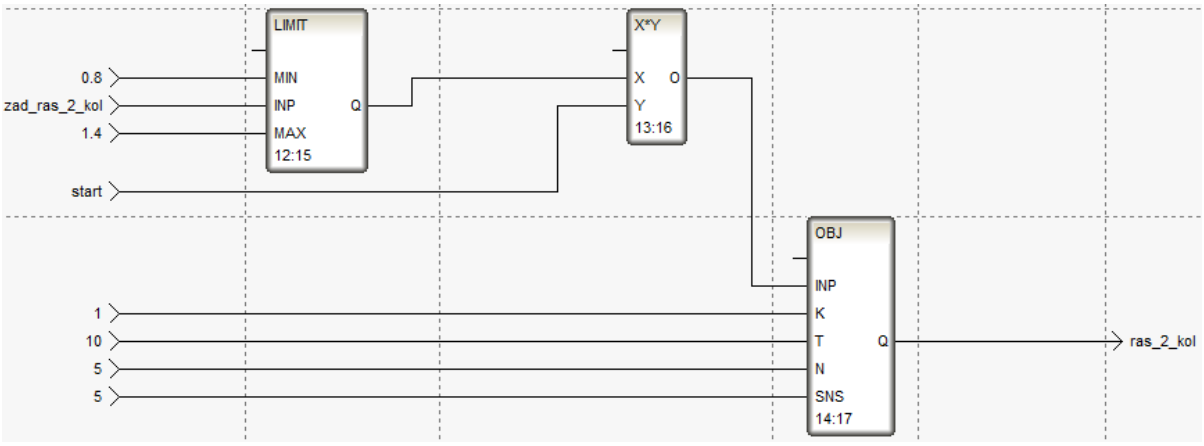


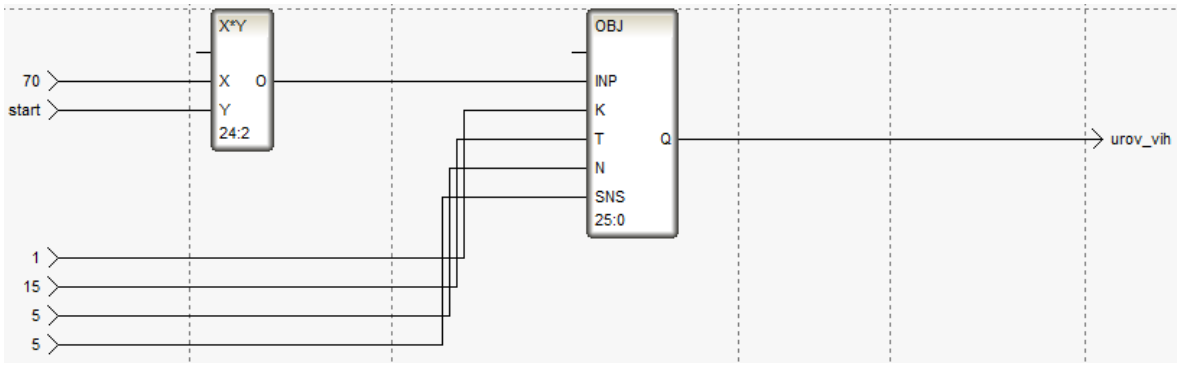
Рисунок 6.8 – Программа контроля температуры верха первой колонны

Создаем программу управления расходом на вторую колонну (малюнок 6.9).



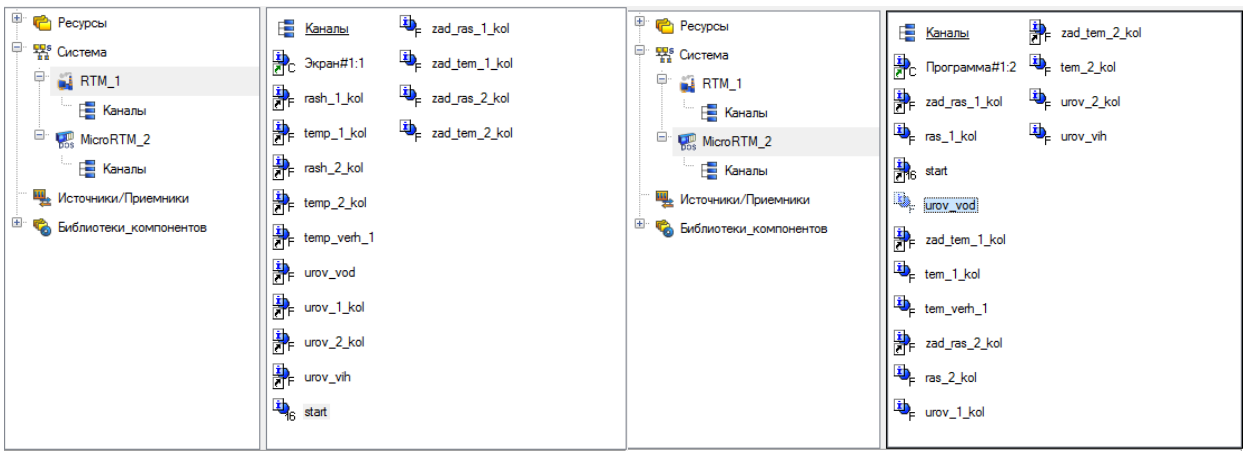
Малюнок 6 . 9 - Програма управління витратою на другу колону

Програму для управління температурою в кубі колони №2 створимо аналогічно першій колоні. Також створимо програму контролю рівня в ємності очищеного диметилформаміду (рисунок 6 .1 0).



Малюнок 6 .1 0 - Програма контролю рівня в ємності водного ДМФА

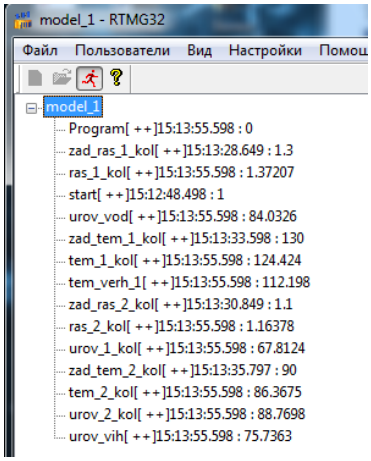
Налаштовуємо канали на RTM і MicroRTM і пов'язуємо їх між собою (малюнок 6 .1 1).



Малюнок 6 .1 1 - Налаштування каналів RTM і MicroRTM

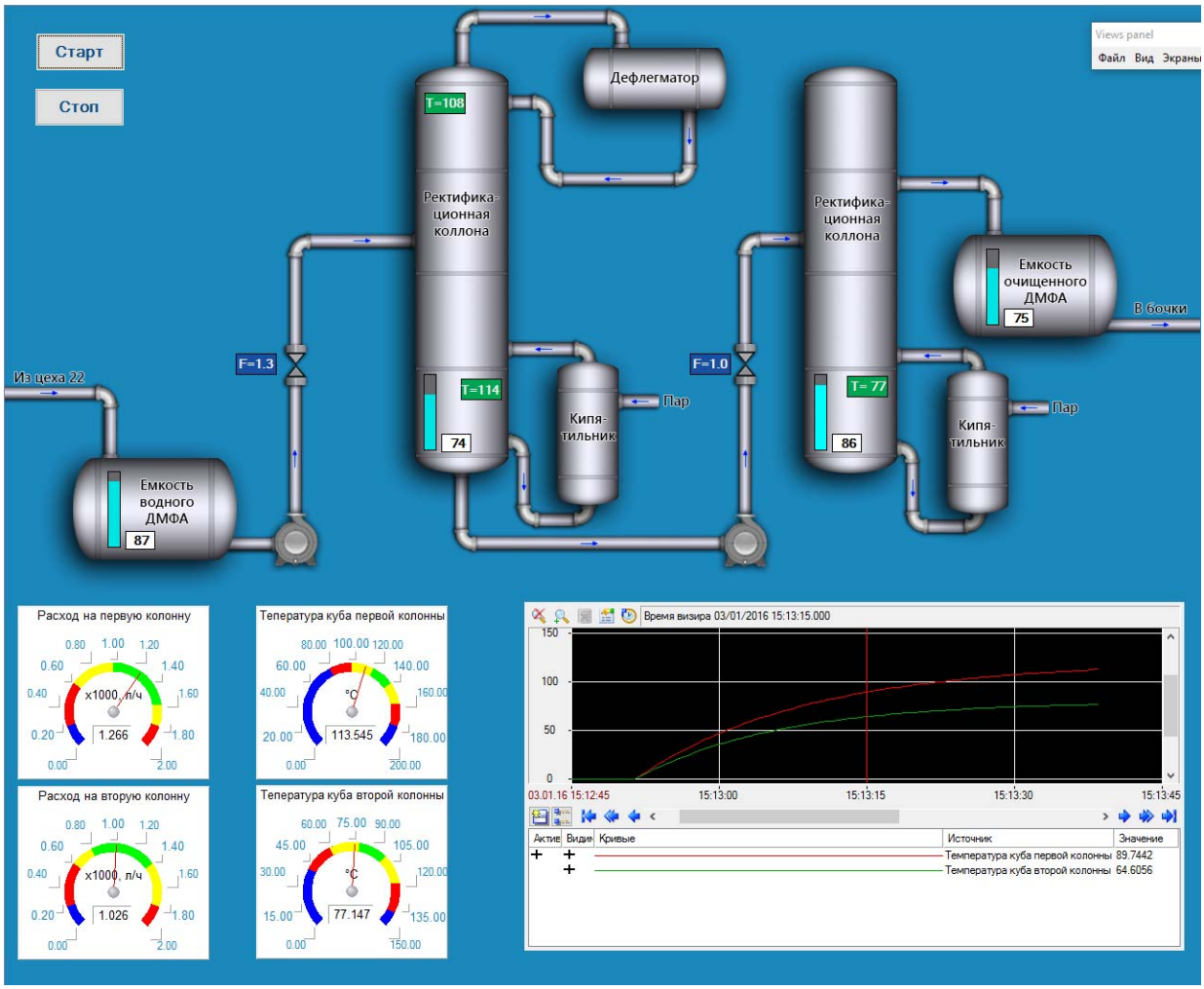
6 . 3 Моделювання роботи АСУТП

На одному з комп'ютерів запускаємо емулятор роботи контролера (рисунок 6 .1 2).



Малюнок 6 .1 2 - Емуляція роботи контролера

На іншому комп'ютері запускаємо екран АРМ (рисунок 6 .1 3).



Малюнок 6 . 1 3 - Екран АРМ

7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Вступ

У дипломному проекті проведено аналіз і оцінка процесу автоматизації системи управління технологічним процесом ректифікації водного розчину диметилформаміду , який передбачає застосування сучасних високоточних систем автоматизації, що призведе до більш точному контролю технологічного процесу. Процес ректифікації водного розчину диметилформаміду був вивчений на прикладі ПАТ « ШЗХР ».

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

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 витрату водного розчину диметилформаміду на 0, 1 % ;
- скоротити п отребленіе електроенергії на 1,5%

7.1 Розрахунок собівартості і проекту оптової ціни на ректифікацію водного розчину диметилформаміду

Так як на підприємстві здійснюється реалізація заходів по автоматизації технологічного процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду , 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 очищеного диметилформаміду до впровадження системи автоматизації. При складанні калькуляції надалі буде здійснюватися розрахунок витрат в розрахунку на 1 тонну очищеного диметилформаміду .

Сировиною для отримання очищеного диметилформаміду є водний розчин диметилформаміду . У таблиці 7.1 наведено розрахунок вартості необхідних матеріалів для процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду .

Таблиця 7.1 - Визначення вартості сировини для процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду на калькуляційну одиницю

№ з / п	Найменування сировини	Норма витрат сировини, т	Ціна сировини, грн / т	Всього ціна сировини, грн
1	Водний розчин диметилформаміду	1 , 295	140 00	18130
2	Всього сировину і матеріали			18130

Наступною статтею витрат процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду 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 01.05.2020 року ВАТ « Сумиобленерго » поставляло електроенергію за тарифами 1,6848 грн / кВт * год. Норма витрати електроенергії для отримання 1 тонни очищеного диметилформаміду становить 460 кВт * год.

Для процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду використовується пар, норма витрати якої на калькуляційну одиницю складає 3 , 0 Гкал. Вартість однієї Гкал - 380,23 грн.

Виходячи з розглянутих вище даних, в таблиці 7.2 наведено розрахунок статті паливо і енергія на технологічні цілі на отримання 1 тонни очищеного диметилформаміду .

Таблиця 7.2 - Визначення вартості палива і енергії для процесу ректифікації водного диметилформаміду на калькуляційну одиницю

№з /п	Найменування статті витрат	Норма витрати енергетичних ресурсів	Ціни і тарифи на енергетичні ресурси, грн	Всього вартість енергетичних ресурсів, грн
1	електроенергія, кВт * год	460	1,6848	775,00
2	Пар, Гкал	3,0	380,23	1140,69
3	Всього палива і енергії на технологічні цілі			1915,69

Для определения издержек процесса ректификации водного раствора дметилформаміда важным является оценка прямых затрат на оплату заработной платы основных рабочих. Для расчета заработной платы, которая должна быть отнесена на 1

тонну полученной продукции, необходимо Для визначення витрат процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду важливим є оцінка прямих витрат на оплату заробітної плати основних робітників. Для розрахунку заробітної плати, яка повинна бути віднесена на 1 тонну отриманої продукції , 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 випускає 5,175 тисяч тонн диметилформаміду .

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 ректифікації водного розчину диметилформаміду проводиться безперервним методом з тризмінним графіком роботи, передбачає наявність 4 бригад робітників.

Для визначення облікової чисельності працюючих в цеху скористаємося формулою 7.1:

$$Ч_{орм} = \frac{m_о \cdot П_б \cdot К_р}{Н_{об}}, \qquad (7.1)$$

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

$П_б$ - кількість бригад;

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

$До_р$ - коефіцієнт переведення явочної чисельності працюючих в обліку.

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

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

де , f - плановий відсоток невиходів на роботу.

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 ректифікації водного розчину диметилформаміду

Бригады	**Дни месяца**														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 бригада	III	III	III	В	I	I	I	В	II	II	II	В	III	III	III
2 бригада	II	II	В	III	III	III	В	I	I	I	В	II	II	II	В
3 бригада	I	В	II	II	II	В	III	III	III	В	I	I	I	В	II
4 бригада	В	I	I	I	В	II	II	II	В	III	III	III	В	I	I

де , В - 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)

$$T_{\text{н}} = T_{\text{к}} - B, \qquad (7.3)$$

де , $T_{\text{до}}$ - календарний фонд часу (365 днів).

Звідси ном інальний фонд часу складе

$$T_{\text{н}} = 365 - 365 \cdot 0{,}25 = 274 \text{ дні.}$$

Для розрахунку ефективного часу роботи одного працюючого у спользуемся наступною формулою

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{н}} - (B_i + Л + I_{\text{н}}), \qquad (7.4)$$

де , $B_{\text{и}}$ - планова продолжитель ність щорічної відпустки, днів;

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

$I_{\text{н}}$ - планова кількість невиходів на роботу з інших причин, днів.

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

Звідси ефективний фонд часу одного працюючого складе

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

Для розрахунку планового відсотка невиходів на роботу скористаємося формулою 7.5

.

$$f = \frac{T_н - T_{еф}}{T_н} \cdot 100\%. \qquad (7.5)$$

Виходячи з результатів розрахунків ефективного і номінального фонду часу, плановий проце нт невиходів на роботу становитиме

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

Розрахуємо коефіцієнт переведення явочної чисельності працюючих в обліковій за формулою 7 .2

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

Визначимо облікової кількості працюючих IV розряду за формулою 7 .1

$$Ч_{орм IV} = \frac{6 \cdot 4 \cdot 1{,}11}{1} = 27 \text{ чел.}$$

Чисельність робітників V розряду складе

$$Ч_{орм V} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1{,}11}{1} = 5 \text{ чел.}$$

На підприємстві прийнята погодинна форма оплата праці, для розрахунку якої доцільно скористатися такою формулою

$$З_{пог} = T_г \cdot B_г \cdot Ч_{орм}, \qquad (7.6)$$

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

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

Тарифні годинні ставки на підприємстві для робітників IV розряду складають 16,61 грн / год для V розряду - 18,29 грн / год.

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

$$З_{погIV} = 16{,}61 \cdot 246 \cdot 7 \cdot 27 = 772265{,}34 \text{ грн};$$

$$З_{погV} = 18{,}29 \cdot 246 \cdot 7 \cdot 5 = 157476{,}9 \text{ грн};$$

$$З_{пог} = 772265{,}34 + 157476{,}9 = 929742{,}24 \text{ грн}.$$

ДДля визначення прямих витрат на основну заробітну плату на калькуляційну одиницю необхідно фонд основної заробітної плати розділити на річне завдання і визначити уро вень витрат на заробітну плату

$$Ч_{орм IV} = \frac{929742{,}24}{5175} = 179{,}66 \text{ грн/т}.$$

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 п ріменяются 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)

$$З_{\text{доп.веч.од}} = З_{\text{пог.од}} \cdot \frac{1}{3} \cdot 0{,}2\,. \qquad (7.7)$$

Звідси доплати за відпрацьований вечірній час на 1 тонну продукції складуть:$З_{\text{доп.веч.од}} = 179{,}66 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0{,}2 = 11{,}97$ 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

$$З_{\text{доп.ноч.од}} = З_{\text{пог.од}} \cdot \frac{1}{3} \cdot 0{,}4\,. \qquad (7.8)$$

Звідси доплата за відпрацьований нічний час на до алькуляціонную одиницю складе

$$З_{\text{доп.ночь.од}} = 179{,}66 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0{,}4 = 25{,}95 \text{ грн/т}\,.$$

Так як процес ректифікації водного розчину диметилформаміду 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

$$З_{\text{доп.пр.од}} = З_{\text{пог.од}} \cdot \frac{C}{T_{\text{еф}}}, \qquad (7.9)$$

де , С - кількість святкових днів у році.

Виходячи з формули 7.9 , доплати за роботу в святкові дні на 1 тонну отриманого диметилформаміду

$$З_{\text{дод.пр.од}} = 179{,}66 \cdot \frac{10}{246} = 7{,}30 \text{ грн/т}\,.$$

Крім розрахованих вище доплат на підприємстві здійснюються доплати за шкідливі умови праці в разме ре 4 % від основної заробітної плати. На калькуляционную одиницю продукції доплати за шкідливі умови праці складуть

$$Д_{вр.од} = 179{,}66 \cdot 0{,}04 = 7{,}18 \text{ грн/т}.$$

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

$$В_{в.од} = З_{пог.од} \cdot \frac{B_i}{T_{еф}}, \qquad (7.10)$$

где, B_i - плановая продолжительность ежегодного отпуска, дней.

де , $В_и$ - планова тривалість щорічної відпустки, днів.

Отже величина витрат на відпускні що повинна бути віднесена на калькуляційну одиницю становитиме

$$В_{в.од} = 179{,}66 \cdot \frac{24}{246} = 17{,}52 \text{ грн/т}.$$

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

$$В_{л.од} = З_{пог.од} \cdot \frac{Л}{T_{еф}}, \qquad (7.11)$$

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

$$В_{л.од} = 179{,}66 \cdot \frac{4}{246} = 2{,}92 \text{ грн/т}.$$

Сума розрахованих величин доплат становитиме додаткову заробітну плату на 1 тонну деаеріруемой води (див. Формулу 7.1 2).

.

$$З_{доп.од} = З_{доп.веч.од} + З_{доп.ноч.од} + З_{доп.пр.од} + Д_{вр.од} + В_{в.од} + В_{л.од} \qquad (7.12)$$

Таким чином, додаткова заробітна плата на 1 тонну складе:

:

$$З_{доп.од} = 11{,}97 + 25{,}95 + 7{,}30 + 7{,}18 + 17{,}52 + 2{,}92 = 72{,}84 \text{ грн/т.}$$

Визначимо витрати на сплату єдиного соціального внеску. Нарахування страхових внесків на заробітну плату становлять 22 % по відношенню до основної та додаткової заробітної плати

$$\text{ЕСВ}_{\text{од}} = \left(З_{\text{пог.од}} + З_{\text{доп.од}}\right) \cdot \text{ЕСВ}\%\,,$$

(7.13)

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

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

$$\text{ЕСВ}_{\text{од}} = (179{,}66 + 72{,}84) \cdot 0{,}22 = 55{,}55 \text{ грн.}$$

Результаты расчетов по статье «прямые расходы на оплату труда» представлены в таблице 7.4.

Таблиця 7.4 - Визначення суми витрат на оплату працю а основних робочих на калькуляційну одиницю

№ з / п	Найменування статті витрат	Сума, грн / т
1	Основна заробітна плата	179,66
2	Додаткова заробітна плата в тому числі:	72,84
2.1	доплати за роботу у вечірній час	11,97
2.2	доплати за роботу в нічний час	25,95
2.3	доплати за роботу у вихідні дні	7,30
2.4	Доплати за роботу в шкідливих умовах	7,18
2.5	відпускні	17,52
2.6	лікарняні	2,92
3	Єдиний соціальний внесок	55,55
4	Всього прямі витрати на оплату праці	308,05

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 201 6 рік.

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

$$C_{\text{н.од}} = \alpha \cdot C_{\text{б.од}}\,, \qquad (7.14)$$

г де , α - процентний коефіцієнт, яким певна накладна стаття пов'язана з базою розподілу;

З б.од - база розподілу (наприклад основна заробітна плата основних робітників на калькуляційну одиницю), грн.

Загальновиробничі витрати на калькуляційну одиницю за 201 6 рік склали 25 3 %

$$C_{\text{з.в.од}} = 179{,}66 \cdot 2{,}53 = 454{,}54 \text{ грн.}$$

Аналогічно визначаємо статтю «інші витрати».

Інші витрати на калькуляційну одиницю за 201 6 рік склали 1,8 %.

$$C_{i.\text{в.од}} = 179{,}66 \cdot \ 0{,}018 = 3{,}23 \text{ грн.}$$

Для розрахунку повної собівартості необхідне включення до виробничої собівартості адміністративних витрат, розрахунок яких слід вести виходячи з так нних додатки А і формули 7.14.

Адміністративні витрати на калькуляційну одиницю за 201 6 рік склали 11,1 %.

$$C_{\text{ад.од}} = 179{,}66 \cdot \ 0{,}111 \ = 19{,}94 \text{ грн.}$$

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

$$C_{\text{сб.од}} = \ 179{,}66 \cdot \ 0{,}028 = 5{,}03 \text{ грн.}$$

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

$$\text{П}_{\text{н.од}} = \ C_{\text{п.од}} \cdot R_{\text{пл}} \text{ ,} \qquad (7.15)$$

де , R пл - планова рентабельність вироби.

Планова при бувальщина на 1 тонну диметилформаміду складе

$$\text{П}_{\text{н.од}} = 20836{,}48 \ \cdot 0{,}011 = 229{,}20 \text{ грн.}$$

Для розрахунку ПДВ необхідно суму повної собівартості та нормативного прибутку помножити на 0, 2

$$\text{ПДВ}_{\text{од}} = (20836{,}48 \ + 229{,}20) \cdot 0{,}2 = 4213{,}14 \text{ грн}$$

Оптово-відпускна ціна 1 тонни продукції визначатися за формулою

$$\text{Ц}_{\text{од}} = \ C_{\text{п.од}} + \text{П}_{\text{н.од}} + \text{ПДВ}_{\text{од}} \text{ ,} \qquad (7.16)$$

де , С п.од - повна собівартість 1 тонни продукції , грн ;

П н.од - нормативна при бувальщина на калькуляційну одиницю , грн.

Таким чином опто в ая ціна 1 тонни одержуваного диметилформаміду :

$$\text{Ц}_{\text{од}} = \ 20836{,}48 + 229{,}20 + 4213{,}14 = 25278{,}81 \text{ грн/т ,}$$

Так як на підприємстві впроваджуються системи автоматизації, згідно з дослідженнями в дипломній роботі, це дозволяє скоротити споживання: водного розчину диметилформаміду на 0, 1 % , електроенергії на 1 , 5 % , а це в свою чергу , вимагає

коригування собівартості сти 1 тонни продукції за статтями « сировину і матеріали » і « паливо і енергія на технологічні цілі ».

Для визначення статті «сировина і матеріали» після впровадження систем автоматизації необхідно відкоригувати кількість водного розчину диметилформаміду , використовуваної в технологічному процесі, а саме, зменшити норму витрати на 0, 1 %.

$$H_{\text{в.дмфа}} = 1{,}295 - 1{,}295 \cdot 0{,}001 = 1{,}292 \text{ т.}$$

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

Таблиця 7. 5 - Визначення вартості сировини для процесу ректифікації водного розчину диметилформаміду на калькуляційну одиницю

№ з / п	Найменування сировини	Норма витрат сировини, т	Ціна сировини, грн / т	Всього ціна сировини, грн
1	Водний розчин диметилформаміду	1 , 2 9 37	140 00	18 111 , 87
2	Всього сировину і матеріали			18 111 , 87

Для коригування статті «паливо і енергія на технологічні цілі» необхідно норми витрата а на електроенергію зменшити на 1,5 %.

$$H_{\text{в.эл.эн}} = 460 - 460 \cdot 0{,}015 = 453{,}1.$$

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 процесу ректифікації водного диметилформаміду на калькуляційну одиницю

№З / п	Найменування статті витрат	Норма витрати енергетичних ресурсів	Ціни і тарифи на енергетичні ресурси, грн	Всього вартість енергетичних ресурсів, грн
1	електроенергія, кВт * год	453,1	1 , 6848	763,00
2	Пар, Гкал	3,0	380 , 23	1140 , 6 9
3	Всього палива і енергії на технологічні цілі			1903,69

Слід зазначити, що впровадження систем автоматизації передбачає вкладення коштів на покупку відповідних пристроїв (див. Таблицю 7.8) . Так, як згідно із законодавством України, в калькуляції відділяється 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

$$С_{з.в.од.после} = 179{,}66 \cdot 2{,}53 = 454{,}54 \text{ грн.}$$

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.

$$П_{н.од.после} = Ц_{од} - (С_{п.од.после} + НДС_{од}). \qquad (7.17)$$

Звідси нормативний прибуток після впровадження нововведення складе

$$П_{н.од.после} = 25278{,}16 - (20787{,}69 + 4213{,}02) = 277{,}45 \text{ грн.}$$

Зведення розрахункових значень за статтями калькуляції і оптової ціни на 1 тонну води після впровадження систем автом атізаціі приведено в таблиці 7. 7 .

Таблиця 7. 7 - Калькуляція собівартості процесу очищення викидів від нітрозних газів

Стаття витрат	Сума, грн / т	
	До впровадження нововведення	Після впровадження нововведення
Сировина і матеріали	18130 , 00	18 111 , 87
Паливо і енергія на технологічні цілі	1915,69	1903,69
Основна заробітна плата	179,66	179,66
Додаткова заробітна плата	72,84	72,84

Єдиний соціальний внесок	55,55	55,55
загальновиробничі витрати	454, 54	454, 54
Інші виробничі витрати	3,23	3,23
виробнича собівартість	***20811, 51***	***20 7 8 1 , 38***
Адміністративні витрати	19,9 4	19,9 4
Витрати на збут	5,0 3	5,0 3
повна собівартість	***2083 6 , 48***	***20 80 6 , 35***
Нормативна прибуток	229 , 20	2 59 , 32
ПДВ	4213, 14	4213, 14
Оптова ціна з ПДВ	***25278, 81***	***25278, 81***

Отже, за розрахунками собівартості і оптової ціни бачимо, що нормативна прибуток виріс, що дозволяє зробити висновок про ро сте рентабельності з 1,1% до 1, 2 4 %

$$R_{\text{пр}} = \frac{259{,}32}{20806{,}35} = 0{,}0124.$$

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.
термометр опору	ОВЕН ДТС015 Л -50м. 0,5.160 . І. 1	3	11 18,70	120 , 00	3716,1 0
термометр опору	ОВЕН ДТС015 Л -50м. 0,5.60 . І. 1	3	918,42	120,00	3115,26
Регулятор потоку	Siemens SITRANS F VA 250	4	16000 , 00	265,50	65062,00

Датчик рівня	ОВЕН ПДУ-І	8	3200 , 62	187,42	27104 , 32
Асинхронний двигун	4А80А4У3	5	1771,8 0	173 , 00	9724 , 00
Перетворювач частоти	Siemens MicroMaster 420	5	11200,00	674 , 00	59370,00
Програмований логічний контролер	ОВЕН ПЛК 160	1	12847,2 0	781 , 00	13628,2 0
Модуль введення аналогових сигналів	ОВЕН МВ110-8А	1	3487,2 0	265 , 00	3752 , 20
Модуль виведення аналогових сигналів	ОВЕН МУ110-8І	1	3546 , 00	273 , 00	3819 , 00
механізм виконавчий	МІП-П-320	6	3541,20	402 , 40	26661 , 6 0
Прилад технологічної сигналізації	ПТС-164-1	1	2327 , 00	186,00	2513,00
Блок живлення	ОВЕН БП120	1	2 842,80	212,00	3054,80
Блок живлення	ОВЕН БП30	1	1 000,8 0	117 , 00	1117,8 0
Блок живлення	ОВЕН БП14	4	1 290 , 00	138 , 00	5712,00
бар'єр іскрозахисту	ОВЕН ІСКРА -АТ.02	14	1040,79	85,00	15761,06
Перетворювач електропневматичний	ЕПП-3211	6	1020,00	115,00	6810,00
Автоматичний вимикач	ABB SH203 32A	1	338,74	15,00	353,74
Автоматичний вимикач	ABB S201 2A	7	252.55	15,00	1872 , 8 5
Автоматичний вимикач	ABB SH203 16A	5	260,92	15,00	1379,60
ноутбук	Lenovo IdeaPad 100-14 (80MH001XUA)	1	7446	393 , 00	7839
дзвінок	3Д-47	1	54,64	17,35	67,99
Додаткові матеріали					82 19 2, 78
Разом					**344627 , 21**

Виходячи з представлених даних в таблиці 7. 8 , додаткові капіталовкладення на реалізацію заходів по автоматизації складуть 344,627 тис. Грн . Знаючи річний обсяг продукції на підпри тії (5175 т), легко розрахувати річний економічний ефект від впровадження систем автоматизації за формулою

$$E = (\text{П}_{\text{н2}} - \text{П}_{\text{н1}}) \cdot Q, \qquad (7.18)$$

де , П $_{\text{Н1}}$, П $_{\text{Н2}}$ - 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

$$E = (259{,}32 - 229{,}20) \cdot 5175 = 155871{,}00 \text{ грн.}$$

Для розрахунку показника економічної ефективності додаткових капіталовкладень, що викликали економічний ефект в розмірі 155871,00 грн , скористаємося такою формулою

$$E_{\text{еф}} = \frac{E}{\text{К}_{\text{дод}}}, \qquad (7.19)$$

де , К $_{\text{доп}}$ - додаткові капіталовкладення, необхідні для впровадження нововведення (вартість контрольно-вимірювальних пристроїв, вартість нових верстатів, вартість будь-якого іншого нового обладнання), грн.

Користуючись формулою 7.19 , розрахуємо ефективність впровадження в технологическ ий процес систем автоматизації

$$E_{\text{еф}} = \frac{155871{,}00}{344627{,}21} = 0{,}45.$$

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 продукції (див. Формула 7. 20)

$$T_{\text{ок}} = \frac{\text{К}_{\text{дод}}}{E}. \qquad (7.20)$$

Використовуємо формулу 7.20 для розрахунку терміну окупності додаткових капіталовкладень

$$T_{\text{ок}} = \frac{344627{,}21}{155871{,}00} = 2{,}21 \text{ года.}$$

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

Нормативний термін окупності систем автоматизації приймається на рівні 3-6 років. Порівняння розрахункових показників з нормативними і основні техніко - економічні показники по ректифікації водного розчину диметилформаміду наведені в таблиці 7.9.

Таблиця 7. 9 - Техніко-економічні показники

№ з/п	Найменування показника	Нормативне значення показника	Розрахункове значення показника	
			До впровадження нововведення	Після впровадження нововведення
1	Обсяг виробництва продукції , т / рік	–	5175	5175
2	Повна собівартість продукції , грн / т	–	20836,48	20806,35
3	Норма прибутку , грн / т	–	229,20	259,32
4	Оптово - відпускна ціна , грн / т	–	25278,16	25278,16
5	Рентабельність виробництва продукції ,%	–	1,1	1,24
6	Додаткові капіталовкладення, грн	–	–	344627,21
7	Економічний ефект від впровадження нової техніки , грн / рік	–	–	155871,00
8	Економічна ефективність додаткових капіталовкладень	0,21	–	0,45
9	Срок окупаемости доп.вложений,лет	4	–	2,21

Висновок

З розрахунків слід, що впровадження систем автоматизації дозволило скоротити собівартість 1 тонни отриманого диметилформаміду на 30,13 грн / т, це дозволило отримати річний економічний ефект від впровадження систем автоматизації в розмірі 155 871 , 00 грн. Додаткові капітальні вкладення, які були використані на купівлю систем автоматизації, в розмірі 344627,21 грн , окупляться за 2,2 року, що менше нормативного значення на 1,8 року. Показник економічної ефективності додаткових них капіталовкладень склав 0,45 , що більше нормативного значення на 0,24. Це дозволяє отримувати великі доходи від капіталу у виробництві, ніж при вкладенні коштів на депозити в комерційних банках.

Зазначені ефекти були досягнуті завдяки зниженню витрат водного розчину диметилформаміду на 0,1 %, електроенергії на 1.5% , що в результаті призвело до зростання рентабельності ректифікації 1 тонни диметилформаміду з 1,1% до 1, 2 4 %.

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

ВИСНОВКИ

На підставі Технічного завдання розроблено інформаційне, технічне забезпечення 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).

Використання 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;

- зниження витрат сировинних і енергетичних ресурсів за деякими статтями витрат на ТП;

- скорочення простоїв через неполадки;

- збільшення міжремонтних термінів роботи обладнання;

- використовувати мінімальну кількість працівників, необхідних для підтримки ТП в робочому стані і ліквідації аварійних ситуацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Клюев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.

2. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі: В. Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 69с.

3. Голубятников В.А., Шувалов В.В., Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- СПб.: Химия, 1985. - 352 с.

4. "ОВЕН". Оборудование для автоматизации. Каталог. 2014.

5. "ОВЕН". Прайс- лист ОВЕН. 2016.

6. "Манометр-Харьков". Краткий каталог продукции.

7. "Промприбор". Преобразователи давления малогабаритные КОРУНД. Руководство по эксплуатации. 2009.

8. "ABB". Каталог автоматических выключателей и элементов защиты силовой цепи ABB. 2015.

9. Волошенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд–во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.

10. Сольницев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления —М: Высш. шк., 1991. — 335 с.

11. 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.

12. 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.

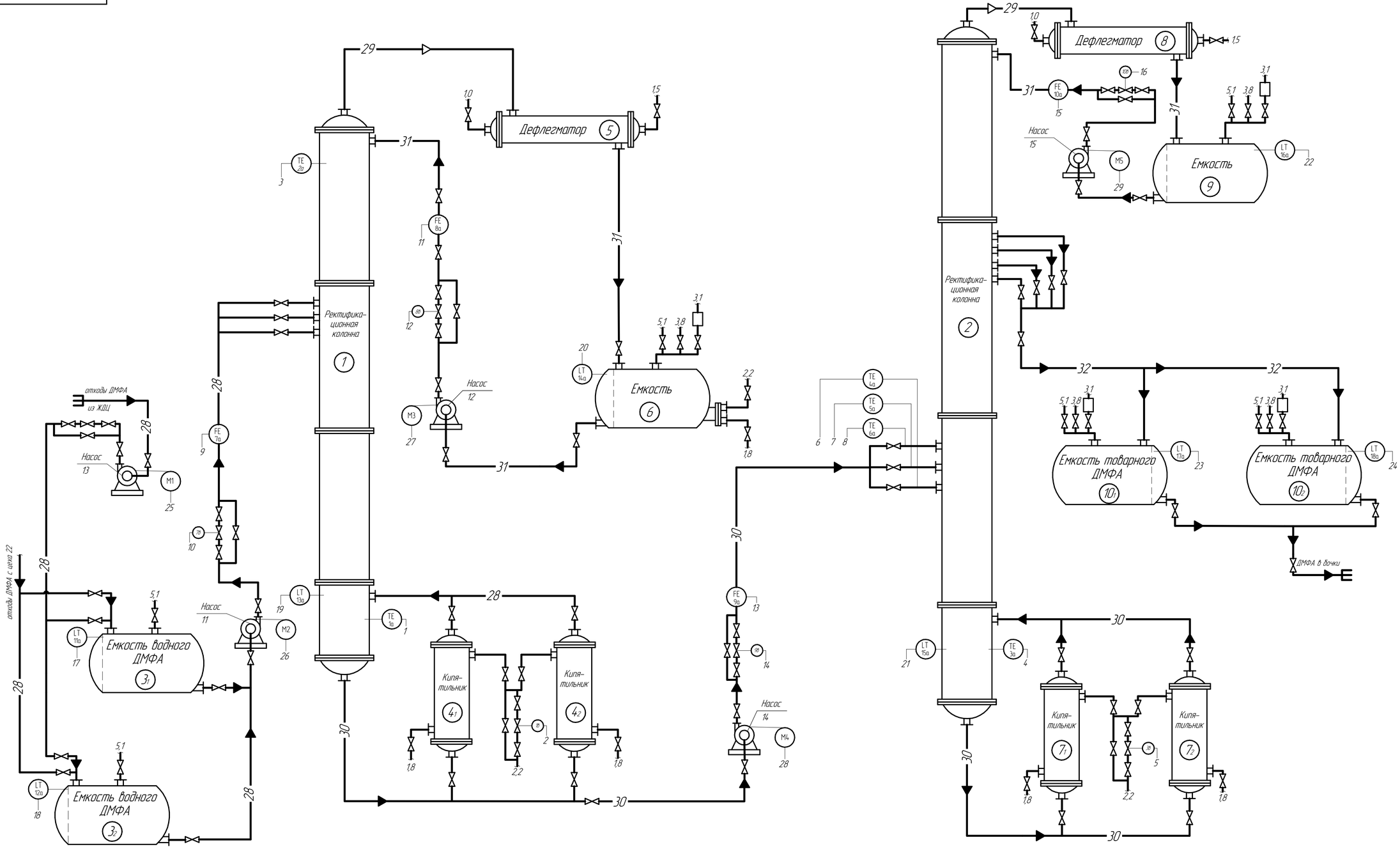
13. Технико-экономическое обоснование дипломных проектов / под ред.В.К. Беклешова. –М.: Высш.шк., 1991. – 247 с.

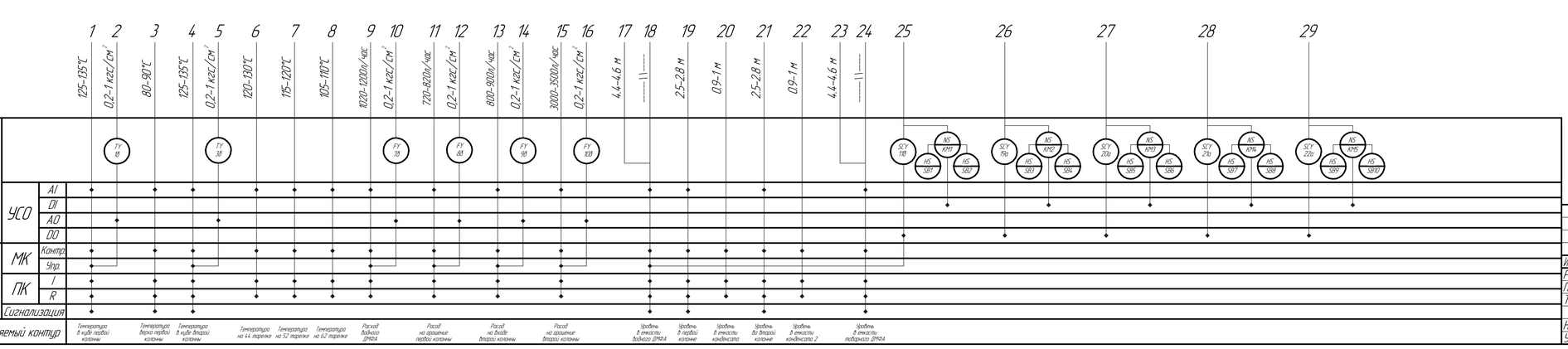
14. Экономика и организация производства в дипломных проектах : учебное пособие / К. М. Великанов и др. ; под ред. К.М. Великанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986, - 288 с.

15. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів / укладачі: О. М. Тур, І. В. Новикова. – Шостка : Сумський державний університет, 2014. – 42 с.

16. 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.

СУз-51Ш 6.151.00.01.14.А2





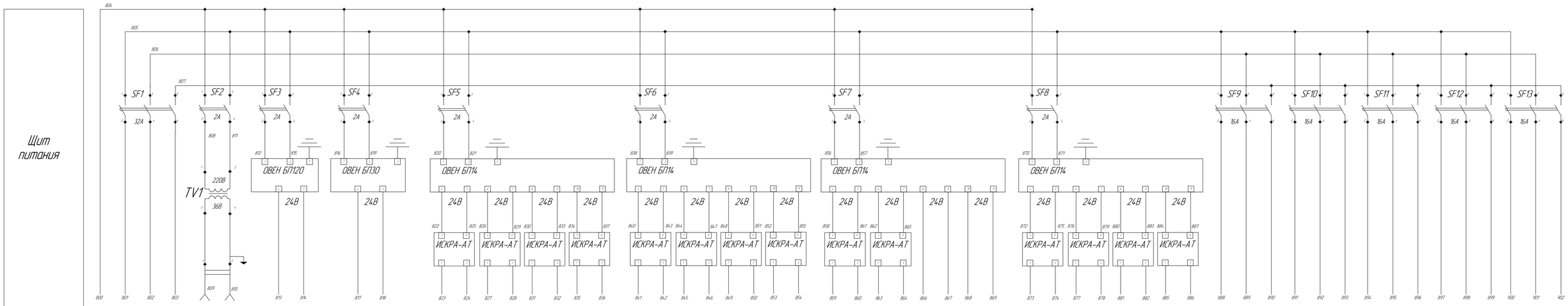
Условные обозначения потоков

- 28 — Водный диметилформамид
- 29 — Пары диметиламина
- 30 — Обезвоженный диметилформамид
- 31 — Дистиллят
- 32 — Товарный диметилформамид

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУз-51Ш 6.151.00.01.14.А2
Разраб.		Хоменко М.В.			Система управления технологическим процессом ректификации водного раствора диметилформамида.
Пров.		Мозок Е.Н.			Схема функциональная.
Т.контр.					ШИ СумГУ
Н.контр.					Лит. / Масса / Масштаб; Лист / Листов 1
Утв.		Худолей Г.М.			

Копировал — Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата



Позиция		XS1	Схема сигнализации	1е	1а	2а	3а	4а	5а	6а	7а	8а	9а	10а	1е	1е	11а	13а	15а	17а	11б	19а	20а	21а	22а
Тип	Ввод рабочий	Розетка штепсельная	ПТС-164	ОВЕН ПЛК160	ДТС	ДТС	ДТС	ДТС	ДТС	ДТС	SITRANS FVA 250	SITRANS FVA 250	SITRANS FVA 250	SITRANS FVA 250	МВ110-8А	МУ110-8И	ПДУ-И	ПДУ-И	ПДУ-И	ПДУ-И	MICROMASTER 420	MICROMASTER 420	MICROMASTER 420	MICROMASTER 420	MICROMASTER 420
Напряжение, В	380	36	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	380	380	380	380	380
Мощность, Вт, мА	6000	100	80	10	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	4	4	1	1	1	1	1100	1100	1100	1100	1100
Место установки	щит №1	щит №1	щит №1	щит №1	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	щит №1	щит №1	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту

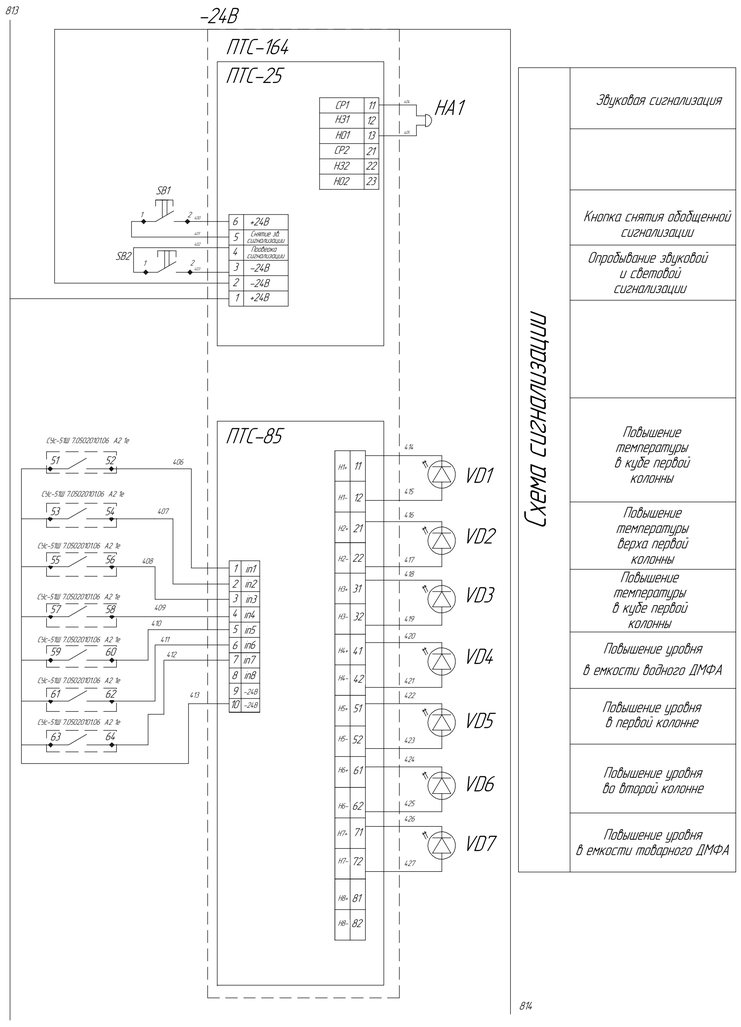
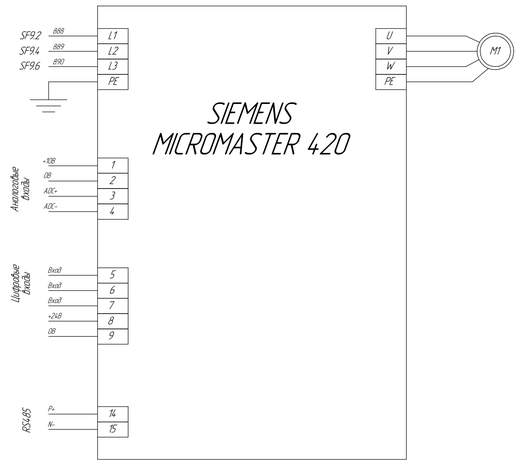


Схема сигнализации	
	Звуковая сигнализация
	Кнопка снятия обобщенной сигнализации
	Опробывание звуковой и световой сигнализации
	Повышение температуры в кубе первой колонны
	Повышение температуры верха первой колонны
	Повышение температуры в кубе первой колонны
	Повышение уровня в емкости водного ДМФА
	Повышение уровня в первой колонне
	Повышение уровня во второй колонне
	Повышение уровня в емкости товарного ДМФА



Управление двигателями М2. М3. М4. М5 осуществляется аналогично

Позиция	Обозначение	Кол-во	Примечание
SF1	Автоматический выключатель ABB SH203, кол-во полюсов 3	1	
	Iном=32А, Uном=380В		
SF2–SF8	Автоматический выключатель ABB S201,Iном=2А, Uном=230В	7	
SF9–SF13	Автоматический выключатель ABB SH203, кол-во полюсов 3	5	
	Iном=16А, Uном=380В		
VD1–VD7	Лампа сигнальная светодиодная, цвет красный	7	
	Pном=2,6Вт,Uном=24В, степень защиты IP67, 8LM2TIL224		
TV1	Трансформатор понижающий ОСМ1-0,1, U1=220В, U2=36В	1	
	P=320Вт		
SB1–SB2	Кнопка с подсветкой красная 100mA, Uном=24В 8LM2T QL104	2	
XS1	Штепсельная розетка РШ-К-2-С0-2-6/10/220 U=36В	1	
ОВЕН БП120	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного	1	
	тока 24В, 120Вт		
ОВЕН БП30	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного	1	
	тока 24В, 30Вт одноканальный		
ОВЕН БП14	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного	4	
	тока 24В, 14Вт многоканальный		
ИСКРА-АТ	Барьер искрозащиты ОВЕН ИСКРА с выходным сигналом	14	
	тока 0..5 мА, 0(4)..20 мА		
ПТС164	Прибор технической сигнализации. 16дискретных входов 8	1	
	Uном=24В		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУЭ-51Ш 6.151.00.01.14.33			
Разраб.		Хоменко М.В.			Система управления технологическим процессом ректификации водного раствора диметилформамида. Схема электрическая принципиальная	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Моэзк Е.Н.						
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.					Схема электрическая принципиальная	ШИ СумГУ		
Утв.		Худолей Г.М.						

Копировал Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.