

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Шосткинський інститут

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Георгій Худолей
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

10 Червня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»,
(код та назва)

освітньо-професійної програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології
та робототехніка»
(назва програми)

на тему:

Система управління технологічною установкою розподілу газу конденсаційно-ректифікаційним методом

Здобувача (ки) групи СУЗ-01ш Козар Ілля Володимирович

(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Козар Ілля

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник _____ Олександр Андрусенко

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант _____ Павло Пата

(посада, науковий ступінь, вчене звання Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Козар Ілля Володимирович. Система управління технологічною установкою розподілу газу конденсаційно-ректифікаційним методом. Кваліфікаційна робота. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2024 рік.

Кваліфікаційна робота містить 54 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 28 рисунків, 5 таблиць; 2 креслень; 4 демонстраційних плакатів.

Робота присвячена розробці системі управління технологічною установкою розподілу газу конденсаційно-ректифікаційним методом. Автоматизація дозволяє зменшити потреби в кількості людських втручань в технологічний процес і зробити процес більш адаптивним до збурюючих дій, які можуть виникнути в процесі роботи обладнання. Розробка системи управління даного технологічного процесу забезпечує управління великими потужними агрегатами в якому людські зусилля зводяться до налаштування та налагодження автоматичних пристроїв управління і регулювання.

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

SUMMARY

Kozar Ilya. Control system of the technological installation of gas distribution by the condensation-rectification method.. Qualification work. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2024 year.

Qualification work is contained by 54 leaves of explaining message, taking into account 28 pictures, 5 tables; designer document which contains 2 drafts; 4 demonstration poster.

The work is devoted to the development of a control system for a technological installation of gas distribution using the condensation-rectification method. Automation allows you to reduce the need for human intervention in the technological process and make the process more adaptive to disruptive actions that may occur during the operation of the equipment. The development of the control system of this technological process ensures the control of large powerful units in which human efforts are reduced to the setting and adjustment of automatic control and regulation devices.

Keywords: process control system that regulates the microprocessor controller, the control algorithm, the adjustable parameter.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри системотехніки та
інформаційних технологій

_____ Г. М. Худолей
« 16 » квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на бакалаврську роботу

студент

Козар Ілля Володимирович

1. Тема проекту Система управління технологічною установкою розподілу газу
конденсаційно-ректифікаційним методом

Затверджено наказом директора інституту
№ 24-ОД від « 15 » квітня 2024 р.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи «17» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до виконання роботи:

__ - завдання кафедри _____

4. Зміст пояснювальної записки:

4.1 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління.

4.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокування.

4.3 Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту та алгоритмів управління.

4.4 Розрахункова частина.

4.5 Охорона праці

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1. Функціональна схема автоматизації.

5.2 Електрична схема

7. Календарний план:

№ етапу	Зміст етапу роботи	Строк виконання (початок-кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Підбір та аналіз джерел інформації. Відбір аналогів та прототипів Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта керування.	24.04.2024 - 29.04.2024
2	Вибір каналів управління, сигналізації та блокування. Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту, вибір алгоритмів управління. Схема автоматизації функціональна. Схеми електричні сигналізації.	30.04.2024 - 06.05.2024
3	Виконання розрахункової частини.	07.05.2024- 11.05.2024
4	Технічне оформлення роботи. Здача роботи керівнику.	12.05.2024 - 15.06.2024

8. Дата видачі завдання 17 квітня 2024 року.

Керівник роботи _____ викладач, к.т.н. _____ Андрусенко О.О.
вчені ступень та звання, посада Підпис Прізвище І.П.

Завдання до виконання прийняв:

Студент групи СУз - 01ш _____ Козар І.В.
Підпис Прізвище І.П.

ЗМІСТ

Перелік скорочень та умовних позначень.....	3
Вступ.....	4
1. Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління	5
2. Вибір каналів управління, сигналізації та блокування	9
3. Вибір сучасних засобів автоматизації.....	14
4. Розрахункова частина.....	35
5. Охорона праці.....	45
Висновки.....	53
Список використаних джерел.....	54

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ ТП - автоматизована системи управління технологічними процесами

SCADA - системи диспетчерського управління та збору даних

ПАК - програмно-апаратні комплекси

НKK - низькокиплячий компонент

ВKK - висококиплячий компонент

РК – Ректифікаційна колона

ОК – Оцтова кислота

УПЗ - ультразвуковий перетворювач

ПЛК - Програмований логічний контролер

LAD - Ladder diagram

FBD - Function block diagram

ST - Structured text

SCL – Structured control language

П – Пропорційні

ПІ - Пропорційно-інтегральні

ПІД - пропорційно-інтегрально-диференціальні

САУ - Системі автоматичного управління

АЧХ - Амплітудно-фазова характеристика

ОЗЗ - Особисті Захисні Засоби

ВСТУП

Конденсаційно-ректифікаційний метод розподілу газу— один із найважливіших і найефективніших способів поділу й очищення газових сумішей у нафтогазовій галузі. Завдяки різниці в температурах кипіння, цей процес дозволяє з точністю виділяти окремі компоненти газової суміші.

Енергозберігаючі технології радикально скорочують споживання енергії та витрати на виробництво. Використання високоефективних теплообмінників і компресорів зменшує енергетичні втрати, а оптимізація процесів через моделювання, як симуляція ректифікаційних колон, відкриває можливості для зниження витрат на енергію.

Екологічні технології, що мінімізують викиди шкідливих речовин, мають значний вплив на зменшення екологічного впливу. Використання екологічно чистих технологій та матеріалів допомагає суттєво зменшити негативний вплив на довкілля.

Автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСУ ТП) значно підвищують швидкість і точність виконання завдань, мінімізуючи участь людини в рутинних операціях. Сучасні системи моніторингу якості на всіх етапах виробничого процесу дозволяють виявляти та усувати відхилення в реальному часі.

Приклади сучасних методів та засобів автоматизації включають ПАК, АСУ ТП, SCADA. АСУ ТП є більш ефективною та надійною для комплексного управління технологічними процесами, хоча може вимагати більше зусиль для налаштування та обслуговування. Вона ідеально підходить для детального управління та оптимізації процесів, де потрібен високий рівень точності та інтеграції.

Впровадження сучасних принципів управління і заміна старих засобів автоматизації на новітні технології — це ключ до підвищення ритмічності роботи, покращення якості регулювання основних технологічних параметрів і зменшення відхилень від норм технологічного регламенту. Це підвищує ефективність та надійність виробничих процесів, забезпечуючи відповідність сучасним вимогам безпеки та екологічності.

Завданням цього проекту є вирішення кола питань, пов'язаних з розробкою, проектуванням, модернізацією тощо побудовою системи управління технологічною установкою розподілу газу конденсаційно-ректифікаційним методом. Робота виконується на

основі завдання кафедри системотехніки та інформаційних технологій Шосткинського інституту СумДУ.

Основний зміст роботи викладено у п'яти розділах, де представлені виконані аналізи, зроблені розрахунки, розроблені схеми, підібрані сучасні системи контролю, управління та заходи безпеки.

1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

1.1 Опис технологічної схеми установки

Ректифікаційні установки можна розділити на дві категорії в залежності від їхнього принципу дії: періодичні та безперервні. У безперервних установках суміш розділяється протягом роботи колони, а отримані продукти виводяться безперервно. У періодичних установках суміш завантажується в куб, а ректифікація проводиться до досягнення потрібного складу продуктів. На рисунку 1.1 зображена технологічна схема безперервної ректифікаційної установки для розділення суміші бензолу та оцтової кислоти.

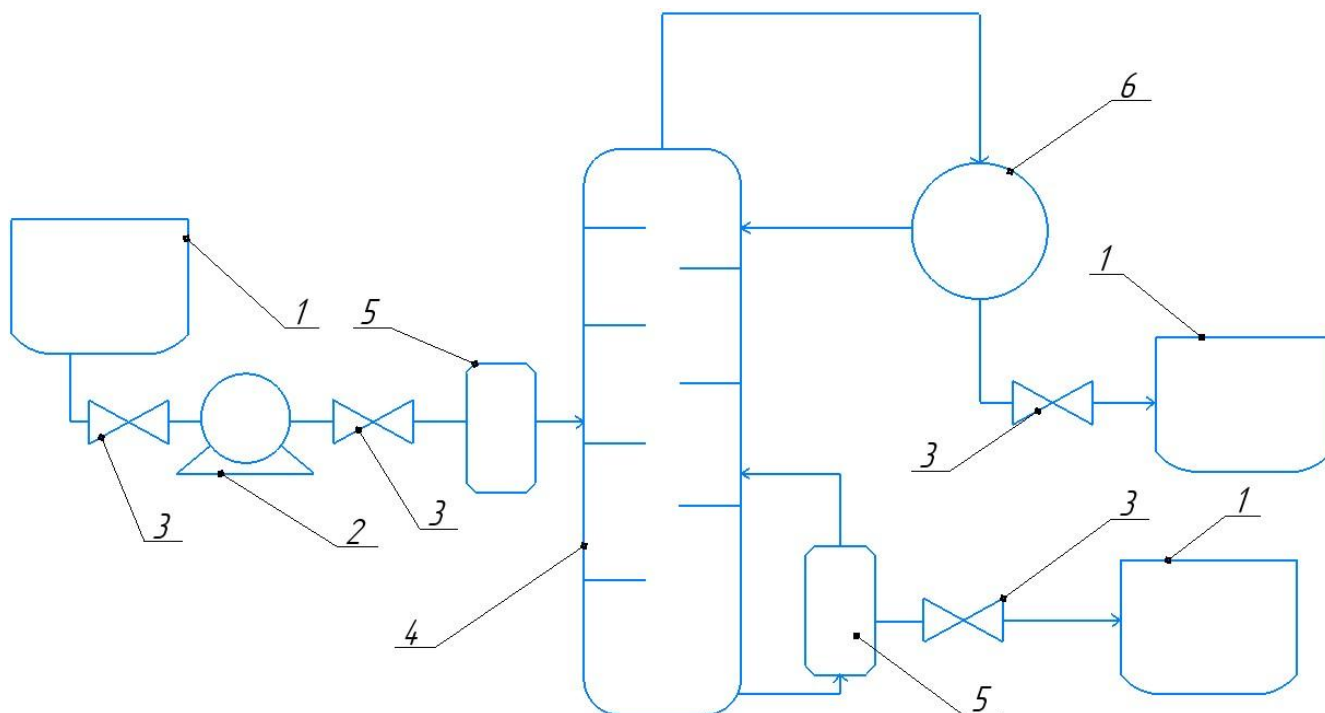


Рисунок 1 – Технологічна схема ректифікаційної установки: 1. – ємність;

2. – насос; 3 – вентиль; 4. – ректифікаційна колона;

5. – підігрівач; 6. – конденсатор

Принцип роботи цієї установки полягає в наступному способі функціонування. Бінарна суміш бензолу та оцтової кислоти, яка знаходиться у ємності 1, подається за допомогою насосу 2 в теплообмінник-підігрівач 5. Тут вона нагрівається до температури кипіння бензолу - 80,1 °С та подається до ректифікаційної колони 4 яка має верхню (зміцнюючу) та нижню (вичерпну) частини. Склад рідини на тарілці живлення відповідає початковому складу суміші. У процесі розділення суміші у нижній частині колони виділяється кубовий залишок (оцтова кислота), який направляється до споживача. Частина цього залишку відбирається з нижньої частини колони і подається у підігрівач 5, де за допомогою тепла насиченої водяної пари відбувається його кипіння та утворення парів. Ці пари повертаються до колони під її нижню тарілку у вигляді парового зрошення, а оцтова кислота відбирається.

У верхній частині колони пари збагачуються через послідовний контакт з флегмою, що стікає вниз відверху, на масообмінних тарілках. Пари, які відводяться з верхньої частини колони, пройшовши через дефлегматор 6, конденсуються в міжтрубному просторі апарату, завдяки теплу, що передається холодоагенту, що циркулює у трубчастих каналах. Частина утвореного конденсату відбирається та повертається у вигляді флегми до колони для зволоження її верхньої частини а бензол відбирається.

1.2 Теоретичні основи процесу

Ректифікація полягає у взаємодії двох нерівноважних фаз – рідини та пари, що утворюється з цієї рідини. Через багаторазове повторення цих процесів парова фаза в колоні стає більш концентрованою з НКК, і майже чисті пари НКК відводяться з верхньої частини колони. У той же час рідка фаза, що просочується вниз по колоні, збагачується ВКК, і знизу апарату виводиться практично чистий ВКК.

У ректифікаційному процесі використовуються спеціальні колони, де пари та рідина переміщуються у протилежних напрямках: пари йдуть вгору, а рідина стікає вниз, на зустріч парі. Цей процес призводить до масового обміну між рідиною та паром. Пари, які піднімаються, насичуються легкими компонентами, тоді як рідина у верхній частині колони стає менш легколеткою.

В результаті пара, що виходить з верхньої частини колони, містить переважно легкі

компоненти, які конденсуються в якості готового продукту - дистилляту. З нижньої частини колони виходить менш важколеткий компонент, відомий як кубовий залишок. Цей кубовий залишок, так само, як і дистиллят, може бути кінцевим результатом процесу. Флегмою називається рідина, яка подається на зрошення колони.

Для створення парів у нижній частині колони використовуються гріючі елементи або теплообмінники-випарники, через які подається необхідна теплова енергія. Зазвичай для цього використовується гаряча водяна пара.

Для здійснення цього процесу використовується тарільчаста ректифікаційна колона. У таких колонах тарілки можна розглядати як елементи, де одночасно відбуваються теплообмінні процеси (конденсація парів і випаровування рідини), а також масообмінні процеси між паровою і рідкою фазами.

При обчисленнях для ректифікаційних колон зручно користуватися молярними величинами для визначення кількості та складу фаз. Таким чином, можна припускати, що під час конденсації n кмоль пари випаровується n кмоль легколеткого компонента з рідини, що дозволяє розглядати кількість фаз по всій висоті колони як постійну.

Процеси ректифікації можуть здійснюватися періодично або безперервно за різних тисків, включаючи атмосферний тиск, вакуум або тиск, що перевищує атмосферний. Використання тиску, що перевищує атмосферний, відбувається у випадках, коли розділяється суміш, яка при атмосферному тиску перебуває у газоподібному стані. Ректифікацію під вакуумом застосовують для розділення висококиплячих сумішей.

Процеси випаровування рідини та конденсації пари повторюються на спеціальних контактних пристроях, які розташовані у вертикальних колонних апаратах. У ректифікаційних установках в основному використовуються два типи апаратів: насадкові та тарільчасті ректифікаційні колони.

Тарільчасті колони використовуються для великих обсягів виробництва, мають широкий діапазон змін навантажень за парою та рідиною, і можуть забезпечити ефективний поділ сумішей. Недоліком таких апаратів є високий гідравлічний опір, але в умовах ректифікації це не має вирішального значення. Підвищення гідравлічного опору призводить лише до незначного підвищення тиску і, відповідно, до зростання температури кипіння рідини в кип'ятильнику колони.

Ціль розрахунку ректифікаційної колони полягає у визначенні температури процесу та кількості відведеного тепла, виборі швидкості пари, типу насадки (для насадкових колон) і типу тарілок (для тарільчастих колон), а також у визначенні розмірів та гідравлічного опору апарата.

При плануванні ректифікаційних систем, де пара викидається у атмосферу, важливо враховувати аспекти екологічної безпеки. Концентрація поглинаючого компонента у

паровій фазі на виході з колони повинна залишатися в межах гранично допустимих значень.

1.3 Схема матеріально-інформаційних потоків

Базуючись на описі технологічного процесу, створюємо діаграму, що відображає рух матеріально-інформаційних потоків, як показано на рисунку. 1.2

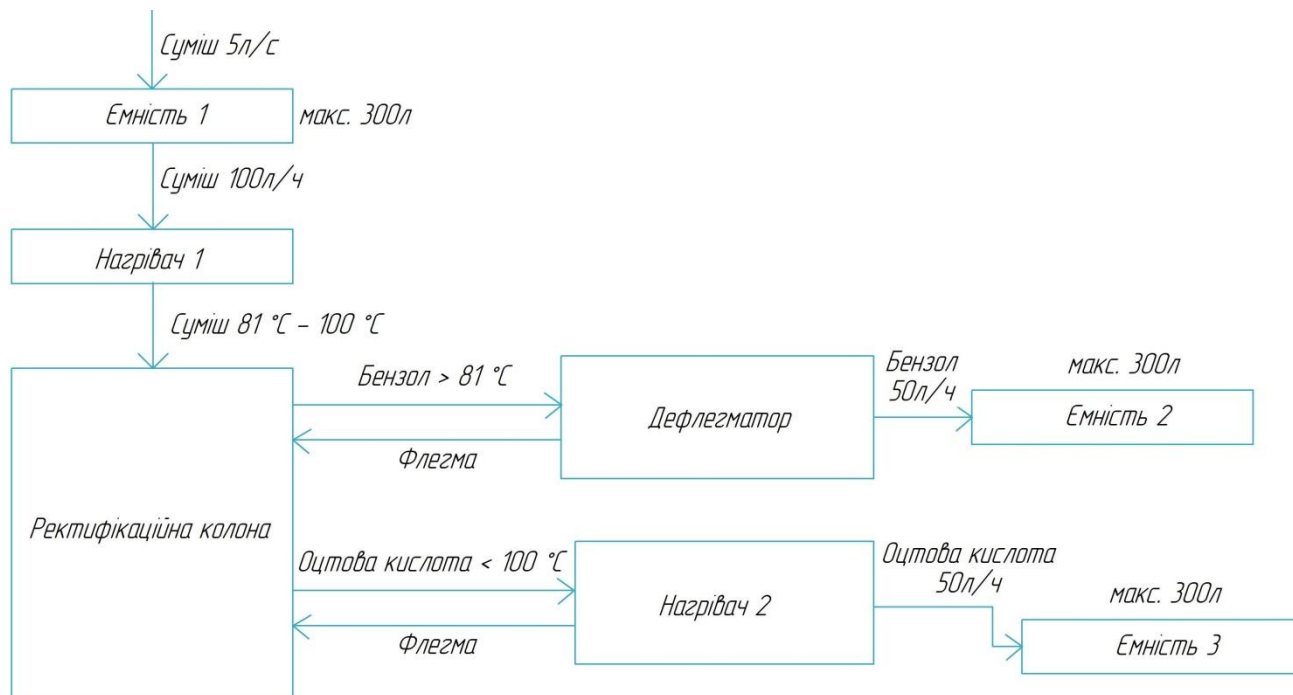


Рисунок 2 – Схема руху матеріально-інформаційних потоків

1.4 Список параметрів для сигналізації, контролю та управління.

Параметр	Точка технологічного процесу	Процес контролю	Значення вимірюваної величини	Допустима похибка вимірювань
Витрата	Подача суміші до ємності 1	Контроль управління реєстрація	5 л/с	3%
Рівень	Ємність 1	Контроль сигналізація	<300л	5%

Витрата	Подача суміші до нагрівача 1	Контроль	100 л/ч	1%
Температура	Подача суміші до РК	Контроль Сигналізація Реєстрація	81°C – 100 °C	5%
Температура	Верхня частина РК	Контроль	>81°C	10%
Витрата	Бензол з дефлегматора	Контроль Реєстрація	50л/ч	1%
Рівень	Ємність 2	Контроль Управління Сигналізація	<300л	5%
Температура	Нижня частина РК	Контроль	<100°C	10%
Витрата	ОК з нагрівача 2	Контроль Реєстрація	50л/ч	1%
Рівень	Ємність 3	Контроль Управління Сигналізація	<90%	5%

2. ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

2.1 Канали контролю і управління

2.1.1 Витрата суміші що поступає до першої ємності

Для урахування та контролю продуктивності установки та кількості суміші що поступає у

першу ємність встановлено датчик витрати.

2.1.2 Рівень суміші в першій ємності

Для запобігання переповнення першої ємності встановлено датчик рівня та через управління вентелем регулюється кількість суміші в ємності.

2.1.3 Витрата суміші що поступає до першого нагрівача

З метою контролю продуктивності установки встановлено датчик витрати та систему управління насосом, щоб регулювати обсяг суміші, що надходить до першого нагрівача.

2.1.4 Температура у першому нагрівачі

Для контролю температури в першому нагрівачі використовується термопара, а регулювання температури здійснюється шляхом подачі водяної пари через труби які проходять через нагрівач.

2.1.5 Температура в колоні

Щоб стежити за температурою в першій колонні та переконатися, що процес відбувається відповідно до технології, була встановлена термопара.

2.1.6 Температура в конденсаторі

Для контролю температури в конденсаторі застосовується термопара, а регулювання температури відбувається шляхом подачі води для охолодження через труби що проходять через конденсатор.

2.1.7 Витрата бензолу що поступає до другої ємності

Для врахування, моніторингу продуктивності установки та кількості бензолу, яка потрапляє у другу ємність, встановлено датчик витрати.

2.1.8 Рівень бензолу во второй ємності

Для уникнення переповнення другої ємності був встановлений датчик рівня, і через

управління вентилем регулюється кількість бензолу в ємності.

2.1.9 Температура во второму нагрівачі

Для контролю температури в другому нагрівачі використовується термопара, а регулювання температури здійснюється шляхом подачі водяної пари через труби які проходять через нагрівач.

2.1.10 Витрата оцтової кислоти що поступає до третьої ємності

Для відстеження та регулювання ефективності устаткування та обсягу бензолу, що надходить до третьої ємності, використовується датчик витрати.

2.1.11 Рівень бензолу в третій ємності

Щоб уникнути переповнення третьої ємності, був встановлений датчик рівня, і кількість бензолу в ємності регулюється через управління вентилем.

2.2 Контури управління

2.2.1 Контур управління рівнем

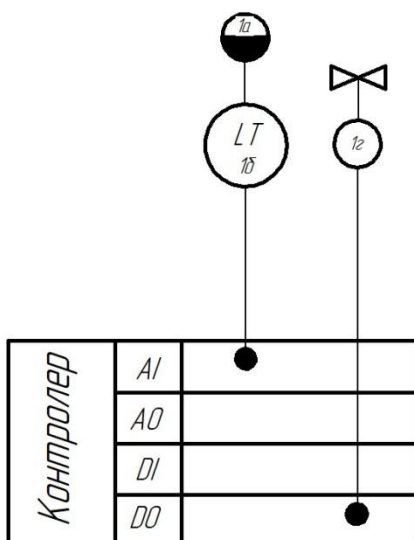


Рисунок 3 – Контур управління рівнем

Для управління рівнем в контурі електрод передає зміну рівня через електричний аналоговий сигнал 4...20мА на мікропроцесорний регулятор, сигнал перетворюється та передається на клапан.

2.2.2 Контур управління температурою

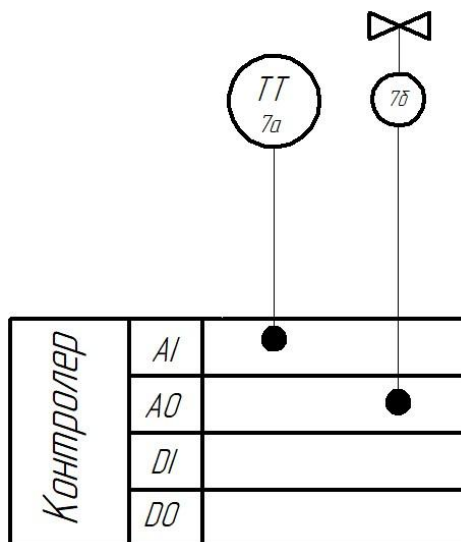


Рисунок 4 – Контур управління температурою

Для регулювання температури в системі термоперетворювач опору використовується для передачі зміни температури через електричний аналоговий сигнал у діапазоні 4...20 мА на мікропроцесорний регулятор, який перетворює сигнал і передає його до клапана.

2.2.3 Контур контролю рівня

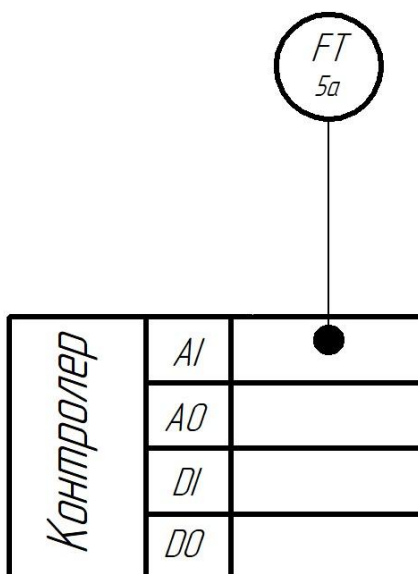


Рисунок 5 – Контур контролю рівня

Для моніторингу витрати використовується витратомір, який реєструє витрату та генерує електричний аналоговий сигнал у діапазоні від 4 до 20 мА. Цей сигнал передається до мікропроцесорного регулятора, який його перетворює та передає на панель оператора.

2.2.4 Контур контролю температури

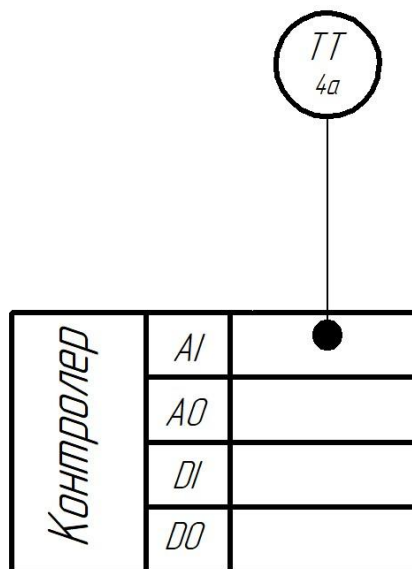


Рисунок 5 - Контур контролю температури

Контроль температури в контурі здійснюється таким чином: термоперетворювач опору сприяє зміни в температурі та генерує електричний аналоговий сигнал у діапазоні від 4 до 20 мА. Цей сигнал передається до мікропроцесорного регулятора, який його конвертує та відправляє на панель оператора.

2.2.5 Контур управління насосами

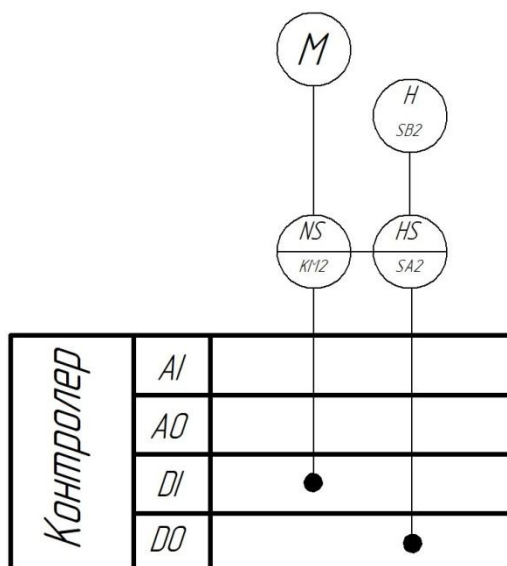


Рисунок 6 - Контур управління насосами

У сфері керування насосами використовуються загальнопризначені перемикачі, магнітні стартери і кнопки.

Відповідно до структурної схеми управління технологічною установкою розподілу газу конденсаційно-ректифікаційним методом та розглянутих контурів контролю та керування, розроблено функціональну схему автоматизації системи управління розподілу газу конденсаційно-ректифікаційним методом. (СУЗ-01ш.151.04.А2)

2.3 Аналіз системи сигналізації та блокування

Схема сигналізації має три основні функції: тестування, активацію та вимкнення.

Для перевірки працездатності сигналізації необхідно окремо протестувати звуковий та світловий компоненти.

Для перевірки звукової сигналізації потрібно натиснути кнопку SB16, яка замкне контакт і активує звуковий сигнал. Для перевірки світлової сигналізації потрібно натиснути кнопку SB17, яка замкне контакт і струм піде на лампу HL1 через контакт KV1.4, на лампу HL2 через контакт KV2.4, на лампу HL3 через контакт KV3.4, на лампу HL4 через контакт KV4.4, на лампу HL5 через контакт KV5.4 та на лампу HL6 через контакт KV6.4.

Сигналізація спрацьовує, коли параметри відхиляються від норми наступним чином:

Якщо рівень в ємності 1 перевищує норму, контакт 1б замикається і струм активує реле KV1, яке замикає контакт KV1.3, вмикаючи лампу HL1, та контакт KV1.2, вмикаючи звукову сигналізацію НА. Якщо рівень в ємності 2 перевищує норму, контакт 2б замикається і струм активує реле KV2, яке замикає контакт KV2.3, вмикаючи лампу HL2, та контакт KV2.2, вмикаючи звукову сигналізацію НА. Якщо рівень в ємності 3 перевищує норму, контакт 3б замикається і струм активує реле KV3, яке замикає контакт KV3.3, вмикаючи лампу HL3, та контакт KV3.2, вмикаючи звукову сигналізацію НА. Якщо температура в колоні відхиляється від норми, контакт 4б замикається і струм активує реле KV4, яке замикає контакт KV4.3, вмикаючи лампу HL4, та контакт KV4.2, вмикаючи звукову сигналізацію НА.

3. ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

При автоматизації обирається оптимальне рішення: використання централізованої системи контролю та управління. Для цього потрібно підбрати відповідні технічні засоби автоматизації, прилади контролю, індикації та реєстрації. Наші головні критерії відбору цих засобів – їх надійність та стандартизованість. Розраховуємо, що навіть мінімальна кількість таких засобів забезпечить стабільну та безперебійну роботу обладнання.

4.1 Вибір датчиків

Згідно з розглянутими варіантами контурів регулювання, контролю та сигналізації, для їх впровадження потрібні датчики витрати, рівня та температури.

4.1.1 Вибір датчиків витрати

Витратомір — це пристрій, що допомагає вимірювати потік рідини чи газу через певну область. Основні складові витратоміра складаються з датчика, сигнального процесора та передавача. Через те, що різні витратоміри вимірюють потік на основі різних фізичних характеристик, їх часто називають за цією характеристикою. Наприклад, якщо витратомір використовує для вимірювання акустичні хвилі, його можуть називати акустичним витратоміром. Якщо ж він використовує електромагнітні поля, його називають електромагнітним витратоміром.

Ультразвуковий датчик витрати Belimo FM015R-SZ



Рисунок 7 - Belimo FM015R-SZ

Призначені для вимірювання об'єму рідких середовищ, ідеально підходять для систем кондиціонування, опалення, вентиляції та промислових систем. Два УПЗ виконують функції генератора та приймача сигналів, вони також можуть бути застосовані як у технологічних процесах, так і в обліково-розрахункових операціях житлово-комунального господарства. Ультразвуковий витратомір складається з витратної трубки, двох датчиків витрати та електронного блоку.

Основні характеристики:

- Номінальна напруга - 24 В
- Зворотний сигнал - від 0.5 до 10 В
- Вимагає під'єднання через ізольований трансформатор;
- Пристрій містить електричні та електронні компоненти та не має утилізуватися як побутові відходи;
- Необхідно забезпечити підтримку постійного температурного режиму оточення;
- Рекомендовано встановлювати обладнання на зворотному трубопроводі.

Ультразвуковий витратомір рідин GE AquaTrans AT600



Рисунок 8 - GE AquaTrans AT600

Два УПЗ виконують ролі генератора та приймача сигналів. Вони звуково зв'язані один з одним таким чином, що другий перетворювач може приймати ультразвукові сигнали, відправлені першим, і навпаки. Під час роботи кожен з ультразвукових перетворювачів функціонує як генератор, що передає певну кількість акустичних імпульсів, і як приймач, що отримує ідентичну кількість імпульсів.

Електроживлення - від 85 до 265 В змінного; від 12 до 28 В постійного

Потужність – від 5 до 10В

Робоча температура - від -20 до 55°C

Температура зберігання - від -40 до 70°C

Виходи - від 4 до 20 мА

Висновки

Belimo FM015R-SZ:

Переваги: Відомий бренд, можливість вимірювання об'ємного та масового потоку, висока точність, низький рівень зносу, компактні розміри.

Недоліки: Висока вартість, можливість впливу зовнішніх факторів на вимірювання, обмежений діапазон робочих температур і тиску.

GE AquaTrans AT600:

Переваги: Відомий бренд, висока надійність, стійкість до зовнішніх впливів, можливість роботи при широкому діапазоні температур і тиску.

Недоліки: Можливість вимірювати лише об'ємний потік, менша точність порівняно з Belimo FM015R-SZ, більші розміри.

4.1.2 Вибір датчиків температури

Промислові датчики температури представляють собою різноманітні пристрої, які використовуються для вимірювання температури в промислових умовах. Ці датчики володіють багатьма характеристиками, що робить їх незамінними у складних виробничих середовищах. Вони забезпечують надійність завдяки використанню високоякісних матеріалів та сучасних технологій, що дозволяє їм функціонувати безперебійно протягом тривалого часу.

Термоперетворювач опору Danfoss MBT 3560



Рисунок 9 - Danfoss MBT 3560

Термодатчик MBT 3560 із вбудованим перетворювачем призначений для використання в жорстких умовах і використовується для вимірювання температури у різних сферах промисловості, де важлива надійність і точність вимірювань.

Температура середовища – від 50 до 200°C
Температура електронного блоку - від 40 до 85°C
Температура транспортування - від 50 до 85°C
Максимальний тиск середовища - 100 бар
Корпус головки Алюміній
Довжина занурювальної частини – від 50 до 250 мм
Довжина зовнішньої частини - 0 або 33 мм

Термоперетворювач опору ОВЕН ДТС045М



Рисунок 10 - ОВЕН ДТС045М

Термопари зі стандартним струмовим виходом 4...20 мА використовуються для створення надійних ліній зв'язку, захищених від перешкод, довжиною до 800 метрів. Надійність зв'язку забезпечується мінімальним впливом електромагнітних перешкод на сигнали струму. Крім того, використання термопар зі струмовим виходом дозволяє використовувати звичайні двожильні провідники замість спеціальних термокомпенсуючих провідників.

Номинальне значення напруги живлення - 24 В

Діапазон допустимої напруги живлення – від 12 до 36 В

Максимальна потужність - 0,8 Вт

Діапазон вихідного струму перетворювача – від 4 до 20 мА

Нелінійність перетворення $\pm 0,2\%$

Розрядність цифро-аналогового перетворювача - 12 бітів

Висновки

Danfoss MBT 3560:

- Переваги:

Вбудований перетворювач: Має вбудований перетворювач сигналу, що спрощує підключення до систем контролю.

Стабільність і точність: Відомий своєю стабільністю та точністю вимірювань.

Надійність: Danfoss - відомий виробник, і його продукція відома своєю надійністю.

- Недоліки:

Вища ціна: Може бути дорожчим у порівнянні з аналогічними моделями від інших виробників.

Менша гнучкість в підключенні: Може бути менш гнучким у виборі додаткових компонентів для системи контролю.

ОВЕН ДТС045М:

- Переваги:

Висока точність: ОВЕН ДТС045М також відомий своєю високою точністю вимірювань.

Недорогий варіант: Може бути менш коштовним в порівнянні з аналогічними моделями від інших виробників.

Гнучкість в підключенні: Зазвичай може працювати з різними типами зв'язку і системами.

-Недоліки:

Відсутність вбудованого перетворювача: Деякі моделі можуть потребувати зовнішнього перетворювача сигналу.

Можливість меншої надійності: В порівнянні з відомими брендами, навіть якщо це не завжди так.

4.1.3 Вибір датчиків рівня

Забезпечення ефективної та безпечної роботи обладнання при виборі датчика рівня вимагає системного підходу, який враховує як технічні, так і організаційні аспекти безпеки. При виборі датчика рівня для промисловості важливо враховувати кілька критеріїв: тип рідини або матеріалу, умови експлуатації, точність та роздільна здатність, монтажні можливості, метод вимірювання, надійність та тривалість служби, вартість та економічність. Обираючи датчик рівня для промислового застосування важливо урахувати всі ці критерії та вибрати найкращий варіант.

Поплавковий датчик рівня Ayvaz AU-22



Рисунок 11 - Ayvaz AU-22

Магнітно-поплавцеві датчики рівня є популярними в промисловості завдяки своїй простоті та надійності. Вони використовують принцип магнітної взаємодії для вимірювання рівня рідини у резервуарах та є ефективними для багатьох застосувань.

У цьому пристрої, поплавок із нержавіючої сталі рухається всередині нержавіючої трубки, яка містить чутливі елементи - чотири різних геркона (магнітні перемикачі). Поплавок здійснює лінійні рухи вздовж трубки відповідно до зміни рівня рідини. Через вплив постійного магніту, який є частиною поплавка, герконою реагують на ці рухи, допомагаючи виміряти рівень рідини.

- Напруга живлення 24 В
- Контакти: 3 реле вкл./викл.
- Перше реле: керування сигналізацією низького рівня;
- Друге реле: керування насосами або електромагнітними клапанами;

- Третє реле: керування високим рівнем сигналу тривоги.
- Трубка із нержавіючої сталі.
- Поплавець: нержавіюча сталь.
- З'єднання: фланцеве або різьбове
- Максимальний тиск: до 16 бар.

Максимальна робоча температура: 125 °С.

Поплавковий датчик рівня FineTek FC/FD



Рисунок 12 - FineTek FC/FD

У трубці зроблені вбудовані геркони з нержавіючої сталі або пластика. Поплавець, що рухається вздовж цієї трубки за допомогою виштовхуючої сили рідини, містить у собі тороїдальний постійний магніт.

Коли магніт досягає рівня, на якому знаходиться геркон, магнітне поле змінює стан контакту геркона, відкриваючи або закриваючи його. Ці зміни можуть бути виміряні та введені в зовнішню систему управління рівнем рідини.

Один сигналізатор рівня може вимірювати декілька точок рівня рідини, що є економічно вигіднішим, ніж встановлення кількох датчиків рівня, які працюють лише з однією точкою рівня.

Герконові контакти працюють без потреби у зовнішньому джерелі живлення.

Кожен геркон розрахований на 2 мільйони циклів включення.

Ступінь захисту корпусу датчика становить IP65.

Пристрої доступні у різних виконаннях, включаючи нержавіючу сталь, а також пластикові матеріали PVDF, PP, PVC, які відповідають вимогам стійкості до кислот і

розчинників.

Пристрої з нержавіючої сталі можуть використовуватися в умовах високих тисків і температур.

Робочий тиск становить 10~30 кг/см² для нержавіючої сталі і 3~4 кг/см² для пластику.

Температурний діапазон вимірювання рідини становить від -20 до 200°C для нержавіючої сталі і від -20 до 120°C для пластику.

Максимальна кількість поплавців на одному стрижні датчика - 4.

Матеріал клемної коробки може бути вибраним з алюмінію, пластику, нержавіючої сталі або вибухозахищених виконань відповідно до побажань замовника.

Висновки

Поплавкові датчики рівня Ауваз АU-22:

- Переваги:

Широкий діапазон вимірювання: Датчики рівня АU-22 можуть вимірювати рівень рідини в широкому діапазоні, що робить їх універсальними для різних умов.

Надійність в роботі: Виготовлені з високоякісних матеріалів і мають стійкі герметичні корпуси, що забезпечує їх довговічність і надійність у роботі.

Економічність: Можливість вимірювати декілька точок рівня одним датчиком дозволяє зекономити кошти на обладнанні.

- Недоліки:

Обмеженість в конфігураціях: Можливість вимірювати лише до 4 точок на одному стрижні обмежує їх застосування в деяких складних системах.

Температурні обмеження: Деякі моделі можуть мати обмеження на температурний діапазон, що може знизити їх ефективність в певних умовах.

Поплавкові датчики рівня FineTek FC/FD:

- Переваги:

Різноманітність моделей: FineTek пропонує широкий вибір моделей з різними характеристиками, що дозволяє підібрати датчик для різних умов.

Висока якість виготовлення: Відомі своєю високою якістю, що гарантує надійну роботу протягом тривалого часу.

Можливість роботи при високому тиску: Деякі моделі можуть працювати при високому тиску, що розширює їхнє застосування в промислових умовах.

- Недоліки:

Обмежена кількість точок вимірювання: Деякі моделі можуть обмежуватися в можливості вимірювати тільки одну точку рівня, що може бути не ефективним для деяких застосувань, де необхідно вимірювати кілька точок.

Можливість корозії: Залежно від матеріалу, можливість корозії може вплинути на тривалість роботи датчиків у певних умовах.

4.2 Вибір виконавчих механізмів

При виборі виконавчих механізмів для промисловості слід урахувати декілька ключових аспектів. Важливо розглянути вимоги конкретного процесу, включаючи функції, які механізм повинен виконувати, особливості середовища його роботи, величину навантаження, необхідну точність та швидкість операцій, а також економічні аспекти, такі як вартість покупки та обслуговування. Не менш важливою є сумісність механізму з іншими складовими системи та наявність запасу міцності та можливості резервування щоб забезпечити стабільну й безперебійну роботу процесу.

4.2.1 Вибір регулюючого клапану

Регулюючі клапани потрібно уважно оцінити з сумністю з параметрами середовища, такі як тиск, температура і хімічний склад. Крім того, варто розглянути матеріал клапану, його стійкість до агресивних середовищ і зносу. Важливо також врахувати точність і швидкість

регулювання, а також можливості обслуговування і надійності, щоб забезпечити ефективну роботу промислового процесу.

Двоходовий сідельний регулюючий клапан ADCATrol V16



Рисунок 13 - ADCATrol V16

Серія односідельних двоходових регулюючих клапанів, розроблених для простих технологічних процесів і промислового застосування з не критичними умовами експлуатації. Клапани можуть комплектуватися пневматичними, гідравлічними або електричними приводами для регулювання чи перекриття потоків.

Наявність направляючих по штоку та штифта.

Модульна конструкція для відповідності технологічним вимогам в залежності від області застосування.

Параболічна конструкція плунжера.

Кришка і плунжер клапана виготовлені з нержавіючої сталі.

Двоходовий сідельний регулюючий клапан BELIMO DN15



Рисунок 14 - BELIMO DN15

Клапан з лінійним приводом активується за допомогою електропривода. Електропривід регулюється стандартним аналоговим сигналом або за допомогою 3х-точкової схеми, і переміщує конус клапана - його основний робочий елемент - у відповідне положення, відповідно до сигналу керування

Температурний діапазон середовища становить від +5 °С до +150 °С.

Умовний тиск (PN) складає 16 кгс/см².

Амплітуда змін має розмір DN 15, і вимірюється умовним значенням (Sv), яке перевищує 50.

Величина утечки для коефіцієнта Kvs максимально складає 0,05% від його значення.

Допустимий перепад тиску для діаметрів DN 15 до DN 25 становить до $\Delta p_{\text{макс}} = 1000$ кПа.

Матеріал корпусу клапана - чавун GG 25.

Висновки

Двоходовий сідельний регулюючий клапан ADCATrol V16:

- Переваги:

Точність регулювання: ADCATrol V16 відомий своєю високою точністю регулювання, що дозволяє забезпечити стабільну роботу системи.

Надійність: Цей клапан має добру репутацію щодо надійності і тривалості роботи.

Широкий діапазон робочих параметрів: ADCATrol V16 може працювати в широкому діапазоні тиску та температури.

- Недоліки:

Вартість: Цей клапан може бути дещо дорожчим порівняно з іншими аналогами на ринку.

Складність налаштування: Налаштування ADCATrol V16 може вимагати певного рівня експертизи та досвіду.

Двоходовий сідельний регулюючий клапан BELIMO DN15:

- Переваги:

Ефективність: BELIMO DN15 відомий своєю ефективністю та продуктивністю у роботі.

Легкість установки: Цей клапан може бути відносно легко встановлений і налаштований.

Доступність: BELIMO DN15 може бути доступним за прийнятну ціну порівняно з іншими клапанами.

- Недоліки:

Точність регулювання: У порівнянні з ADCATrol V16, BELIMO DN15 може мати меншу точність регулювання.

Обмежений діапазон робочих параметрів: Деякі моделі можуть мати обмежені діапазони робочого тиску або температури.

4.3 Вибір контролера

Розуміння потреб в контролері включає в себе усвідомлення необхідних характеристик, таких як швидкість обробки, кількість введення/виведення, підтримка конкретних протоколів та інтерфейсів, і споживання енергії. Дослідження доступних контролерів, оцінка їх технічних характеристик та порівняння з вимогами є ключовим етапом. Важливо обирати контролер від надійного виробника з високоякісною підтримкою та стабільним наявним продуктом на ринку. Оцінка вартості контролера порівняно з його функціональними можливостями допомагає здійснити обґрунтований вибір. Також важливо враховувати, наскільки легко інтегрувати контролер у ваші проекти та доступність документації та ресурсів для розробки.

Сигнали	Кількість сигналів
Аналогові вхідні	11
Дискретні вхідні	1
Аналогові вихідні	3
Дискретні вихідні	4

4.3.1 Контролер ОВЕН ПЛК 160



Рисунок 15 - ОВЕН ПЛК 160

ОВЕН ПЛК 160 від української компанії "ОВЕН" є програмованим логічним контролером, призначеним для автоматизації процесів у промисловому середовищі. Цей продукт відомий завдяки своїй надійності та високій якості, і використовується в різних галузях промисловості.

ОВЕН ПЛК 160 має високу швидкість обробки, що дозволяє йому ефективно працювати в режимі реального часу. Він також відрізняється багатофункціональністю, підтримуючи різні типи введення/виведення і маючи розширювані можливості для адаптації до різних завдань.

Надійність є однією з ключових особливостей продукції компанії "ОВЕН", що робить ПЛК 160 стабільним рішенням для промислових застосувань. Легкість програмування завдяки зручному програмному забезпеченню дозволяє швидко налаштувати та програмувати контролер.

Розширені можливості зв'язку, такі як підтримка різних інтерфейсів, роблять його легко інтегрованим з іншими пристроями та системами.

Загалом, ОВЕН ПЛК 160 є потужним та надійним рішенням для автоматизації процесів у промисловості, що відповідає вимогам сучасних застосувань.

Живлення: змінний струм - 90В, або постійний струм - 29В

Споживана потужність - до 10 Вт

Дискретні входи контролера - 24В

Аналогові вхідні	8
Дискретні вхідні	16
Аналогові вихідні	4
Дискретні вихідні	12

4.3.1.1 Модуль введення аналогових сигналів ОВЕН МВ110-8А

Модуль МВ110-8А від компанії "ОВЕН" розроблено для збору та обробки аналогових сигналів у системах автоматизації та контролю. Виробляється цей пристрій в Україні саме компанією "ОВЕН", яка спеціалізується на створенні електронних пристроїв для автоматизації промислових процесів.

Модуль має вісім аналогових входів, що дозволяє зчитувати дані з восьми датчиків або інших джерел аналогових сигналів одночасно. Він призначений для отримання аналогових сигналів напруги, що означає вимірювання рівня напруги на підключених каналах. Можливість програмованого налаштування вхідного діапазону в межах технічних можливостей модуля, наприклад, від 0 до 10 В або від -10 до +10 В, також передбачена.

Модуль зазвичай має високу роздільну здатність, що дозволяє точно вимірювати значення аналогових сигналів з великою точністю. Також він може мати достатньо високу швидкодію для ефективного зчитування значень аналогових сигналів у реальному часі.

Щоб забезпечити зручний монтаж та підключення до системи автоматизації, модуль зазвичай оснащений зручними клемними роз'ємами.

У підсумку, модуль введення аналогових сигналів ОВЕН МВ110-8А є надійним та ефективним засобом для збору та обробки аналогових даних у промислових системах автоматизації.

Основні характеристики модуля швидкісного введення аналогових сигналів МВ110-8АС такі:

Восьмиканальний аналоговий ввід.

Підтримка уніфікованих типів вхідних сигналів: струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА) та

напруги (0-10 В).

Можливість вимірювання з частотою до 200 вибірок в секунду.

Живлення може бути здійснене від мережі з напругою ~220 В або від джерела з напругою 24 В, в залежності від модифікації.

Вбудоване джерело живлення для датчиків з напругою 24 В та струмом до 180 мА, що використовується у модифікації зі змінною напругою живлення.

4.3.1.2 Модуль виведення аналогових сигналів ОВЕН МВУ8-У

Модуль виведення аналогових сигналів ОВЕН МВУ8-У є продуктом української компанії "ОВЕН", створеним для передачі аналогових сигналів у системах автоматизації та контролю. МВУ8-У має вісім аналогових виходів, що дозволяє виводити аналогові сигнали на восьми різних виходах одночасно.

Цей модуль підтримує виведення аналогових сигналів струму (4-20 мА) або напруги (0-10 В), що робить його універсальним для різних застосувань. Він також зазвичай має високу роздільну здатність, що забезпечує точне виведення значень аналогових сигналів з великою точністю. Модуль може мати достатню швидкість для ефективного виведення аналогових сигналів у реальному часі, що є важливим для багатьох автоматизованих систем.

Зручні клемні роз'єми зазвичай забезпечують легкий монтаж та підключення до системи автоматизації. Узагальнено, Модуль виведення аналогових сигналів ОВЕН МВУ8-У є надійним та ефективним засобом для передачі аналогових сигналів у промислових системах автоматизації.

Основні характеристики модуля швидкісного виведення аналогових сигналів МУ110-8И наступні:

Модуль має вісім аналогових виходів, які дозволяють виводити сигнали у діапазоні від 0 до 10 В.

Для живлення модуля можна використовувати або напругу близько 220 В, або змінну напругу -24 В, що робить його універсальним у використанні.

4.3.2 Контролер SIMATIC S7-1200



Рисунок 16 - SIMATIC S7-1200

SIMATIC S7-1200 - це ряд програмованих контролерів, розроблених Siemens для автоматизації в промислових системах. Вони пропонують велику потужність та продуктивність, що дозволяє ефективно управляти різноманітними процесами в промисловому середовищі. Маючи модульну конструкцію, ці контролери дозволяють користувачам легко розширювати їх функціональність залежно від потреб конкретного застосування. Широкий вибір моделей з різними характеристиками дозволяє вибрати оптимальний контролер для конкретних завдань. Крім того, їхнє програмне забезпечення підтримує різні мови програмування, такі як LAD, FBD, ST та SCL, що робить їх простими у використанні для розробників.

SIMATIC S7-1200 також підтримує різні протоколи зв'язку, такі як PROFIBUS, PROFINET, Modbus, Ethernet, що забезпечує їхню сумісність з іншими промисловими пристроями та системами. Ці контролери легко інтегруються з іншими продуктами та системами Siemens, що створює єдиний екосистемний підхід до автоматизації. Все це робить SIMATIC S7-1200 потужною, ефективною та легко програмованою платформою для автоматизації промислових процесів, що широко використовується в різних галузях, таких як виробництво, автомобільна промисловість, будівництво та інші.

Живлення: змінний струм – 20.4 В або постійний струм - 28В.

Споживана потужність - до 8 Вт

Дискретні входи контролера - 24В

Аналогові вхідні	2
Дискретні вхідні	6
Аналогові вихідні	4
Дискретні вихідні	4

4.3.2.1 Модуль введення - виведення аналогових сигналів 6ES7234-4HE32-0XB0

Модуль введення-виведення аналогових сигналів 6ES7234-4HE32-0XB0 входить до серії SIMATIC S7-1200, розробленої компанією Siemens для автоматизації і контролю промислових процесів. Цей пристрій призначений для отримання даних про інтенсивність, температуру, тиск та інші параметри виробничого процесу, що дозволяє контролювати та моніторити їх. Модуль має 4 аналогових входи, що дозволяють зчитувати дані з чотирьох датчиків або інших джерел аналогових сигналів одночасно. Модуль 6ES7234-4HE32-0XB0 обладнаний двома аналоговими виходами, що означає, що він може виводити аналогові сигнали у систему. Це дозволяє контролювати певні параметри або здійснювати регулювання в залежності від отриманих даних. Наприклад, за допомогою цього модуля можна регулювати рівень рідини у резервуарі, контролювати температуру в промисловому обладнанні тощо. Він підтримує різноманітні типи аналогових сигналів, такі як струм або напруга, в залежності від вимог і налаштувань застосування. Модуль має високу роздільну здатність, що дозволяє точно зчитувати значення аналогових сигналів з високою точністю, і забезпечує достатню швидкість зчитування для ефективного контролю параметрів у реальному часі. Крім того, модуль має зручний корпус для монтажу на рейку та клемні роз'єми для зручного підключення до системи автоматизації. В цілому, модуль введення аналогових сигналів 6ES7234-4HE32-0XB0 є надійним та ефективним інструментом для збору та обробки аналогових даних у промислових системах, де важлива висока точність та швидкість зчитування.

Напруга живлення (пост. Струм) - 24 В.

Нормальна розсіювана потужність - 2 Вт

Число аналогових входів - 4

Число аналогових виходів - 2

Діапазони вихідних параметрів - від -10 до +10 В: так

Діапазони вихідних параметрів - від 0 до 20 мА: так

Висновки

ОВЕН ПЛК 160:

- Переваги:

Вартість: ОВЕН ПЛК 160 зазвичай доступні за більш доступними цінами порівняно з іншими аналогами, що робить їх привабливими для менших підприємств або проектів з обмеженим бюджетом.

Надійність: Система відома своєю стабільністю та надійністю, що робить її популярною в багатьох галузях, де потрібна неперервна робота обладнання.

Простота програмування: ОВЕН ПЛК 160 відомі своєю простотою у використанні, що дозволяє швидко налаштувати та впровадити систему у виробничому середовищі.

Модульність: Система може бути розширена за допомогою різноманітних модулів вводу-виводу та інших компонентів, що дозволяє адаптувати її до різноманітних завдань.

- Недоліки:

Обмежені можливості: ОВЕН ПЛК 160 може мати обмежені можливості порівняно з деякими іншими контролерами, особливо у відношенні складних або великих систем.

Менша екосистема: ОВЕН не має такого широкого спектру додаткових модулів, програмного забезпечення та підтримки, як SIMATIC S7-1200.

SIMATIC S7-1200:

- Переваги:

Широка екосистема: SIMATIC S7-1200 має широкий вибір додаткових модулів, програмного забезпечення та підтримки, що дозволяє налаштовувати систему під конкретні потреби.

Інтеграція з системами Siemens: Як частина екосистеми Siemens, цей контролер легко інтегрується з іншими продуктами та програмним забезпеченням Siemens, що робить його привабливим для підприємств, які вже використовують продукцію Siemens.

Підтримка інтерфейсів зв'язку: SIMATIC S7-1200 підтримує різноманітні протоколи зв'язку, такі як PROFINET, що дозволяє легко інтегрувати його з іншими промисловими системами.

- Недоліки:

Вартість: SIMATIC S7-1200 може бути дорожчим в порівнянні з деякими альтернативами, що робить його менш доступним для менших підприємств або проектів з обмеженим бюджетом.

Складність програмування: У порівнянні з деякими іншими системами, програмування SIMATIC S7-1200 може вимагати додаткової кваліфікації та часу на навчання.

4.4 Вибір блока живлення

Блок живлення повинен мати достатню потужність для живлення всіх компонентів системи управління, враховуючи їхнє енергоспоживання і запас енергії. Важливо віддати перевагу блоку живлення від відомого виробника з доброю репутацією за надійність. Також необхідно приділити увагу ефективності блоку живлення, оскільки більш економні моделі витрачають менше електроенергії та генерують менше тепла. Обраний блок живлення повинен бути сумісний з іншими компонентами системи, такими як материнська плата, процесори та периферійні пристрої. Важливо, щоб блок живлення був оснащений необхідними захисними функціями, такими як захист від перенапруги, перевантаження та короткого замикання. Він має відповідати за розміром вашій системі та має достатню кількість роз'ємів для підключення всіх компонентів. Під час порівняння цін на різних виробників і моделі слід враховувати всі ці критерії для вибору найоптимальнішого варіанту з урахуванням співвідношення ціни та якості.

Блок живлення ОВЕН БП60Б-Д4-24С



Рисунок 17 - ОВЕН БП60Б-Д4-24С

Блок живлення ОВЕН БП60Б-Д4-24С розроблений для забезпечення живлення різноманітних пристроїв у промислових умовах. Його потужність складає 60 Вт, що вистачає для живлення різноманітних електронних пристроїв у промислових умовах. Завдяки вхідній напрузі 220 В АС, він легко і сумісно працює зі стандартними системами живлення. Вихідні характеристики 24 В DC роблять його ідеальним для живлення різних електронних пристроїв, що працюють на цьому напрузі. Він оснащений різноманітними захисними функціями, такими як захист від короткого замикання, перенапруги, перевантаження тощо, що забезпечує надійну роботу підключених пристроїв. Завдяки міцному корпусу та широкому температурному діапазону, цей блок живлення призначений для використання у промислових умовах. Продукція від ОВЕН зазвичай відповідає вимогам безпеки та якості.

Кількість виходів - 2

Потужність – 60В

Вхід – 220В

Вихідна напруга – 24В DC

Вихідний струм – 5А

Блок живлення SIEMENS 6EP1333-1LB00



Рисунок 18 - SIEMENS 6EP1333-1LB00

6EP1333-1LB00 - це блок живлення від компанії Siemens, який використовується для живлення промислових електронних пристроїв та систем. Цей блок живлення має потужність, достатню для живлення різних електронних пристроїв у промислових умовах.

Він забезпечує стабільну напругу та струм, що необхідні для безперебійної роботи підключених пристроїв. Може мати високу ефективність, що дозволяє економно використовувати електроенергію та зменшує тепловтрати. Блок може бути обладнаний захистом від перенапруги, перевантаження та короткого замикання, що забезпечує надійну роботу підключених пристроїв і захищає їх від можливих пошкоджень. Може мати компактний дизайн, що дозволяє ефективно використовувати простір і легко встановлювати в системі. Може мати різні роз'єми та інтерфейси для підключення до системи та управління ним. Ця модель блока живлення використовується в різних промислових застосуваннях та може бути важливою частиною стабільної та надійної електропостачання виробничих систем. Для отримання більш детальної інформації та конкретних технічних характеристик рекомендується звернутися до документації виробника.

Кількість виходів - 2

Потужність – 0,12кВт

Вхід ~ 120/230 В

Вихідна напруга – 24В

Вихідний струм – 10А

Висновки

ОВЕН БП60Б-Д4-24С

- Переваги:

Цінова доступність: Блоки живлення ОВЕН зазвичай мають більш доступні ціни порівняно з продукцією виробників преміум-класу, таких як Siemens.

Надійність: Продукція ОВЕН відома своєю надійністю та довговічністю, що може бути важливою перевагою для вимогливих промислових середовищ.

Зручність у використанні: Може мати простий дизайн та інтуїтивно зрозумілі інтерфейси для легкого встановлення та експлуатації.

-Недоліки:

Обмежені функції: Може не мати такого рівня функціональності та захисту, як у продукції виробників преміум-класу.

Менш продумана інтеграція: Може не мати опцій інтеграції з іншими промисловими пристроями або системами, як у продукції від Siemens.

SIEMENS 6EP1333-1LB00

- Переваги:

Висока якість і надійність: Продукція Siemens відома своєю високою якістю та надійністю, що дозволяє використовувати її в критичних промислових застосуваннях.

Розширені функції та захист: Може мати більше опцій захисту та додаткові функції для оптимізації роботи системи.

Широкий діапазон сумісності: Продукція Siemens часто має широкий діапазон сумісності з іншими обладнаннями та системами.

- Недоліки:

Висока ціна: Продукція Siemens зазвичай має вищі ціни, порівняно з аналогічними продуктами інших виробників.

Складність експлуатації: Деякі продукти Siemens можуть бути складнішими у встановленні та налаштуванні порівняно з менш продвиненими аналогами.

5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Початковий етап включає збір даних щодо процесу, таких як температурні показники, характеристики реакцій та параметри обладнання. Після збору даних необхідно провести їх аналіз для виявлення залежностей між різними змінними та визначення факторів, які впливають на температуру кипіння бензолу та оцтової кислоти. На основі аналізу даних вибирається математична модель, яка на найкращий спосіб відображає зв'язки між вхідними та вихідними змінними. Вибір моделі може бути здійснений як лінійної, так і не лінійної, статичної або динамічної, залежно від складності процесу. Після вибору моделі

проводиться ідентифікація її параметрів, що може включати визначення коефіцієнтів, які враховують вплив різних факторів на процес. Після побудови математичної моделі проводиться перевірка на експериментальних даних. Якщо модель не точно відтворює поведінку реального процесу, можливе внесення коректив та налаштування параметрів. На основі математичної моделі розробляється контролер, який відповідає за регулювання температури кипіння бензолу та оцтової кислоти. Після реалізації контролера проводиться тестування його роботи на реальному об'єкті, а також можуть бути внесені додаткові налаштування для оптимізації його роботи. Одним з найважливіших аспектів автоматизації виробництва є підтримка стабільного температурного режиму. Пара подається на підігрівачі, які підтримують температуру вздовж виробничого процесу. Температура пари, яка нагріває суміш, урахувуючи розподіл тепла, має бути в межах $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$. Зважаючи на температуру кипіння бензолу та оцтової кислоти, маємо такі дані:

Максимальна температура: $T_{max} = 120^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура: $T_{min} = 81^{\circ}\text{C}$

Період адаптації: $t_p = 145$ сек

Зайве коригування: $= 10\%$

Температура пари: $T = 140^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$

5.1 Формулювання математичної моделі об'єкта управління.

Після введення одиничного ступінчастого сигналу, спостерігаємо такий типовий графік зміни процесу, який можна охарактеризувати як криву розгону. Ця крива відображає перехідний процес, коли система прагне досягти стану рівноваги після зміни вхідного сигналу.



Рисунок 19 - Графік прискорення процесу керування.

Почнемо з нормалізації всіх значень вихідної змінної до вихідного значення (Туст = 140). Графік прискорення в нормованому вигляді наведено на Рисунку 8.

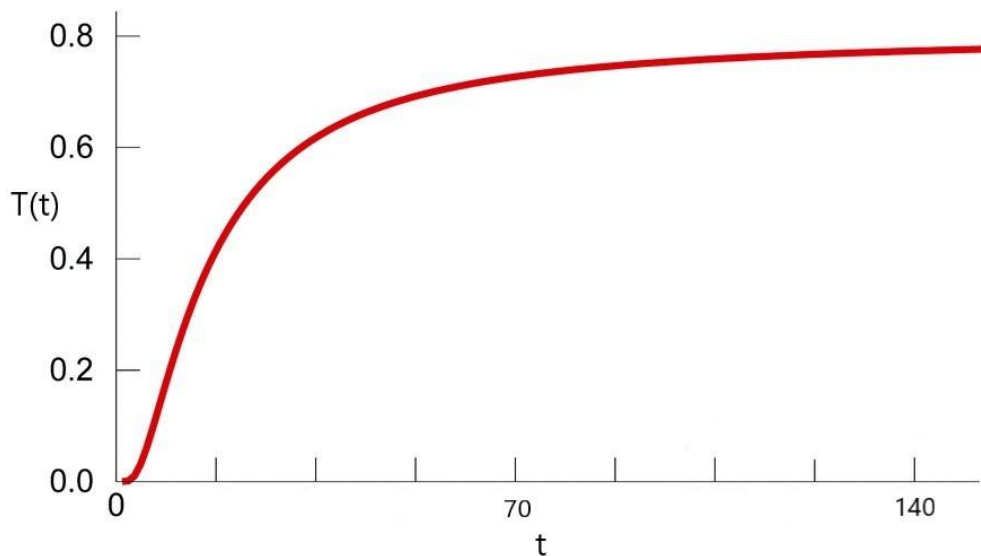


Рисунок 8 - Графік зміни параметрів у стандартизованому вигляді.

Для спрощення розрахунків крива розгону піддається стандартизації, що означає приведення значень вихідної змінної до діапазону від 0 до 1, що відповідає одиничному вхідному впливу. Для визначення передавальної функції використовується метод Ормансу.

Цей метод дозволяє на основі нормованої кривої розгону визначити два домінуючі постійні об'єкти управління за моделлю, що подається у вигляді:

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

Отримання передавальної функції об'єкта управління виконується за такою послідовністю кроків:

З нормованої кривої розгону визначаємо момент часу, коли значення досягає $h_H=0.6$, і позначаємо його як t_7 . З графіка цей момент часу дорівнює 36,68 сек.

Отриманий інтервал часу розділяється на три рівні частини. Побудований перпендикуляр до кривої розгону, що відповідає t_7 , допомагає визначити величину h_{H4} . Згідно нашого графіка, $h_{H4}=0.03$. Усі необхідні побудови показані на Рисунку 9.

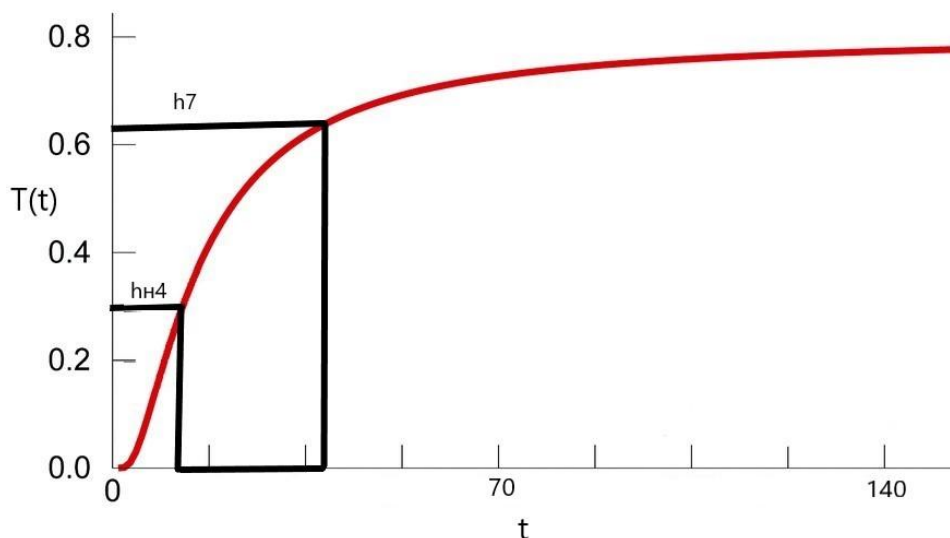


Рисунок 20 - Графік прискорення разом із необхідними конструкціями.

З'ясовано аналітичний зв'язок між точками прискорення процесу та характеристиками моделі, конкретно $t_7 = 1.3 (T_1 + T_2)$

Постійні часу об'єкта управління T_1 і T_2 визначаються за допомогою допоміжної величини Z^2 .

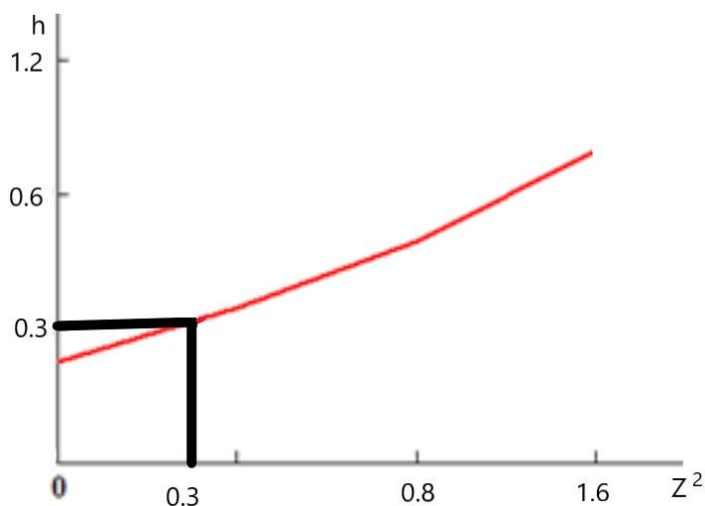


Рисунок 21 - Номограма для розрахунку значення Z^2 .

Підставимо значення температур та періоду адаптації у вирази для обчислення T_1 та T_2 :

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

$$T1 = (36.68 * (1 + 0.436)) / 2.4 \approx 22.19 \text{ c}$$

$$T2 = (36.68 * (1 - 0.436)) / 2.4 \approx 8.70 \text{ c}$$

Якщо врахувати запізнення в 4 секунди, остаточна передатна функція матиме наступний вигляд:

$$W(p) = (22.19p + 1) * (8.70p + 1) * 150 * e^{(-4p)}$$

Проведемо порівняльний аналіз перехідних характеристик отриманої передаткової функції об'єкта управління та вихідної кривої розгону.

На цьому графіку крива розгону з експерименту позначена як T(t), тоді як аналітично отримана перехідна характеристика позначена як h(t).

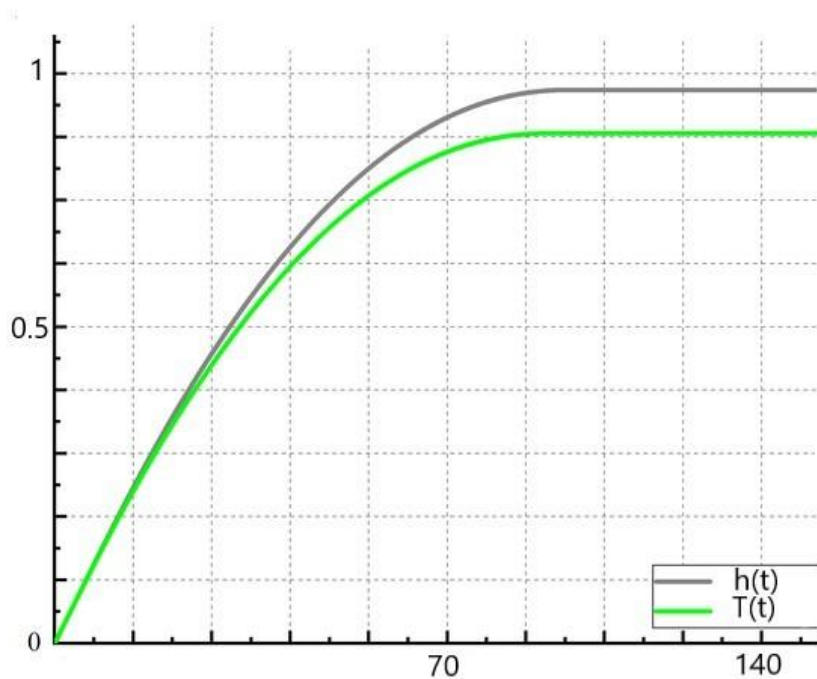


Рисунок 22 – Перехідні характеристики

Оцінимо збіжність перехідних характеристик, отриманих як аналітично, так і експериментально за методом Фішера. Для цього ділимо весь часовий інтервал на 10 сегментів і визначаємо Y_{ex} і Y_{mod} . Потім ці обчислені значення зводяться до таблиці для довідки.

Y_{ex}	0.35	0.7	0.77	0.85	0.91	0.95	0.97	0.979	0.986	1
----------	------	-----	------	------	------	------	------	-------	-------	---

YY _{mod}	0.36	0.42	0.58	0.64	0.75	0.83	0.88	0.94	0.98	1
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Використовуємо наступну формулу для визначення оцінки дисперсії.

$$S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (Y_i - \bar{Y})^2$$

Обчислюємо у програмному забезпеченні МатКад, що є математичним пакетом, спеціально розробленим для виконання різноманітних математичних обчислень та аналізу даних при n = 10

Y1 = 0.35	Yn1 = 0.36
Y2 = 0.7	Yn2 = 0.42
Y3 = 0.77	Yn3 = 0.58
Y4 = 0.85	Yn4 = 0.64
Y5 = 0.91	Yn5 = 0.75
Y6 = 0.95	Yn6 = 0.83
Y7 = 0.97	Yn7 = 0.88
Y8 = 0.979	Yn8 = 0.94
Y9 = 0.986	Yn9 = 0.98
Y10 = 1	Yn10 = 1

$$s_1 := \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (Y_i - \bar{Y})^2 = 0.046 \quad s_2 := \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (Y_i - \bar{Y})^2 = 0.044$$

Використовуємо цю формулу для обчислення критерію.

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

$$K = \frac{0.046}{0.044} = 1.045$$

Ми використовуємо таблицю Фішера для знаходження значення критерію для двох ступенів $f_1=10$ та $f_2=10$. Отримане значення критерію складає 2.76. Порівнюючи це значення з отриманим критерієм, який становить 1.045, ми бачимо, що воно менше за значення критерію Фішера. Це вказує на те, що наша модель є адекватною згідно з обраною критерієм. Такий висновок робиться на основі порівняння двох критеріїв, і він підтверджує адекватність моделі у відношенні до нашої умови.

5.2 Вибір та розрахунок параметрів регулятора

Проводимо відбір і розрахунок значень параметрів для регулятора з урахуванням різноманітних аспектів, таких як характеристики системи, вимоги до точності керування, стійкість системи, а також можливість адаптації до змінних умов. Цей процес включає аналіз і вибір типу регулятора а також налаштування його параметрів для досягнення оптимальної ефективності та стійкості в різних умовах експлуатації.

Для ролі регулятора, який буде використовуватися в системі САУ, розглядаються три варіанти: пропорційний (П), пропорційно-інтегральний (ПІ) і пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятори.

Технологічний процес розподілу оцтової кислоти та бензола представляє собою складну систему з великою кількістю потенційних помилок та нестабільностей. При цьому, регулятори типу ПІД контролюють процес більш чутливо та реагують на різноманітні впливи з більшою відzivчивістю, що може призвести до надмірної реакції на навіть найменші зміни. Крім того, їх впровадження та налагодження вимагає значних зусиль і труднощів у порівнянні з простішими П та ПІ регуляторами. У зв'язку з цим, було прийнято рішення відмовитися від використання регуляторів ПІД і зосередитися на більш простих та менш чутливих альтернативах.

5.2.1 Розрахунок параметрів налаштування П регулятора

Пропорційний закон регулювання встановлює взаємозв'язок між сигналом на виході регулятора та відхиленням від заданого значення. Це означає, що вихідний сигнал регулятора змінюється пропорційно рівню відхилення. Використання пропорційного закону регулювання дозволяє ефективно реагувати на зміни в системі, але може виникнути проблема перевищення, коли реакція системи є надто рішучою, що може призвести до нестабільності або коливань. Виглядає наступним чином:

$$W(p) = \frac{R_{OC}}{R_{BX}} = K$$

K - Коефіцієнт підсилення регулятора

Використовується метод Ротача для розрахунку П регулятора. Цей метод дозволяє встановити оптимальні параметри регулятора, враховуючи показник коливальності. При цьому, замкнута система керування буде мати запас стійкості, який не опуститься нижче певного заданого показника коливальності:

$$M \leq M_3$$

Такий підхід дозволяє забезпечити ефективність роботи системи та її стабільність у різних умовах експлуатації.

Загалом прийнято вважати, що ефективність системи автоматичного управління (САУ) визначається її здатністю забезпечувати необхідний рівень стійкості. Одним з ключових показників цієї стійкості є показник коливальності:

$$M = 1.3 \dots 2.3$$

Якщо він знаходиться у певному діапазоні, то це свідчить про те, що САУ має відповідний запас стійкості, щоб ефективно функціонувати в різних умовах. Це відображає взаємозв'язок з рівнем згасання:

$$\psi = 0.95 \dots 0.75$$

Враховуючи вищезгадане пояснення, ми вирішили встановити показник коливальності на рівні $M = 1.55$. Передаточна функція об'єкта керування з використанням П регулятора буде визначена у вигляді частотної передаточної функції:

$$W_{об}(\omega) = \frac{1}{3.97 \cdot 10^4 \cdot (j \cdot \omega)^2 + 761 \cdot j \cdot \omega + 1}$$

Ми використаємо програмний математичний пакет Mathcad для створення графіків, що відображають амплітудно-фазово-частотні характеристики розімкненої системи:

$$W(\omega) = W_n(\omega) \cdot W_{об}(\omega)$$

Ці графіки нададуть нам уявлення про те, як система реагує на сигнали різних частот, а також про зміщення фази у відповідь на ці частоти.

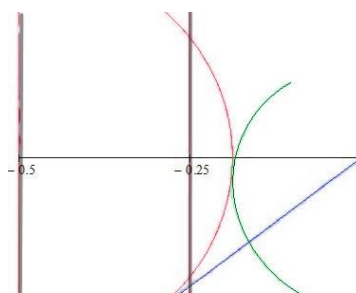


Рисунок 23 - Амплітудно-фазова характеристика (АЧХ) відкритої системи керування та заборонена область.

де –

синій – $Y(X, 1.6)$

зелений – $Vp(\omega)$

червоний – $I(\omega 1, Ms)$

При побудові АЧХ ми визначаємо такий коефіцієнт підсилення, за якого ця характеристика торкається окружності, що відповідає заданому рівню коливальності. Такий підхід дозволяє отримати точний опис впливу коефіцієнта підсилення на стійкість системи та її динаміку.

$$k_p = \frac{M}{M^2 - 1} \cdot \frac{1}{r_{окр}}$$

r – радіус забороненої області

Розраховуємо та отримуємо $K_p = 28.013$

Після встановлення оптимальних параметрів регулятора ми будемо мати можливість побудувати графік перехідної характеристики замкненої системи. Цей графік дозволить нам візуально оцінити, як система реагує на зміни та як швидко досягає стабільного стану після початку змін у вхідних параметрах.

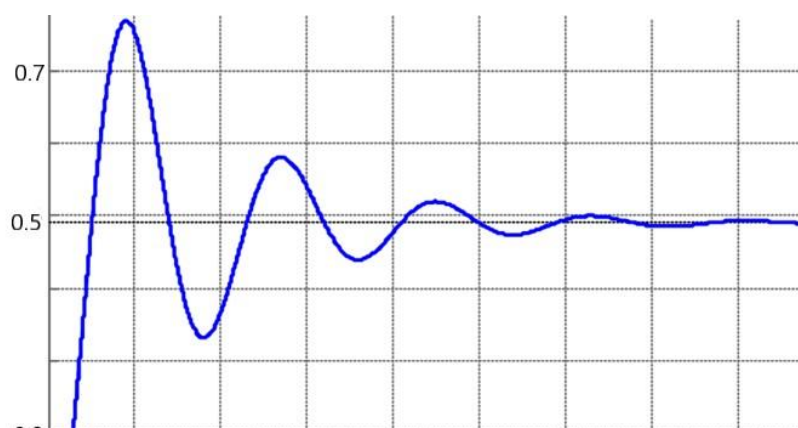


Рисунок 24 - При значенні $K_p = 28.013$ ми отримуємо перехідну характеристику замкненої системи керування.

5.2.2 Розрахунок параметрів ПІ регулятора

Передаточна функція ПІ регулятора представлена таким чином

$$W_p(p) = k_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_u p} \right)$$

$W_p(p)$ – передавальна функція регулятора

K_p – коефіцієнт передачі регулятора

T_i – час інтегрування

p – комплексна частота

Перепишемо. Вигляд передавальної функції в ПІ-регуляторі у частотній області такий:

$$W_p(\omega) = k_p + \frac{1}{T_u \cdot j \cdot \omega}$$

Будемо створювати сімейство передаточних функцій розімкненої системи для різних значень часу нахилу ізодроми, використовуючи програмний математичний пакет МатКад

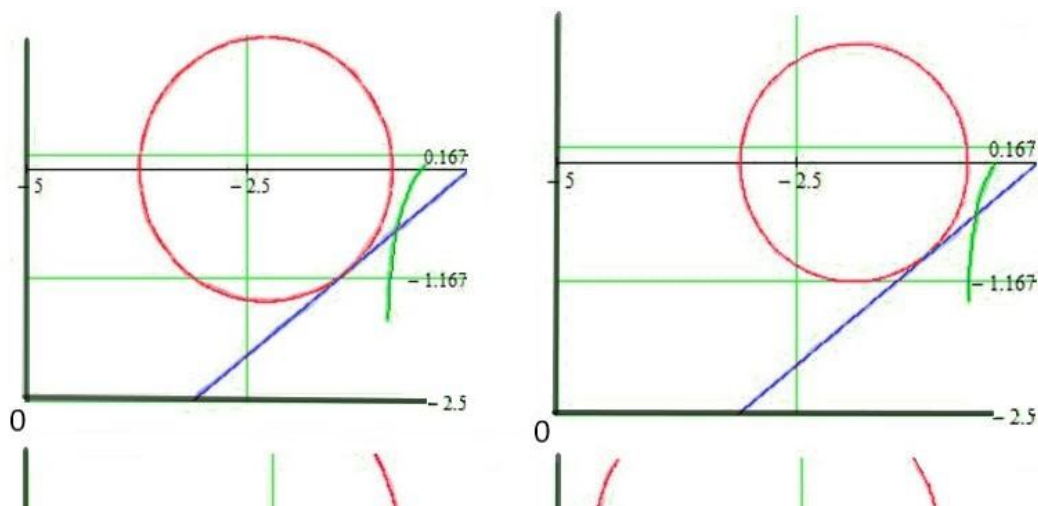


Рисунок 25 – Набір частотних характеристик відкритої системи

де –

синій – $Y(X, 1.6)$

зелений – $V_p(\omega)$

червоний – $I(\omega, 1, Ms)$

Розглянемо процес масштабування та визначимо ті значення коефіцієнта підсилення K_p , при яких вказані характеристики будуть максимально наближені до контуру, враховуючи певне значення коливальності.

Під час визначення значення коефіцієнта підсилення для ПІ регулятора необхідно провести детальний аналіз для кожного варіанту часу інтегрування T_i . Цей аналіз включає в себе ітеративний процес, під час якого ми експериментуємо з різними значеннями K_p для кожного T_i з метою досягнення оптимального компромісу між швидкістю реакції та стійкістю системи.

$$2 = 0.132$$

$$4 = 0.341$$

$$6 = 0.484$$

$$8 = 0.618$$

$$10 = 0.722$$

$$12 = 0.876$$

$$14 = 1.068$$

$$16 = 1.183$$

$$18 = 0$$

20 = 0

Відтворимо графічну діаграму, яка відобразить отримані результати та відносні зв'язки між ними. Цей процес передбачає аналіз та інтерпретацію даних для побудови відповідного візуального зображення, яке відобразить взаємозв'язки між змінними та їх вплив на досліджувану систему.

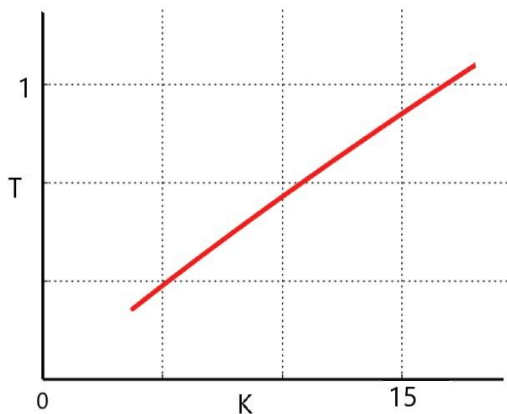


Рисунок 26 – Границя діапазону значень, що визначає задану коливальність.

В подальшому кроці, керуючись знайденими парами значень, ми розробляємо графіки перехідних характеристик для замкнутої системи. Цей процес включає не лише побудову графіків, а й докладний аналіз їхньої форми, швидкості збігу та стійкості системи при кожному наборі параметрів. За допомогою цього аналізу ми здатні визначити оптимальну комбінацію налаштувань, яка забезпечить оптимальні показники якості роботи системи відповідно до наших вимог.

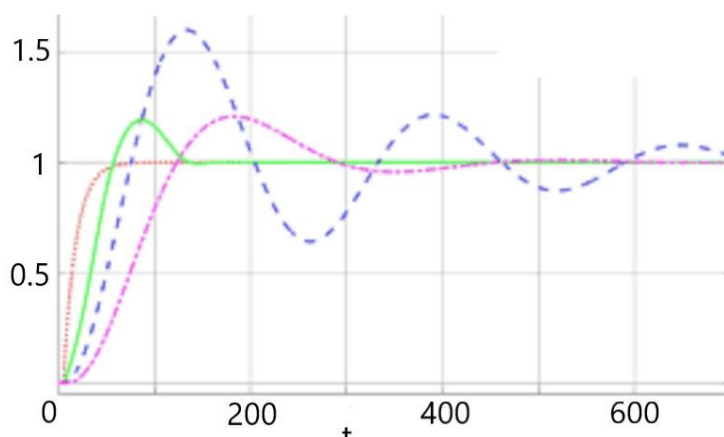


Рисунок 27 – перехідні відгуки САУ при фіксованій величині коливальності і різних значеннях часу ізодрома.

Пара налаштувань регулятора $K_p = 7.41$ та $T_i = 42$ с забезпечила найкращі показники якості. Нижче наведено графік відповідної перехідної характеристики замкненої системи:

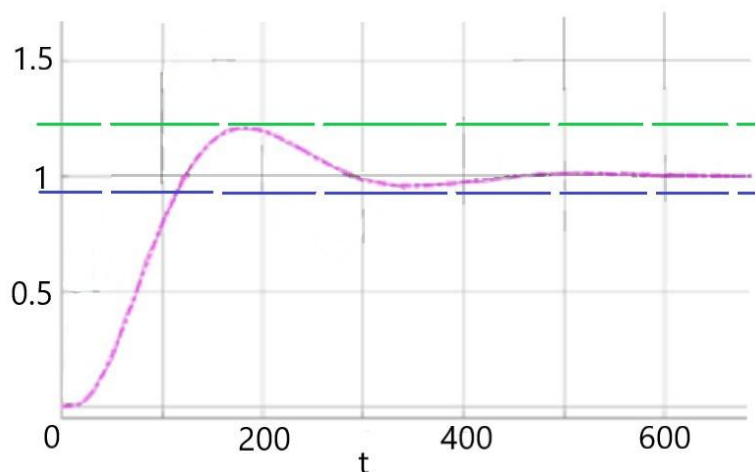


Рисунок 28 – Оптимальні характеристики.

Прямі показники якості, згідно з отриманим графіком, такі:

Перерегулювання - 4%;

Час перехідного процесу - 143 секунд.

Порівняльний аналіз результатів експериментів приводить до висновку, що П-регулятор виявляється недостатньо ефективним у контексті поставленої задачі через його виражену коливальність та помітне перерегулювання. Ці характеристики, в свою чергу, недоцільні для досягнення бажаної стабільності та точності в роботі системи. У порівнянні з П-регулятором, ПІ-регулятор виявляється більш привабливим варіантом, оскільки він забезпечує аперіодичний перехідний процес та мінімальне перерегулювання. Такий вибір зумовлений бажанням забезпечити оптимальне керування температурою в нагрівачі з мінімальними відхиленнями від заданих значень.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Забезпечення охорони праці на виробництвах, де використовуються небезпечні хімічні

речовини, такі як оцтова кислота та бензол, а також експлуатується обладнання з високою напругою, вимагає комплексного та багатогранного підходу. Перш за все, необхідно ідентифікувати та оцінити всі можливі ризики, пов'язані з використанням цих хімікатів та обладнання. Це включає в себе детальний аналіз умов праці, визначення потенційних небезпек та розробку ефективних заходів для їх усунення або мінімізації.

Після ідентифікації ризиків слід розробити та впровадити конкретні заходи безпеки. Ці заходи можуть включати використання захисного обладнання, забезпечення відповідних вентиляційних систем, розробку протоколів екстрених дій у разі аварій та організацію зон безпеки. Не менш важливим є проведення постійного моніторингу умов праці для своєчасного виявлення нових загроз та оцінки ефективності впроваджених заходів.

Окрім технічних заходів, велике значення має навчання та підготовка персоналу. Працівники повинні бути обізнані з потенційними небезпеками, знати правила безпеки та вміти користуватися захисним обладнанням. Регулярні тренінги та інструктажі допомагають підтримувати високий рівень обізнаності та готовності до дій у разі надзвичайних ситуацій.

Таким чином, забезпечення охорони праці на подібних виробництвах є складним процесом, що вимагає комплексного підходу, включаючи аналіз ризиків, розробку та реалізацію заходів безпеки, постійний моніторинг та навчання персоналу.

6.1 Виявлення та Оцінка Небезпек

Аналіз ризиків:

- Ідентифікація небезпек: На першому етапі необхідно ідентифікувати всі потенційні джерела небезпек, до яких належать як хімічні речовини, такі як оцтова кислота та бензол, так і електричне обладнання, що працює під високою напругою. Цей процес включає детальне обстеження виробництва для визначення місць, де ці небезпеки можуть виникнути, а також аналіз технологічних процесів, щоб виявити можливі ситуації, які можуть становити загрозу для працівників.

- Оцінка впливу на здоров'я: Ретельний аналіз того, як оцтова кислота та бензол впливають на здоров'я працівників, з урахуванням можливих наслідків як короткотривалого, так і довготривалого впливу.

Це включає вивчення потенційних гострих і хронічних захворювань, які можуть виникнути в результаті контакту з цими хімічними речовинами, а також оцінку ризиків для різних систем організму, таких як дихальна, шкірна та нервова системи.

-Ризики ураження електричним струмом: Комплексна оцінка ризиків, пов'язаних із використанням високовольтного обладнання, зокрема аналіз ймовірності виникнення коротких замикань та електричних пробойів. Це включає виявлення можливих точок відмови, де можуть статися несправності, а також оцінку потенційних наслідків таких подій для безпеки працівників. Крім того, необхідно враховувати вплив факторів навколишнього середовища, таких як вологість і температура, на ризик ураження електричним струмом.

6.2 Зберігання та використання хімікатів

Оцтова кислота:

-Зберігання: Для безпечного зберігання необхідно використовувати спеціальні контейнери, виготовлені з матеріалів, стійких до корозії, та оснащені герметичними кришками для запобігання витокам.

Контейнери повинні бути розміщені у добре вентильованих приміщеннях, щоб забезпечити постійний притік свіжого повітря та ефективно видалення шкідливих випарів. Крім того, такі приміщення повинні підтримувати прохолодну температуру, що допоможе мінімізувати ризик термічного розкладання або інших небезпечних реакцій, пов'язаних з підвищенням температури.

-Транспортування: Гарантування безпечності під час транспортування шляхом використання спеціалізованого обладнання та належного маркування контейнерів, що дозволяє ефективно захищати вміст від потенційних небезпек та забезпечує їх ідентифікацію та обробку відповідно до вимог безпеки під час транспортування.

-Аварійне обладнання: Забезпечення наявності аварійних душів та станцій промивання очей у приміщеннях або на території, де використовуються небезпечні речовини, з метою негайного реагування в разі аварійних ситуацій або випадків контакту зі шкідливими речовинами. Це передбачає розташування цього обладнання у стратегічних місцях, щоб забезпечити легкий доступ та максимально швидку реакцію персоналу у випадку негайної потреби у промиванні або знятті забруднень з тіла.

Бензол:

-Зберігання: Забезпечення безпечного зберігання за допомогою використання герметичних контейнерів, що розміщуються в спеціальних протипожежних приміщеннях з

належною системою вентиляції для запобігання небезпеці у разі виникнення пожежі або інших аварійних ситуацій та забезпечення відведення шкідливих випарів.

-Використання: Організація та проведення робіт з бензолом здійснюється у спеціально обладнаних витяжних шафах або на робочих місцях, де передбачена локальна вентиляція для надійного видалення шкідливих парів. Це забезпечує не лише захист від потенційно небезпечних впливів бензолу на здоров'я працівників, а й мінімізує ризик забруднення робочого середовища. Такий підхід сприяє забезпеченню безпечних умов праці та дотриманню вимог стандартів безпеки.

-Моніторинг: Розгортання комплексної системи відстеження та контролю за концентрацією парів бензолу у всіх робочих зонах з метою постійного нагляду за рівнем небезпеки для здоров'я персоналу. Ця система включає в себе установку спеціальних датчиків та пристроїв для неперервного моніторингу та збору даних про рівні парів бензолу в реальному часі.

Отримана інформація використовується для регулярного аналізу та оцінки ризику експозиції та вжиття відповідних заходів безпеки для запобігання можливих негативних наслідків для здоров'я персоналу.

6.3 Особисті Захисні Засоби (ОЗЗ)

-Вибір ОЗЗ: Забезпечення персоналу необхідними засобами індивідуального захисту, що включають у себе різноманітні заходи, такі як використання респіраторів з фільтрами для органічних парів, захисних окулярів, рукавичок та спеціального захисного одягу. Це спрямовано на максимальний захист працівників від можливої експозиції до небезпечних речовин та забезпечення їхньої безпеки та здоров'я під час виконання роботи.

-Навчання: Реалізація систематичних та періодичних програм навчання, в рамках яких проводяться інструктажі з вивчення правильного використання, зберігання та обслуговування особистого захисту з метою максимальної ефективності та безпеки під час роботи. Ці програми спрямовані на надання працівникам необхідних знань та навичок для коректного використання ОЗЗ та мінімізації ризику виникнення небезпеки для їхнього здоров'я та безпеки.

-Перевірка та заміна: Систематичне проведення інспекцій та контролю за станом індивідуальних засобів захисту та забезпечення їх своєчасної заміни у випадку виявлення будь-яких дефектів або ознак зношення. Цей процес покликаний забезпечити надійність та

ефективність ОЗЗ для забезпечення максимальної безпеки та захисту працівників під час виконання роботи.

6.4 Вентиляція та Контроль Повітря

-Системи вентиляції: Розгортання комплексних систем вентиляції, що включають в себе як загальну, так і локальну вентиляцію, з метою ефективного видалення шкідливих парів хімічних речовин з робочих зон. Ці системи спрямовані на забезпечення чистого та безпечного повітря в робочих приміщеннях, зменшення ризику впливу шкідливих випарів на здоров'я працівників та забезпечення відповідності вимогам безпеки на робочому місці.

-Витяжні шафи: Застосування спеціальних витяжних шаф для проведення робіт з високою концентрацією небезпечних речовин, спрямоване на забезпечення безпеки та захисту працівників від можливого впливу шкідливих випарів та речовин. Використання цих шаф дозволяє ефективно усмоктувати та видалити небезпечні речовини з робочої зони, зменшуючи ризик отруєння та інших негативних наслідків для здоров'я персоналу.

-Моніторинг повітря: Систематичне спостереження та контроль за якістю повітря на робочих місцях, яке здійснюється шляхом регулярного використання як стаціонарних, так і портативних детекторів. Ця процедура спрямована на постійний моніторинг та оцінку рівня різних шкідливих речовин у повітрі з метою забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

6.5 Обладнання з Високою Напругою

Ізоляція та Захист:

-Ізоляція проводів: Застосування високоякісних матеріалів для забезпечення надійної ізоляції проводів, що дозволяє уникнути випадкового контакту з електричними компонентами та забезпечує безпеку праці під час експлуатації.

-Захисні огороження: Встановлення міцних бар'єрів та огорожень навколо високовольтного обладнання для утримання неуповноважених осіб від доступу до небезпечних ділянок, що дозволяє попередити можливі аварійні ситуації та зберегти безпеку персоналу.

Інструктаж та Навчання:

-Електробезпека: Проведення регулярних тренінгів та навчань з правил електробезпеки для персоналу, що включає в себе інструктажі з коректного використання та обслуговування електричного устаткування.

-Інструкції: Розробка та розповсюдження докладних інструкцій щодо безпечного користування електричними пристроями та обладнанням, що надає додаткові вказівки та поради для уникнення можливих ризиків.

Заземлення та Випробування:

-Перевірка заземлення: Проведення регулярних перевірок стану та ефективності заземлення, які гарантують безпеку електроприладів та запобігають виникненню небезпечних ситуацій

-Аварійні вимикачі: Установка та технічне обслуговування аварійних вимикачів та систем захисту від перенапруги, які дозволяють вчасно виявляти та припиняти потенційно небезпечні ситуації, забезпечуючи безпеку персоналу та устаткування.

6.6 Пожежна Безпека

-План евакуації: Розробка та постійне оновлення плану евакуації у випадку виникнення пожежі з метою забезпечення готовності персоналу та максимальної безпеки. Це включає в себе детальні інструкції щодо процедур евакуації та збору на визначених збірних пунктах.

-Пожежне обладнання: Забезпечення належної наявності та стану пожежного обладнання, такого як вогнегасники, пожежні шланги та системи автоматичного сповіщення про пожежу. Ці заходи спрямовані на вчасне виявлення та локалізацію пожежі з метою мінімізації можливих збитків та загрози для життя працівників.

-Навчання працівників: Проведення систематичних тренувань та інструктажів з усіх працівників щодо дій у разі виникнення пожежі, включаючи евакуаційні вправи та навчання використання пожежного обладнання. Це спрямовано на підготовку персоналу до швидкого та ефективного реагування на пожежні небезпеки та забезпечення безпеки всіх працівників.

6.7 Екстрені Заходи

-План дій у надзвичайних ситуаціях: Розробка детальних та комплексних планів реагування на можливі аварійні ситуації, які можуть виникнути внаслідок витoku хімічних речовин або неполадок у електрообладнанні. Ці плани охоплюють широкий спектр заходів, включаючи негайні дії для управління кризовою ситуацією, евакуацію персоналу, ізоляцію джерела небезпеки та надання першої допомоги.

-Навчання та тренування: Систематичне проведення тренувань та навчань персоналу з процедур евакуації, безпеки в надзвичайних ситуаціях та надання першої допомоги. Ці заходи допомагають персоналу набути необхідні навички та вміння для швидкого та ефективного реагування на небезпечні ситуації та збереження життя.

-Екстрені контакти: Забезпечення доступу до надійних контактів екстрених служб та інструкцій з надання першої допомоги для швидкого та координованого реагування у надзвичайних ситуаціях. Це дозволяє забезпечити швидке сповіщення та координацію дій у разі аварії або кризової ситуації, що може зберегти життя та мінімізувати збитки.

6.8 Моніторинг та Аудит

-Внутрішній аудит: Регулярне проведення внутрішніх аудитів з метою оцінки виконання та дотримання встановлених стандартів безпеки на робочому місці. Ці аудити спрямовані на виявлення потенційних порушень, ідентифікацію слабких місць та встановлення ефективних заходів для поліпшення системи управління охороною праці.

-Зовнішній аудит: Періодичне залучення зовнішніх експертів або консультантів для проведення незалежної оцінки та перевірки системи охорони праці. Цей процес має на меті забезпечити об'єктивний погляд на стан безпеки на виробництві, виявлення можливих ризиків та рекомендації щодо покращень.

-Коригувальні дії: Впровадження конкретних заходів та програм для усунення виявлених недоліків, вдосконалення системи безпеки та підвищення рівня безпеки на робочому місці. Ці дії включають в себе впровадження нових процедур, навчання персоналу, модернізацію обладнання та інші заходи з метою забезпечення безпеки та запобігання аваріям.

6.9 Організація Робочого Процесу

-Чітке розподілення обов'язків: Встановлення чітких та конкретних відповідальностей для кожного працівника на кожному етапі виробничого процесу, з метою забезпечення відповідного виконання заходів безпеки та мінімізації ризиків. Це означає чітке узгодження завдань та обов'язків між різними членами команди з урахуванням їхнього досвіду та кваліфікації.

-Стандартизація процедур: Впровадження єдиної системи стандартних операційних процедур для виконання робіт з небезпечними речовинами та роботи з

електрообладнанням. Ці стандартизовані процедури дозволяють забезпечити єдність та послідовність в робочих процесах, що сприяє підвищенню ефективності та безпеки.

-Документація: Систематичне ведення повної документації, включаючи записи про навчання, інструктажі, регулярні перевірки та інциденти. Це включає в себе детальне документування всіх аспектів безпеки на робочому місці, що є важливим елементом для виявлення та аналізу потенційних ризиків, а також для забезпечення відповідності законодавству та стандартам безпеки.

6.10 Психологічна Підтримка та Культура Безпеки

-Психологічна підтримка: Забезпечення можливості отримання психологічної допомоги та підтримки для працівників, які працюють в умовах підвищеної небезпеки. Це означає створення доступних ресурсів та послуг, які сприяють покращенню психологічного стану персоналу, допомагають у вирішенні стресових ситуацій та підтримують загальне благополуччя.

-Формування культури безпеки: Активне сприяння створенню культури безпеки на робочому місці шляхом проведення постійних навчань, інформування та залучення працівників до процесу управління безпекою. Це включає в себе не лише передачу знань про правила та процедури безпеки, а й створення сприятливого середовища, в якому працівники відчують себе захищеними та відповідальними за власну безпеку та безпеку оточуючих.

Реалізація вищевказаних заходів з охорони праці та безпеки стане ефективним кроком у зменшенні ризиків, пов'язаних з використанням небезпечних хімічних речовин та високовольтного обладнання. Ці заходи не лише гарантують збереження здоров'я та безпеку працівників на виробництві, але й сприяють створенню надійного та безпечного робочого середовища, де працівники можуть виконувати свої обов'язки з впевненістю та ефективністю.

ВИСНОВКИ

У ході даної дипломної роботи було проведено глибокий аналіз та подальша розробка системи управління технологічною установкою, яка використовує конденсаційно-ректифікаційний метод для розподілу газу. Результати наших досліджень підкреслили необхідність комплексного підходу та застосування передових методів автоматизації для ефективного керування такими складними технологічними процесами.

У ході роботи ми проаналізували основні принципи та технології конденсаційно-ректифікаційного методу розподілу газу та визначили ключові вимоги до системи управління з метою забезпечення ефективності та безпеки процесу.

На підставі отриманих результатів ми розробили концепцію системи управління, яка включає в себе широкий спектр сенсорів, контрольних пристроїв та програмного забезпечення для збору, обробки та аналізу даних. Ця система має на меті забезпечити надійний контроль параметрів процесу та автоматично реагувати на будь-які зміни у виробничому середовищі.

Наші дослідження продемонстрували, що впровадження розробленої системи управління дозволить підвищити продуктивність технологічного процесу, знизити витрати енергії та сировини, а також підвищити загальний рівень безпеки на виробництві.

Отже, наші дослідження є підтвердженням важливості та перспективності використання передових систем управління для оптимізації технологічних процесів у хімічній промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник [для студентів вузів I-IV рівнів акредитації] / І.В.Ельперін, О.М.Пупена, В.М.Сідлецький, С.М.Швед. – вид.2-ге, виправлене. – К. : Ліра-К, 2015. – 378 с.
2. Пістун Є. Основи автоматики та автоматизації: навчальний посібник [для студентів вищих технічних навчальних закладів] / Є. Пістун, І. Стасюк. – Львів : Львівська політехніка, 2014. – 336 с.
3. Головка Д. Б. Автоматика і автоматизація технологічних процесів: підручник / Д. Б. Головка, К. В. Реґо, Ю. О. Скрипник. – К. : Либідь, 1997. – 232 с.
4. Голубятников В. А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности : учебник / В. А. Голубятников, В. В. Шувалов. – 2-е изд., пер. и доп. – М. : Химия, 1985. – 352 с. : ил. + [Електронна версія].
5. Лозинський А. О. Системи керування електропобутовими приладами : навчальний посібник / А. О. Лозинський, Б. Л. Копчак, В. В. Бушер. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 304 с. + Електронна версія
6. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування: підручник / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Либідь, 2007. – 656 с.
7. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. посібник / М.Попович , О.Ю.Лозинський. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.
8. Борисенко О. А. Керуючі системи: навчальний посібник / О. А. Борисенко. – К. : ЦНЛ, 2004. – 216 с.
9. Дианов В. Г. Автоматическое регулирование и регуляторы в химической промышленности : учеб. пособие для техн. / В. Г. Дианов. – М. : Химия, 1978. – 376 с. : 231 рис., 11 табл. – (Автоматизация химических производств)
10. Трегуб В. Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В. Г. Трегуб. – К. : Ліра-К, 2015. – 344 с. + [Електронна версія]
11. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП [Електронна версія] : методическое пособие. Книга 1/А. Л. Нестеров. – СПб :ДЕАН, 2006. – 552 с.
12. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А.С.Клюев, Б.В.Глазов, А.Х.Дубровский, А.А.Клюев; под ред. А.С.Клюева. – 2-е изд., пер. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 464 с. + [Електронна версія]
13. Электропривод: підручник [для студентів вузів II-IV рівнів акредитації] /

Ю.М.Лавріненко, О.С.Марченко, П.І.Савченко та ін.; за ред. Ю.М.Лавріненка. – К. : Ліра-К, 2014. – 504 с.

14. Василега П. О. Електропривод робочих машин: навч. посібник / П. О. Василега, Д. В. Муриков. – Суми : Універс. книга, 2006. – 228 с.

15. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. посібник / М.Попович , О.Ю.Лозинський. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.

16. Москаленко В. В. Электрический привод: учебное пособие / В. В. Москаленко. – М. : Высшая школа, 2000. – 368 с.

17. Каталог продукції фірми Мікрол - <http://www.microl.ua>

18. Афанасьев, М. В. Економіка підприємства : навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни / М. В. Афанасьев, А. Б. Гончаров; за ред. проф. М.В.Афанасьєва. - Харків : ІНЖЕК, 2003. - 410 с.

19. Экономика предприятия / под ред. проф. Горфинкеля В.Я., Швандара В.А. -М.: Юнити, 2000. - 718 с.

20. Мельник, Л. Г. Економіка підприємства : конспект лекцій; навчальний посібник / Л. Г. Мельник, О. І. Карінцева. - Суми: Університетська книга, 2003. - 412 с.

21. Сідун, В. А. Економіка підприємства: навчальний посібник / В. А. Сідун. - К.: ЦУЛ, 2003. - 436 с.

Інтернет-ресурс

1 Кузьменко Н.В. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/090/62090/31996> .- Назва з екрану

2 Черпаков С.И. Механизация и автоматизация производственных процессов [Электронный ресурс].- Режим доступа: liotekar.ru/economika-predpriyat <http://bibliya-5/56.htm>.- Назва з екрану