

Міністерство освіти і науки України  
Шосткинський інститут Сумського державного університету  
Центр заочної та дистанційної форми навчання  
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій  
Спеціальність 6.151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на тему:

Система управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням  
метилового спирту

Керівник проекту: викладач, к.т.н. \_\_\_\_\_ Андрусенко О.О.  
вчені ступень та звання, посада                      Підпис                      Прізвище І.П.

Дипломник: Студент групи СУ - 01ш \_\_\_\_\_ Федченко М.В.  
Підпис                      Прізвище І.П.

Номер залікової книжки:

Шостка – 2024

## РЕФЕРАТ

Федченко Микола Вітальович. Система управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту. Бакалаврська робота. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2024 рік.

Бакалаврська робота містить 41 аркуш, з урахуванням 22 рисунків, 2 таблиць; 1 креслення.

В даній роботі описана розробка системи управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту. Автоматизація блоку підготовки метилового спирту дозволяє визначити склад необхідного обладнання та кількість каналів передачі даних та сигналів, що значно зменшує зусилля людини. Розроблена автоматизована система управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту задовольняє поточним вимогам до системи автоматизації та забезпечує високу гнучкість, що дозволяє удосконалювати її відповідно до зростаючих вимог протягом усього терміну експлуатації.

Ключові слова: технологічний процес, канали контролю і управління, датчик рівня, асинхронний електродвигун, екранні форми АС.

## SUMMARY

Mykola Vitalovich Fedchenko. Management system of the technological process of obtaining formaldehyde by oxidation of methyl alcohol. Bachelor work. Shostkin Institute of Sumy State University. Shostka, 2024.

The bachelor thesis contains 41 sheets, including 22 figures, 2 tables; 1 drawing.

This work describes the development of a control system for the technological process of obtaining formaldehyde by oxidation of methyl alcohol. Automation of the methyl spit preparation unit allows you to determine the composition of the necessary equipment and the number of data transmission channels and signals, which significantly reduces human effort. The developed automated control system for the technological process of obtaining formaldehyde by oxidation of methyl alcohol meets the current requirements for the automation system and provides high flexibility, which allows it to be improved in accordance with growing requirements throughout the entire life of operation.

Keywords: technological process, control and control channels, level sensor, asynchronous electric motor, screen forms of AC

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 **Федченко Микола Віталійович**

1. Тема проекту Система управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту

Затверджено наказом директора інституту № 22-ОД від « 15 » квітня 2024 р.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи «01» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до виконання роботи:

- завдання кафедри
- обробка даних про стан технологічного обладнання
- збір та обробка даних про стан технологічного впровадження обладнання, -модернізація системи, розрахунок параметрів,
- -розрахунок функцій,
- -обґрунтування структури та обладнання

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.

---

---

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1. Функціональна схема автоматизації.

Технологічна схема виробництва формальдегіду

Схема з'єднання зовнішніх провідок, виконана в

3 Схема інформаційних потоків

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.	06.05.2024 - 10.05.2024
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.	11.05.2024 - 18.05.2024
3	Виконання розрахункової частини.	19.05.2024- 26.05.2024
4	Технічне оформлення роботи. Здача роботи керівнику.	27.05.2024 - 02.06.2024

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 СУ - 01ш \_\_\_\_\_ Федченко М.В.

Підпис      Прізвище І.П.

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АРМ – автоматизоване робоче місце
- АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом
- АЦП – аналого-цифровий перетворювач
- ВО – виконуючий орган
- ВМ – виконуючий механізм
- КВП і А – контрольно-вимірювальні прилади і автоматика
- МУ – мета управління
- ОУ – об'єкт управління
- П-регулятор – пропорційний регулятор
- ПІ-регулятор – пропорційно-інтегральний регулятор
- ПІД-регулятор – пропорційно-інтегрально-диференційний регулятор
- ПЗ – програмне забезпечення
- ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом
- ПЛК – програмований логічний контролер
- ПК – персональний комп'ютер
- ППП – пристрій плавного пуску
- ПТК – програмно-технічний комплекс
- ПЧ – перетворювач частоти
- ПУ – пристрій управління
- РКІ – рідкокристалічний індикатор
- РО – робочий орган
- САПР – система автоматизованого проектування
- САР – система автоматичного регулювання
- САУ – система автоматичного управління
- ТО – термoperетворювач опору
- ТП – технологічний процес
- ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач
- ЦД – цифровий дисплей
- ЦП – центральний процесор
- ШІМ – широтно-імпульсна модуляція

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. ПОРЯДОК ПРОТІКАННЯ ТА СПЕЦИФІКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ФОРМАЛЬДЕГІДУ .....	9
1.1 Отримання формальдегіду .....	9
1.2 Технологія виробництва формаліну .....	11
1.3 Характеристики автоматизованої лінії з виробництва формальдегіду .....	11
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....	12
2.1 Основні параметри контролю, управління та сигналізації: .....	12
РОЗДІЛ 3. ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ .....	14
3.1 Канали контролю і управління .....	14
3.1.1 Температура в підігрівачі .....	14
3.1.2 Температура в холодильнику .....	14
3.1.3 Температура в барботажному холодильнику .....	15
3.1.4 Температура у верхній частині колонного абсорбера .....	15
3.1.5 Температура у середній частині колонного абсорбера .....	16
3.1.6 Температура у нижній частині колонного абсорбера .....	16
3.1.7 Рівень у випаровувачі .....	17
3.2 Канали управління двигунами .....	17
РОЗДІЛ 4. ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	19
4.1 Вибір датчиків .....	19
4.1.1 Датчик рівня ДРП-І (ПДУ-И) .....	19
4.1.2 Поплавкові магнітні рівнеміри ДРП-І .....	20
4.1.3 Датчик управління ТРМ10 .....	24
4.2 Вибір контролера .....	25
4.2.1 Вибір апаратури контролерів .....	26
4.2.2 Передаточна функція асинхронного електродвигуна .....	28
4.2.3 Перетворювач частоти .....	28
4.3 Екранні форми АС .....	31
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	34
5.1 Основні завдання АСУ ТП .....	34
5.2 Призначення системи АСУ ТП .....	35
5.3 Вимоги до технічного забезпечення АСУ ТП .....	36
5.4 Вимоги до метрологічного забезпечення засобів АСУ ТП .....	36
5.5 Вимоги до програмного забезпечення АСУ ТП .....	37

5.6 Вимоги до інформаційного забезпечення АСУ ТП.....	38
ВИСНОВКИ .....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40

## ВСТУП

Формальдегід це – хімічна сполука, найпростіший представник альдегідів.

Має властивості:

- 1) Безбарвний газ із різким запахом
- 2) Температура кипіння:  $-19,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 3) Температура плавлення:  $-118\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 4) Гус
- 5) тина:  $0,8153\text{ г/см}^3$

Формальдегід добре розчиняється у воді, спиртах і полярних розчинниках. Обмежено розчиняється у бензолі, ефірах і хлороформі.

Природне утворення:

Формальдегід може утворюватися природним шляхом внаслідок фотохімічного окиснення метану або метанолу за атмосферного тиску і без каталізаторів.

Виробництво та застосування формальдегіду:

Формальдегід виробляється в промислових масштабах, приблизно 8 мільйонів тон на рік. Більша частина формальдегіду випускається у вигляді водних розчинів. Формалін — найбільш поширений продукт, що містить 35–37% формальдегіду і 6–11% метанолу.

Автоматизація технологічних процесів сприяє:

- 1) Поліпшенню якості виробництва та продукції
- 2) Зниженню відходів і браку
- 3) Зменшенню собівартості виробництва
- 4) Запобіганню аварій і небезпечних ситуацій
- 5) Захисту навколишнього середовища

Мета роботи:

- 1) -Дослідження автоматизації виробництва формальдегіду
- 2) Вивчення процесу отримання формальдегіду та його основних параметрів
- 3) Розрахунок матеріальних балансів
- 4) Розробка схеми автоматизації виробництва
- 5) Оцінка економічної ефективності автоматизації



# РОЗДІЛ 1

## ПОРЯДОК ПРОТІКАННЯ ТА СПЕЦИФІКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ФОРМАЛЬДЕГІДУ

### 1.1 Отримання формальдегіду

Отримання формальдегіду шляхом окислення метилового спирту є найбільш поширеним промисловим методом. Цей процес відбувається в кілька етапів:

- 1) Підготовка сировини: Метиловий спирт очищається від домішок, які можуть перешкоджати процесу окислення. Повітря, яке використовується для окислення, також піддається очистці від пилу та вологи.
- 2) Окислення метилового спирту: Метиловий спирт і повітря змішуються в певних пропорціях і надходять в реактор. В реакторі відбувається каталітичне окислення метанолу киснем повітря. Як каталізатор використовують срібло або мідь. Реакція протікає при температурі 600-700°C і підвищеному тиску. В результаті реакції утворюється формальдегід, вода і вуглекислий газ.
- 3) Охолодження та конденсація: Газова суміш, що виходить з реактора, охолоджується до температури конденсації формальдегіду. Водяна пара конденсується, а формальдегід розчиняється у воді, утворюючи формальдегідний розчин.
- 4) Очищення формальдегідного розчину: Формальдегідний розчин очищається від домішок, таких як метиловий спирт, мурашина кислота та інші органічні сполуки. Для очищення використовують різні методи, наприклад, перегонку, адсорбцію, кристалізацію.
- 5) Концентрування формальдегіду: Очищений формальдегідний розчин концентрується до бажаної концентрації шляхом випаровування води. В результаті отримують концентрований формальдегідний розчин, який може бути використаний в різних галузях промисловості.
- 6) Використання: Формальдегід використовують як сировину для виробництва різних продуктів, таких як: пластмаси, листові матеріали, смоли, фарби, дезінфікуючі засоби, інші хімічні продукти.

Процес отримання формальдегіду є складним і вимагає суворого контролю параметрів. Необхідно використовувати спеціальні матеріали, стійкі до корозії та високих температур. Виробництво формальдегіду є енергоємним процесом. Використання каталізатора дозволяє збільшити вихід формальдегіду і зменшити викиди шкідливих речовин. Незважаючи на те, що формальдегід є токсичною речовиною, його виробництво і використання суворо

контролюються, щоб запобігти негативному впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей.

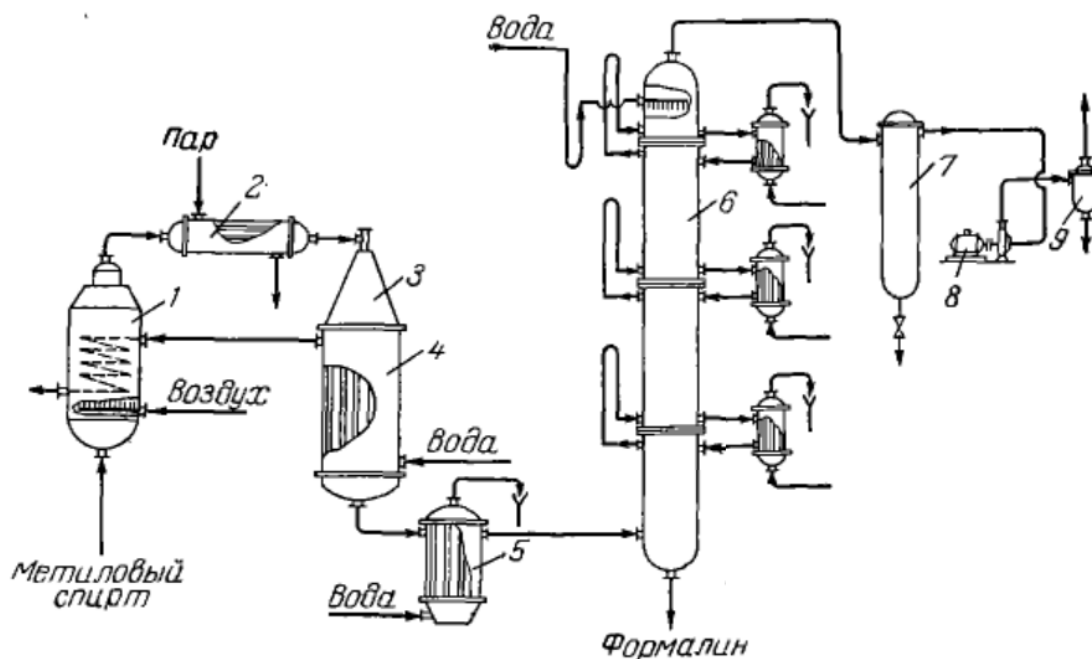


Рисунок 1.1 – Схема отримання формальдегіду окисленням метилового спирту:

1 –випаровувач, 2 – підігрівач, 3 – контактний апарат, 4 – холодильник, 5 – барботажний холодильник, 6 – колоний абсорбер, 7 – ресивер, 8 – вакуум-насос, 9 – вологовідділювач.

Очищене від пилу повітря барботує через метиловий спирт, що знаходиться у випарнику (рис. 1.1) Спирто-повітряна суміш, що утворюється тут, містить 0,5-1,0 г парів спирту в 1 л повітря, через підігрівач надходить в контактний апарат. У контактному апараті на срібному каталізаторі при температурі близько 600°C відбувається неповне окислення метанолу в формальдегід. Щоб загальмувати подальші перетворення формальдегіду, продукти реакції із зони каталізатора відразу ж відводять холодильник, змонтований як одне ціле з контактним апаратом. З холодильника контактні гази, охолоджені до 125°C, надходять до барботажного холодильника, а далі в абсорбер колонного типу, зрошуваний холодною водою, яка поглинає формальдегід. З контактних газів тепло абсорбції відводиться у виносних холодильниках. З нижньої частини абсорбера витікає формалін - водний розчин формальдегіду, що містить 37,6%  $\text{НСНО}$  та близько 10%  $\text{СН}_3\text{ОН}$ . Метиловий спирт стабілізує формальдегід, запобігаючи його полімеризації. Формалін направляють складу як товарну продукцію. Звільнені від формальдегіду гази, що відходять з абсорбера (суміш  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{СН}_4$ ,  $\text{СО}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) через ресивер видаляються ротаційним вакуум-насосом в атмосферу.

## **1.2 Технологія виробництва формаліну**

Технологія виробництва формаліну включає наступні основні етапи:

- 1) -підготовка реакційної суміші;
- 2) -підготовка охолодженої води;
- 3) -окислення метанолу та охолодження продуктів реакції;
- 4) -абсорбція контактних газів;
- 5) -ректифікація формаліну-сировини;
- 6) -стандартизація формаліну;
- 7) -нейтралізація викидів газів;
- 8) -підготовка та регенерація каталізатора.

Виробництво формаліну проходить під суворим контролем згідно з сучасними технологіями, тому якість завжди залишається високою. На виході отримують готовий продукт, який не потребує додаткового очищення.

## **1.3 Характеристики автоматизованої лінії з виробництва формальдегіду**

Характеристики автоматизованої лінії з виробництва формальдегіду включають:

- 1) Система контролю якості: автоматизована лінія зазвичай включає в себе систему контролю якості, яка дозволяє моніторити якість формаліну на кожному етапі виробництва.
- 2) Автоматизовані процеси: увесь процес виробництва формаліну автоматизований, що дозволяє знизити людський вплив і підвищити продуктивність.
- 3) Система безпеки: автоматизована лінія має вбудовану систему безпеки, яка контролює рівень токсичності та інші параметри, що можуть бути шкідливими для працівників.
- 4) Ефективність: завдяки автоматизації процесу виробництва, лінія може працювати неперервно і з високою швидкістю, що забезпечує ефективне виробництво формаліну.
- 5) Моніторинг та керування: оператори можуть моніторити та керувати процесом виробництва з центрального пункту керування, що спрощує управління лінією.
- 6) Енергоефективність: сучасні автоматизовані лінії зазвичай розроблені з урахуванням енергоефективності, що дозволяє зменшити споживання електроенергії та знизити витрати на виробництво.

**РОЗДІЛ 2**  
**АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

**2.1 Основні параметри контролю, управління та сигналізації**

Після аналізу порядку протікання та специфіки технологічного процесу отримання формальдегіду, було створено таблицю 2.1, в якій зібрано всі основні параметри контролю, управління та сигналізації:

Таблиця 2.1 – Перелік параметрів технологічного процесу

Параметр	Позиція технологічної схеми	Функція	Відхилення	Значення	
				Min	Max
Температура	Підігрівач	Контроль, управління, сигналізація	5%	580 °C	620 °C
Температура	Холодильник	Контроль, управління, сигналізація	5%	120 °C	130 °C
Температура	Барботажний холодильник	Контроль, управління, сигналізація	5%	70 °C	80 °C
Температура	Колоний абсорбер (вгорі)	Контроль, управління, сигналізація	5%	18 °C	22 °C
Температура	Колоний абсорбер (всередині)	Контроль, управління, сигналізація	5%	36 °C	44 °C
Температура	Колоний абсорбер (внизу)	Контроль, управління, сигналізація	5%	55 °C	65 °C
Рівень	Випаровувач	Контроль, управління, сигналізація	5%	750 мм	800 мм

Функціональна схема управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту подана на рис. 2.1.

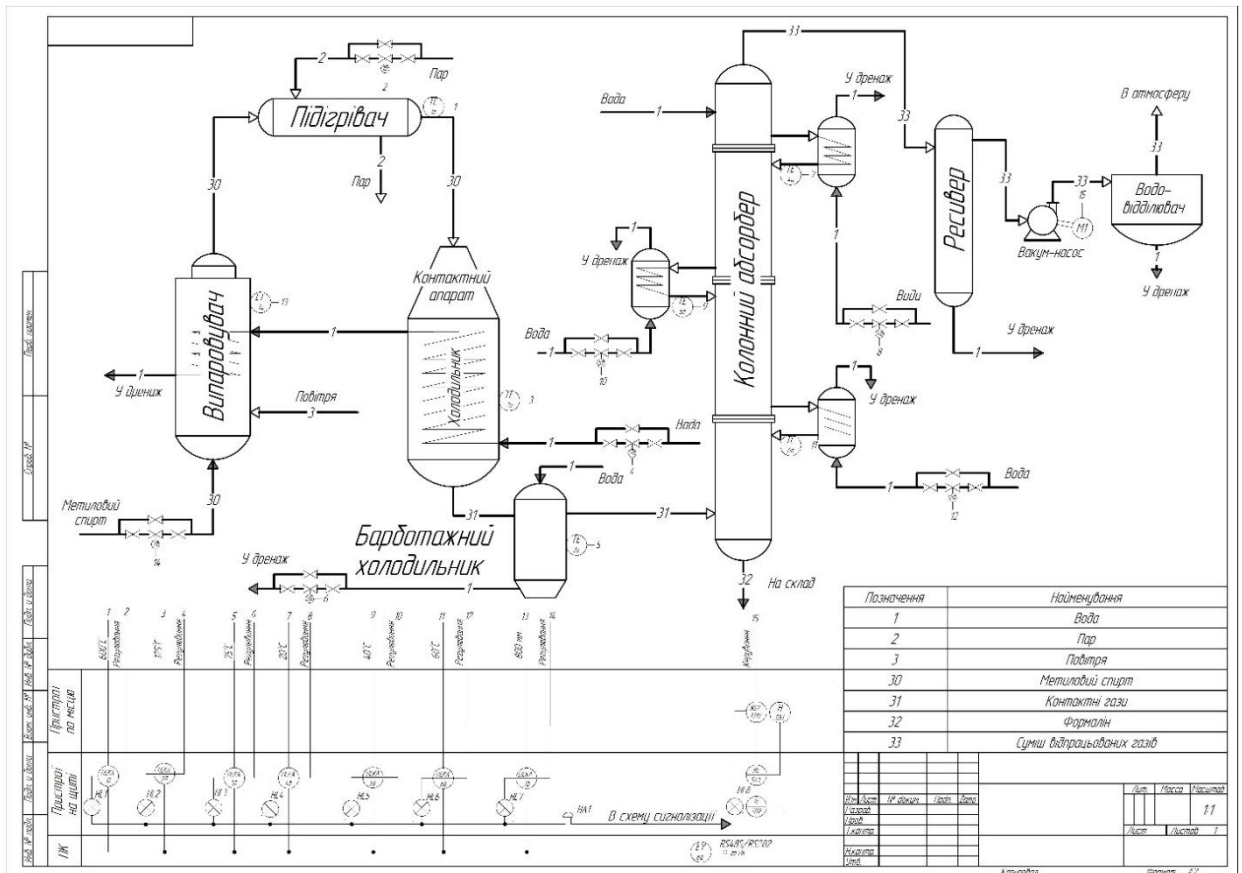


Рисунок 2.1 – Функціональна схема управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту

### РОЗДІЛ 3

## ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ

Спираючись на конструктивно-технологічний аналіз об'єкту керування і таблицю параметрів технологічного процесу (розроблену в попередньому пункті), оберемо канали регулювання, контролю та управління.

### 3.1 Канали контролю і управління

#### 3.1.1 Температура в підігрівачі

Для того, щоб хімічна реакція в контактному апараті протікала правильно, необхідно підтримувати певну температуру на виході з підігрівача.

З цією метою в підігрівачі встановлено датчик температури.

Контур регулювання температури в підігрівачі зображено на рис. 3.1.

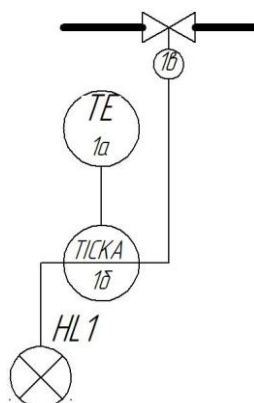


Рисунок 3.1 – Контур регулювання температури в підігрівачі

#### 3.1.2 Температура в холодильнику

Щоб загальмувати подальші перетворення формальдегіду, необхідно підтримувати в холодильнику задану температуру.

З цією метою в холодильнику встановлено датчик температури.

Контур регулювання температури в холодильнику зображено на рис. 3.2.

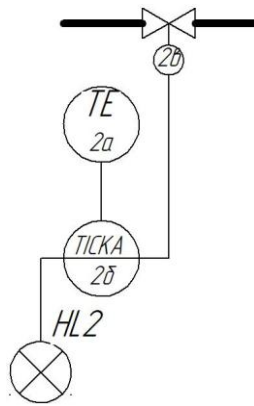


Рисунок 3.2 – Контур регулювання температури в холодильнику

### 3.1.3 Температура в барботажному холодильнику

З метою покращення процесу охолодження контактних газів необхідно слідкувати та впливати на температуру в барботажному холодильнику. Для цього в ньому встановлено датчик температури.

Контур регулювання температури в барботажному холодильнику зображено на рис. 3.3.

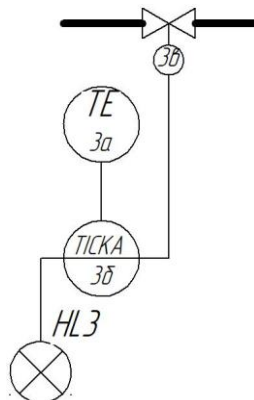


Рисунок 3.3 – Контур регулювання температури в холодильнику-конденсаторі

### 3.1.4 Температура у верхній частині колонного абсорбера

З метою покращення процесу поглинання водою формальдегіду з контактних газів необхідно слідкувати та впливати на температуру вгорі колонного абсорбера. Для цього там встановлено датчик температури.

Контур регулювання температури в колонному абсорбері зображено на рис. 3.4.

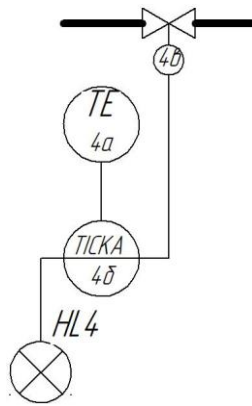


Рисунок 3.4 – Контур регулювання температури в колонному абсорбері

### 3.1.5 Температура у середній частині колонного абсорбера

З метою покращення процесу поглинання водою формальдегіду з контактних газів необхідно слідкувати та впливати на температуру в середній частині колонного абсорбера. Для цього там встановлено датчик температури.

Контур регулювання температури в колонному абсорбері зображено на рис. 3.5.

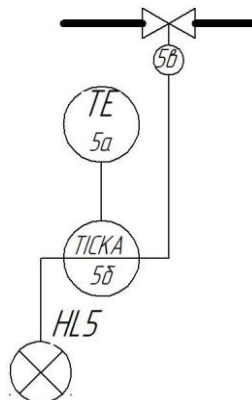


Рисунок 3.5 – Контур регулювання температури в колонному абсорбері

### 3.1.6 Температура у нижній частині колонного абсорбера

З метою покращення процесу поглинання водою формальдегіду з контактних газів необхідно слідкувати та впливати на температуру в нижній частині колонного абсорбера. Для цього там встановлено датчик температури.

Контур регулювання температури в колонному абсорбері зображено на рис. 3.6.



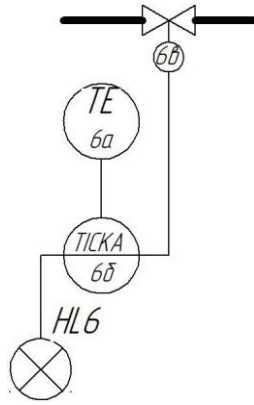


Рисунок 3.6 – Контур регулювання температури в колонному абсорбері

### 3.1.7 Рівень у випаровувачі

З метою покращення процесу випаровування метилового спирту необхідно підтримувати заданий рівень у випаровувачі. Для цього там встановлено датчик рівня.

Контур регулювання рівня в випаровувачі зображено на рис. 3.7.

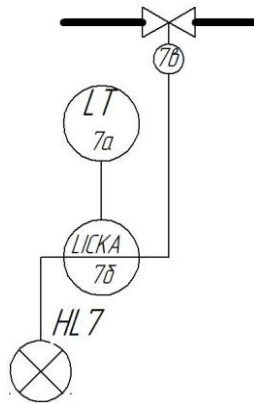


Рисунок 3.7 – Контур регулювання рівня в випаровувачі

### 3.2 Канали управління двигунами

Контур управління вакуум-насосом (рис. 3.8).

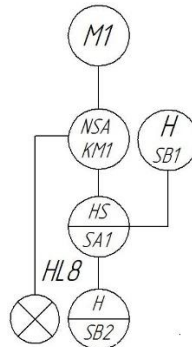


Рисунок 3.8 – Контур керування вакуум-насосом

Зазвичай в контурах керування насосами використовуються універсальні перемикачі (типу УП-5311), магнітні пускачі, та кнопки.

Відповідно до структурної схеми та опису технологічного процесу отримання формальдегіду, його параметрів та розглянутих вище контурів регулювання та контролю розроблена функціональна схема системи управління процесу отримання формальдегіду.

## РОЗДІЛ 4

### ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Під час автоматизації процесу отримання формальдегіду окисленням метилового спирту централізована система контролю та управління є найбільш зручним рішенням. З цією метою, ми вибрали сучасні технічні засоби автоматизації, прилади контролю, індикації та реєстрації. При виборі цих засобів, основними критеріями були надійність та уніфікованість. Наш розрахунок базується на тому, що мінімальна кількість технічних засобів забезпечить нормальний та безаварійний режим роботи обладнання. Це дозволяє зменшити складність системи та забезпечити ефективну автоматизацію процесу отримання формальдегіду окисленням метилового спирту.

#### 4.1 Вибір датчиків

Для впровадження контурів регулювання, контролю та керування, які були розглянуті, необхідно використовувати датчики, які вимірюють витрату, рівень та температуру.

##### 4.1.1 Датчик рівня ДРП-І (ПДУ-И)

Поплавкові магнітні рівнеміри ДРП-І – це пристрої, які призначені для моніторингу поточного рівня рідини у резервуарі та перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал 4...20 мА постійного струму (рис. 4.1).

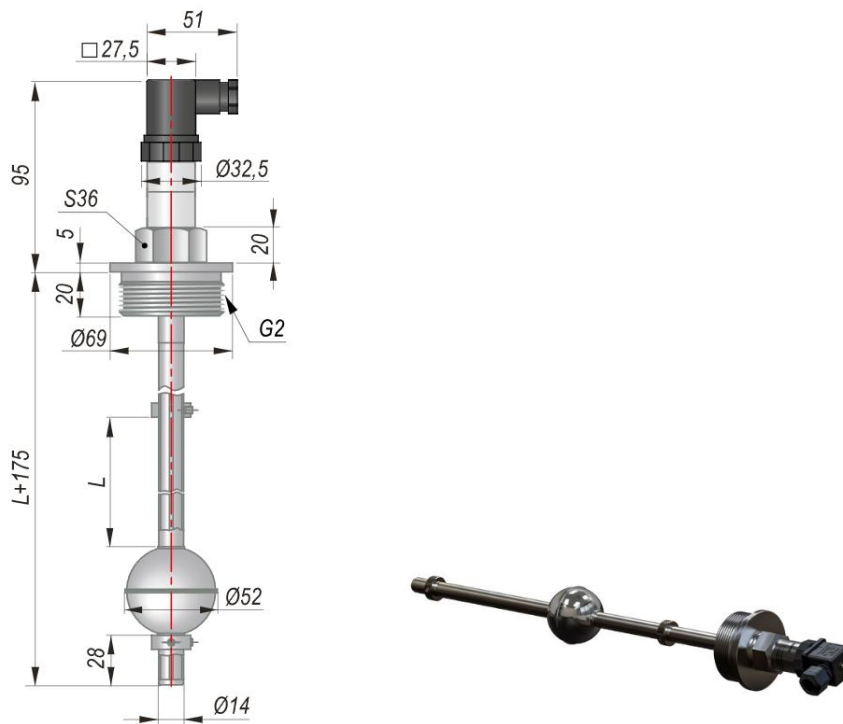


Рисунок 4.1 – Поплавкові магнітні рівнеміри ДРП-І

Рівнеміри можуть застосовуватись у системах контролю рівня рідини у різних резервуарах, у тому числі тих, що знаходяться під тиском. Робочим середовищем для датчиків цього типу є хімічно нейтральні та агресивні рідини, що не проявляють корозійну активність до матеріалу датчика (нержавіючої сталі 12X18Н10Т) та не утворюють летучих вибухонебезпечних сполук.

#### *Характеристики ДРП-І*

Довжина штока: від 250 мм до 2500 мм (кратність 250 мм).

Дискретність перетворення: 5 або 10 мм.

Діапазон робочих температур вимірювального середовища:  $-60...+125^{\circ}\text{C}$ .

Діапазон робочого тиску вимірювального середовища: від вакууму до 2 МПа.

Густина робочого середовища:  $\geq 0,65 \text{ г/см}^3$ .

Термін служби – не менше 8 років.

Індивідуальна упаковка.

Найнижчі ціни в сегменті аналогічної продукції.

Виготовляється датчик з кабельним вводом стандарту EN175301-803 (DIN43650A).

#### *Застосування датчиків рівня ДРП-І*

Поплавкові датчики рівня ДРП-І призначені для вимірювання та контролю рівня рідини (води, розчинів, світлих нафтопродуктів та інших рідких середовищ, зокрема агресивних, за винятком корозійно-активних до матеріалу датчика) в різних резервуарах (а також в чистих природних водоймах). Датчики стійкі до піни та бульбашок і можуть працювати з в'язкими рідинами.

### **4.1.2 Датчик температури**

#### *Модель ДТІІН165 (рис. 4.2)*

Високотемпературні термопари на основі КТМС призначені для вимірювання температури до  $1250^{\circ}\text{C}$  газоподібних, рідких, твердих та сипких середовищ, неагресивних за відношенням до матеріалу корпусу датчика.

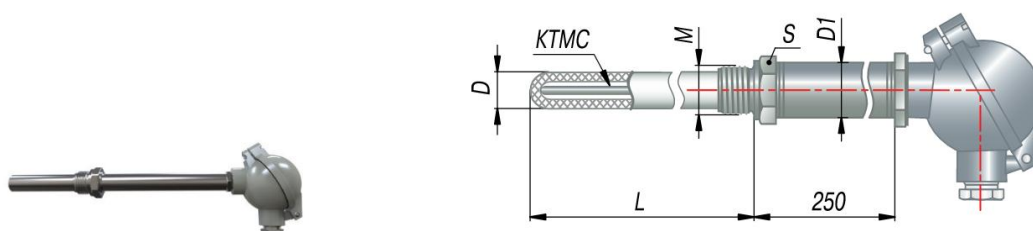


Рисунок 4.2 – Датчик температури моделі ДТІІН165

Високотемпературні термопари мають розбірну конструкцію. Вставка із КТМС вміщується у чохлах із сталі ХН45Ю або із корунда CER795. За стійкістю до впливу високих температур

датчики цього типу одержали широке застосування у металургійній та фарфорово-фаянсовій галузях промисловості, де використовуються для контролю температури при випалюванні цегли та виробів із кераміки, вимірюванні температури димових газів тощо.

Термоелектроди для КТМС виготовляються із різних сплавів, завдяки чому одержують термопари з різними характеристиками та можливостями для застосування:

- 1) хромель-копель ХК (L). Термопари мають високу стабільність при температурах до  $+600^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) залізо-константан ЗК (J). Універсальні термопари для вимірювання температур до  $+750^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) хромель-алюмель ХА (K). Термопари із цього сплаву відрізняються стійкістю до окислення при високих температурах (до  $+1100^{\circ}\text{C}$ );
- 4) ніхросил-нісил НН (N). Термопари із цього сплаву відрізняються високою стабільністю та широким діапазоном робочих температур: від  $-40$  до  $+1250^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє застосовувати їх при заміні дорогих термопар, які виготовляються із дорогоцінних металів.

Модель ДТПН365 (рис. 4.3)

Термопари на основі КТМС призначені для вимірювання температури рідких, твердих та газоподібних середовищ, у тому числі з високою температурою (до  $1250^{\circ}\text{C}$ ), що не агресивні до матеріалу корпусу датчика.



Рисунок 4.3 – Датчик температури моделі ДТПН365

Як матеріал термоелектродів для КТМС застосовуються різні сплави, що визначає характеристики термопар та можливості їх застосування:

- 1) хромель-копель (L). Термопари мають високу стабільність при температурах до  $600^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) хромель-алюмель (K). Термопари відрізняються стійкістю до окислення при високих температурах до  $1100^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) ніхросил-нісил (N). Мають високу стабільність та широкий діапазон робочих температур: від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+1250^{\circ}\text{C}$ , що дає змогу використовувати їх для заміни термопар із дорогоцінних металів.

Функціональні переваги термопар із КТМС у порівнянні з дротяними термопарами:

- 1) низький показник теплової інерції (2 с – для КТМС діаметром 4,5 мм) для реєстрації швидкоплинних процесів;
- 2) висока стабільність та збільшений робочий ресурс (перевищення у 2-3 рази у порівнянні зі звичайними);
- 3) можливість згинання, монтажу у важкодоступних місцях та кабельних каналах (60-100 м);
- 4) різні варіанти встановлення: приварювати, припаювати або кріпити термопару (хомутом, на гвинт) до поверхні витримують великий робочий тиск (до 150 МПа);
- 5) для додаткового захисту термоелектродів від впливу навколишнього середовища термопари можуть виготовлятися у захисних чохлах.

Привід клапанів **Belimo RV24A-SZ** (рис. 4.4)

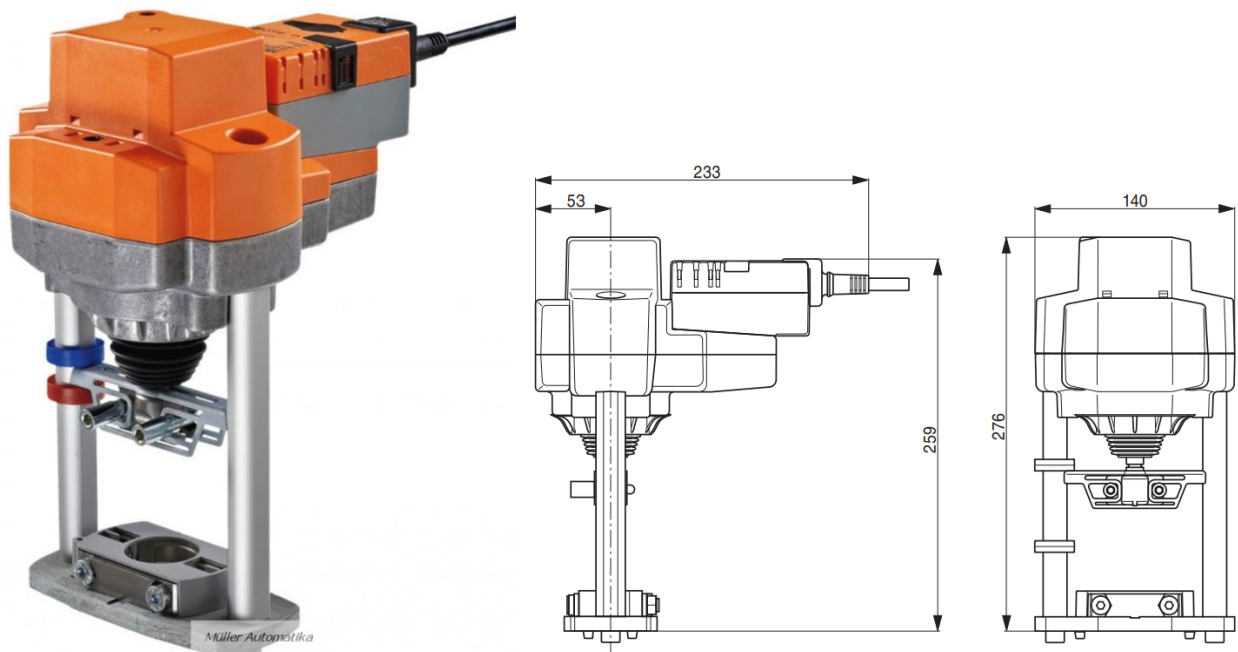


Рисунок 4.4 – Привід клапанів Belimo RV24A-SZ

Особливості приладу:

- 1) Просте встановлення. Привід легко кріпиться до шийки клапану за допомогою спеціального хомута. Шток клапана автоматично з'єднується зі штоком приводу. Привід може бути закріплений на шийці клапану в будь-якому положенні.
- 2) Ручне керування. За допомогою 5 мм шестигранного ключа при натисканні та утриманні кнопки на корпусі приводу. Після подачі живлення, шток приводу повернеться в положення, що відповідає сигналу керування.

- 3) Висока функціональна надійність. Електропривід захищений від перевантажень, не потребує кінцевих вимикачів та зупиняється автоматично при досягненні кінцевих положень.

Клапан **Belimo H6100X125-SP2** (рис. 4.5)

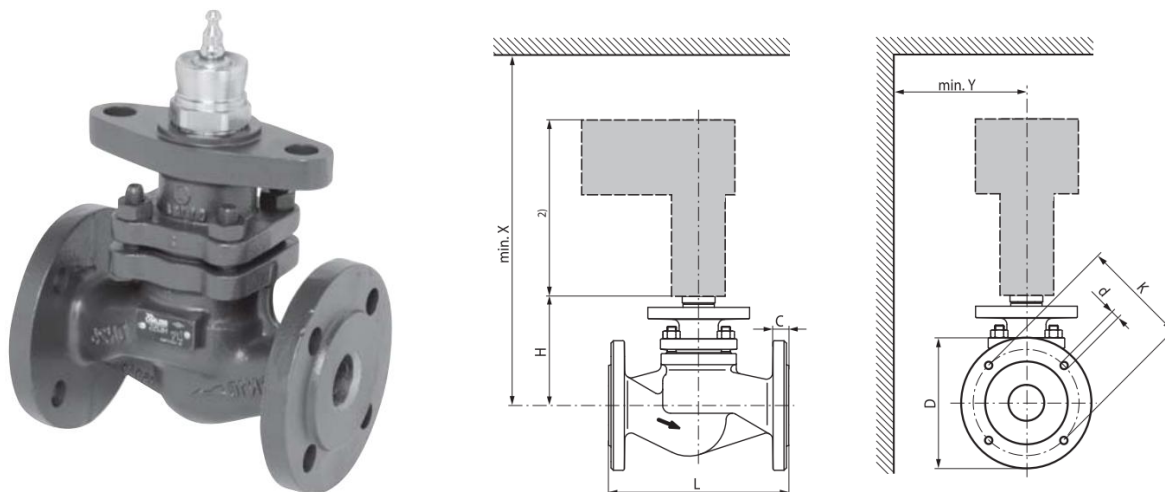


Рисунок 4.5 – Клапан Belimo H6100X125-SP2

Застосування:

- 1) водяні контури в установках підготовки повітря;
- 2) водяні контури в опалювальних установках.

Принцип роботи. Сідельний клапан приводиться в дію лінійним електроприводом, який керується стандартним аналоговим сигналом, або за 3-точковою схемою і пересуває конус клапану – робочий елемент – в положення, що відповідає керуючому сигналу.

Особливості виробу:

- 1) рівнопропорційна характеристика зміни потоку, забезпечена профілем конусу клапану;
- 2) можливість ручного керування, використовуючи шестигранний ключ для повороту приводу. Примітка: 2-ходовий клапан може бути перетворений в 3-ходовий видаленням заглушки з порту В.
- 3) Клапан розроблений для використання в системах опалення, вентиляції та кондиціонування і не застосовується в межах, що виходять за рамки, котрі вказані у специфікації, особливо для застосування на повітряних судах.
- 4) Пристрій може встановлюватись лише спеціально навченим персоналом. В процесі встановлення мають бути враховані всі рекомендації заводу-виробника.
- 5) Клапан не містить частин, котрі можуть бути перевстановлені, або відремонтовані споживачем.

- 6) Недопустима утилізація разом з побутовими відходами. Необхідно дотримуватись усіх діючих правил та інструкцій, що відносяться до даної конкретної місцевості.
- 7) При розрахунку потоку в регулюючому, або кінцевому керуючому елементі повинні враховуватись прийняті правила і норми.



### 4.1.3 Датчик управління ТРМ10

Вимірювач ПІД-регулятор одноканальний (рис. 4.6).

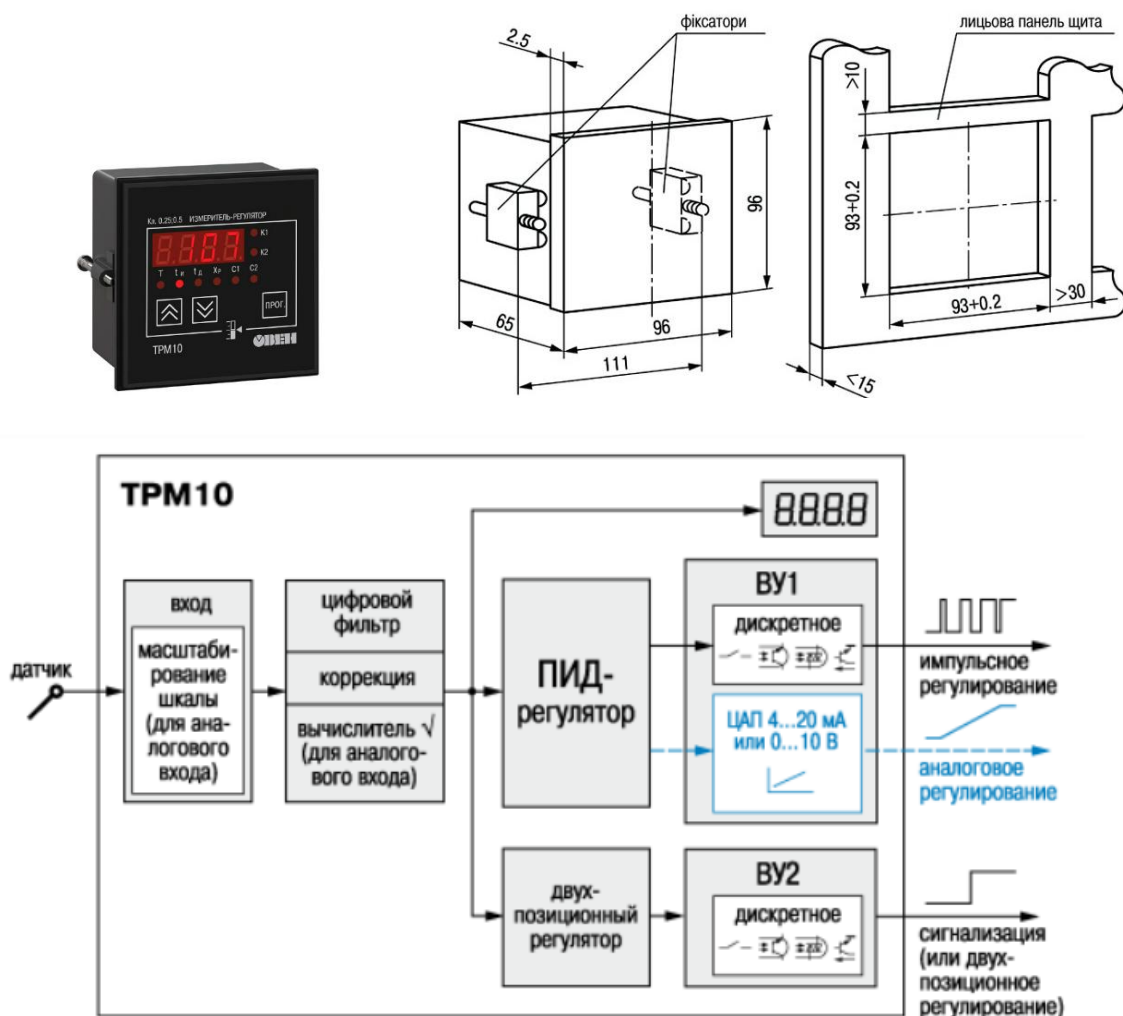


Рисунок 4.6 – Вимірювач ПІД-регулятор одноканальний

#### Призначення ПІД-регулятора ТРМ10

Терморегулятор ТРМ10 призначений для вимірювання температури або іншої фізичної величини (ваги, тиску, вологості тощо), імпульсного або аналогового керування навантаженням за пропорційно-інтегрально-диференціальним (ПІД) законом, а також для формування додаткового сигналу, який може бути використаний для сигналізації про вихід параметра за встановлені межі або для двопозиційного регулювання.

Пристрій ТРМ10 рекомендується застосовувати для керування об'єктами, які мають підвищену інерційність, де звичайне двопозиційне регулювання не забезпечує необхідну точність. При використанні у якості терморегулятора терморегулятор ТРМ10 може керувати як процесом нагрівання, так і процесом охолодження об'єкта.

Клас точності 0,5 (термопари)/0,25 (інші типи сигналів).

Регулятор випускається у корпусах 5 типів: настінному Н, монтаж на DIN-рейку Д та щитових Щ1, Щ11, Щ2.

Основні функції ПІД-регулятора ТРМ10:

- 1) Універсальний вхід для підмикання широкого спектру датчиків температури, тиску, вологості, витрати, рівня тощо.
- 2) ПІД-регулювання виміряної величини з використанням «нагрівача» або «холодильника».
- 3) Автоналаштування ПІД-регулятора за сучасним ефективним алгоритмом.
- 4) Додатковий вихід для сигналізації про вихід регульованої величини за встановлені межі (або для двопозиційного регулювання).
- 5) Регулювання потужності (наприклад, для керування інфрачервоною лампою) у модифікації з аналоговим виходом 4...20 мА, спільно з пристроєм БУСТ.
- 6) Можливість керування трьохфазовим навантаженням.
- 7) Вихідний сигнал струму 4...20 мА для реєстрації виміряної величини (модиф. за типом виходу І).
- 8) Можливість керування трьохфазовим навантаженням (модиф. за типом виходу С3).
- 9) Імпульсне джерело живлення 90...245 В 47...63 Гц.
- 10) Вбудоване джерело живлення 24 В для активних датчиків, вихідних аналогових пристроїв (ЦАП) тощо.
- 11) Програмування кнопками на лицевій панелі пристрою.
- 12) Збереження налаштувань при вимкненні живлення.
- 13) Захист налаштувань від несанкціонованих змін.

## **4.2 Вибір контролера**

Щоб втілити модернізацію автоматизованої «Системи управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту», необхідно вибрати програмно-технічні засоби, а також проаналізувати їх сумісність.

Програмно-технічні засоби модернізації автоматизованої системи управління включають в себе: вимірювальні та виконавчі пристрої, апаратуру контролерів, а також системи сигналізації. Збором інформації про технологічний процес займаються вимірювальні пристрої, а виконавчі пристрої перетворюють електричну енергію в механічну або іншу фізичну величину для виконання впливу на об'єкт управління відповідно до обраного алгоритму управління. Апаратура контролерів здійснює виконання задач розрахунку та логічних операцій.

#### 4.2.1 Вибір апаратури контролерів

Для створення автоматизованої системи (АС) управління технологічним процесом отримання формальдегіду було обрано контролерне обладнання німецького виробника «Siemens», зокрема контролер Siemens S7400 (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 – Siemens S7400

Siemens S7400 – це модульний контролер із захистом від аварій.

Логічний контролер Siemens S7 400 призначений для:

1. Отримання сигналів і логічної обробки від різних типів вимірювальних приладів.
2. Формування сигналів запуску або автоматичної зупинки (блокування технологічного обладнання).
3. Формування світлової та звукової сигналізації для оповіщення оператора про порушення роботи технологічного обладнання.
4. Циклічного та дискретного управління.
5. ПІ/ПІД-регулювання.

ПЛК Siemens S7 400 відповідає вимогам «Загальних правил вибухобезпеки для вибухопожежонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв» і може використовуватися в системах протиаварійного автоматичного захисту (ПАЗ) компресорів, насосів та іншого технологічного обладнання в різних галузях промисловості.

ПЛК побудований за модульним принципом, де модуль є мінімальною неподільною одиницею, що виконує окрему функцію.

Основні типи модулів ПЛК:

1. Модулі вхідних аналогових або двопозиційних каналів (ВК).
2. Модулі вихідних керуючих струмових або дискретних каналів (КК).

3. Процесорний модуль (ПР).
4. Комунікаційний модуль (МК).
5. Модуль живлення (П).
6. Панель управління (ПУ).

ПЛК підтримує резервування модулів, що дозволяє замінювати їх «на гарячу», не зупиняючи систему.

В автоматизованій системі на різних рівнях управління застосовуються різні алгоритми. У процесі роботи було розроблено наступні алгоритми автоматизованої системи:

- 1) збору даних вимірювань;
- 2) алгоритм автоматичного регулювання технологічного параметра.

У якості каналу вимірювань обрано канал вимірювання температури в ректифікаційній колоні. Для цього каналу розроблено алгоритм збору даних. Алгоритм збору даних з каналу вимірювання температури в ректифікаційній колоні наведено в додатку А.

У якості алгоритму регулювання буде використано алгоритм ПД-регулювання, який забезпечує високу якість регулювання, короткий час виходу на режим та низьку чутливість до зовнішніх збурень. ПД-регулятор застосовується в системах автоматичного управління для підтримки заданого значення вимірюваного параметра.

ПД-регулятор вимірює відхилення стабілізованої величини від заданого значення (уставки) та видає управляючий сигнал, що є сумою трьох складових:

- 1) Пропорційна складова – пропорційна відхиленню;
- 2) Інтегральна складова – пропорційна інтегралу відхилення;
- 3) Диференціальна складова – пропорційна похідній відхилення.

Процес регулювання рівня відбувається наступним чином:

На вхід блоку управління надходять задане (уставка)  $y(t)$  та поточне  $y(t)$  значення регульованої величини.

Блок управління обчислює розсогласування  $e(t) = y(t) - y(t)$ , на основі якого формується управляючий сигнал  $u(t)$ , що подається на вхід виконавчого пристрою.

Завдання по рівню порівнюється з поточним значенням рівня, отриманим за допомогою датчика рівня.

На основі розсогласування регулятор рівня формує завдання по положенню регулюючого органу.

Задане положення порівнюється з поточним, отриманим від датчика положення регулюючого органу.

На основі розсогласування по положенню блок управління формує управляючий сигнал на виконавчий механізм.

#### 4.2.2 Передаточна функція асинхронного електродвигуна

Асинхронний електродвигун – це аперіодичний елемент, який перетворює електричну енергію в енергію обертання вала.

Передаточний статичний коефіцієнт – це відношення кутової швидкості обертання до частоти мережі живлення (4.1). Частота живлення асинхронного електродвигуна є номінальною і дорівнює 50 Гц.

Згідно з характеристикою асинхронного електродвигуна, постійна часу електродвигуна дорівнює 0,8.

$$k_D = \frac{W_D}{f_H} = \frac{2 * 3.14 * 1500}{60 * 50} = 3,14, \quad (4.1)$$

$$W(s) = \frac{k_D}{T_D * s + 1} = \frac{3.14}{0.8 * s + 1}, \quad (4.2)$$

де  $K_D$  – статичний передаточний коефіцієнт, який відображає відношення між зміною вихідної величини (кутовою швидкістю обертання двигуна) та зміною вхідної величини (напругою, струмом) в статичному режимі, тобто коли система досягла рівноваги;  $T_D$  – постійна часу електродвигуна, яка визначає, як швидко двигун реагує на зміну вхідного сигналу. Чим менше значення  $T_D$ , тим швидше двигун досягає своєї кінцевої швидкості;  $W_D$  – кутова швидкість обертання двигуна яка виражена в радіанах за секунду або в оборотах за хвилину (об/хв).

#### 4.2.3 Перетворювач частоти

*Перетворювач частоти* – це аперіодичний елемент, який перетворює електричну енергію мережі в електричну енергію для управління об'єктом:

$$W(s) = \frac{k_{\Pi}}{T_{\Pi} * s + 1}, \quad (4.3)$$

де  $k$  – статичний передаточний коефіцієнт перетворювача;  $T_{\Pi}$  – постійна часу перетворювача.

Статичний передаточний коефіцієнт перетворювача визначається при номінальному значенні вхідного впливу в статичному режимі:

$$k_{\Pi} = \frac{f_H}{I_B}, \quad (4.4)$$

де  $f_H$  – частота, що забезпечує номінальний режим роботи;  $I_B$  – вхідна напруга керування.

Перетворювач частоти здійснює керування за допомогою ПІД-регулювання, використовуючи струм 4-20 мА, а частоту двигуна змінює в межах від 0 до 50 Гц. Передаточний коефіцієнт буде відповідати відношенню номінальної частоти двигуна до вхідної напруги керування перетворювача частоти:

$$k_{\text{п}} = \frac{f_{\text{н}}}{I_{\text{в}}} = \frac{50}{20} = 2,5 \quad (4.5)$$

Формула для постійної часу перетворювача залежить від типу перетворювача і його конструкції.

$$T_{\text{п}} = T_{\text{ф}} + \frac{1}{2 * m * f_{\text{н}}}, \quad (4.6)$$

де  $T_{\text{ф}}$  – постійна часу імпульсно-фазового управління (СИФУ);  $m$  – кількість фаз.

Значення для постійної часу СИФУ зазвичай становить 0,003 – 0,005 секунди, тому при моделюванні значення прийнято обирати з цього діапазону значень. При модернізації автоматизованої системи відбувається заміна технічної складової обладнання, тому  $T_{\text{ф}} = 0,003$  секунди, використання нового та сучасного обладнання. Номінальне значення частоти дорівнює 50 Гц, а кількість фаз для здійснення керування трифазним двигуном дорівнює 3.

$$T_{\text{п}} = T_{\text{ф}} + \frac{1}{2 * m * f_{\text{н}}} = 0,003 + \frac{1}{2 * 3 * 50} = 0,006 \quad (4.7)$$

Передаточна функція керування:

$$W(s) = \frac{k_{\text{п}}}{T_{\text{п}} + 1} = \frac{2,5}{0,006s + 1} \quad (4.8)$$

Передаточна функція трубопровода:

$$f = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{3,14 * 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

$$c = \frac{Q}{f} * \sqrt{\frac{s}{2 * \Delta s}} = \frac{480}{0,0314} * \sqrt{\frac{838}{2 * 0,98 * 0,5 * 10^6}} = 0,3827 \text{ с} \quad (4.10)$$

$$T = \frac{2 * L * f * c^2}{Q} = \frac{2 * 5 * 0,0314 * 0,3827^2}{\frac{480}{3600}} = 0,354 \text{ c} \quad (4.11)$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{5 * 0,0314}{\frac{480}{3600}} = 1,2 \text{ c} \quad (4.12)$$

$$W(s) = \frac{1}{Ts + 1} * e^{-\tau_0 * s} = \frac{1}{0,354 * s + 1} * e^{-1,2 * s} \quad (4.13)$$

Модель структурної схеми автоматичного регулювання в пакеті програм Matlab в середовищі Simulink представлена на рис. 4.8.

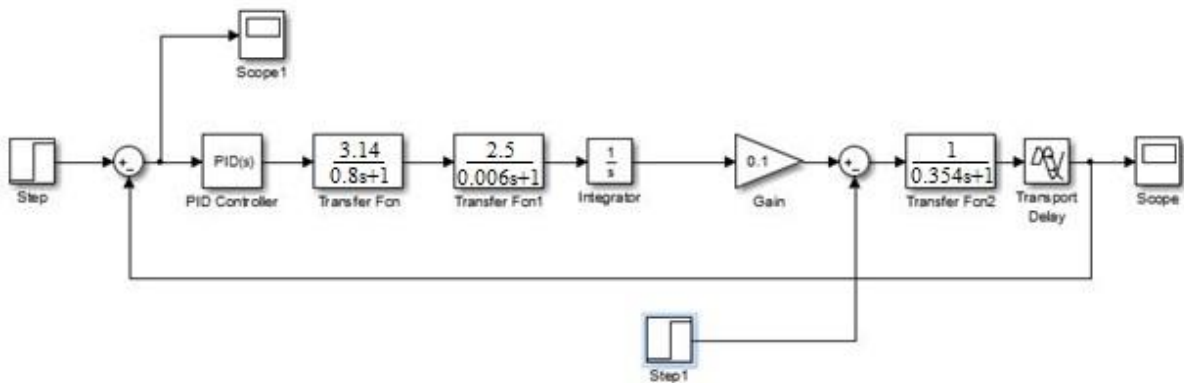


Рисунок 4.8 – Модель процесу стабілізації тиску в середовищі Simulink

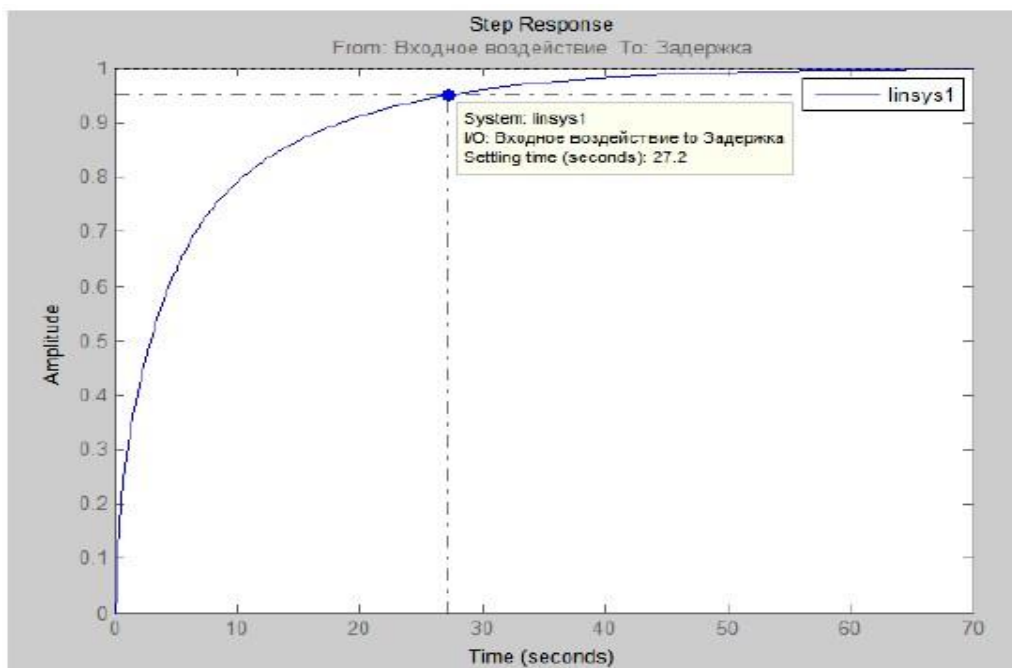


Рисунок 4.9 – Графік перехідного процесу

В результаті моделювання процесу я отримую час перехідного процесу 27,2 секунди (рис. 4.9). Також спостерігаю підтримання заданого значення рівня при виникненні збурень, у вигляді ввімкнення контрольної лінії для режиму перевірки метрологічних характеристик.

### 4.3 Екранні форми АС

Керування автоматизованою системою управління реалізовано з використанням SCADA-системи WinCC. Саме такі системи пропонують найбільш повні та легко розширювані засоби взаємодії людини з машиною. Одна з основних особливостей сучасних систем автоматизації - високий рівень інтеграції цих систем. В будь-якій з них можуть бути задіяні об'єкти керування, виконавчі механізми, апаратура, що реєструє та обробляє інформацію, робочі місця операторів, сервери баз даних тощо.

#### *Розробка дерева екранних форм*

Оператор АРМ може здійснювати навігацію екранними формами, використовуючи кнопки прямого виклику. При запуску проекту з'являється вікно авторизації користувача, в якому потрібно ввести логін та пароль (рис. 4.10). Якщо логін та пароль виявляються правильними, з'являється мнемосхема основних об'єктів роздільника рідин: роздільник, канали регулювання. Крім того, на мнемосхемі основних об'єктів у користувача є прямий доступ до карти нормативних параметрів роздільника рідин.



Рисунок 4.10 – Дерево екранних форм





Рисунок 4.11 – Головне меню

В головному меню розташовані кнопки та індикатори, що виконують наступні функції (рис. 4.11):

- 1) Кнопка «Пуск» – запуск роботи;
- 2) Кнопка «Аварійний СТОП» – аварійне відключення роботи блоку підготовки метанолу;
- 3) Кнопка-індикатор «Висока температура» – сигналізує про перевищення температури;
- 4) Кнопка-індикатор «Високий тиск» – сигналізує про перевищення тиску;
- 5) Кнопки-індикатори «Низький рівень», «Високий рівень» – відображення стану рівня.

Панель керування містить кнопки та індикатори, які виконують такі дії:

- 1) Кнопка «Пуск»: запускає роботу.
- 2) Кнопка «Аварійний СТОП»: аварійно зупиняє роботу блоку підготовки метанолу.
- 3) Кнопка-індикатор «Висока температура»: сигналізує про перевищення температури.
- 4) Кнопка-індикатор «Високий тиск»: сигналізує про перевищення тиску.
- 5) Кнопки-індикатори «Низький рівень», «Високий рівень»: показують стан рівня.

Відеокадр дозволяє контролювати стан і керувати технологічним обладнанням. Він складається з (рис. 4.12):

- 1) Мнемосхеми блоку підготовки метанолу: графічне зображення технологічного процесу в блоці підготовки метанолу.
- 2) Додаткових мнемосхем: додаткові графічні зображення для налаштування параметрів технологічного та контрольно-вимірювального обладнання.

Точки вимірювання, реєстрації та регулювання технологічних параметрів

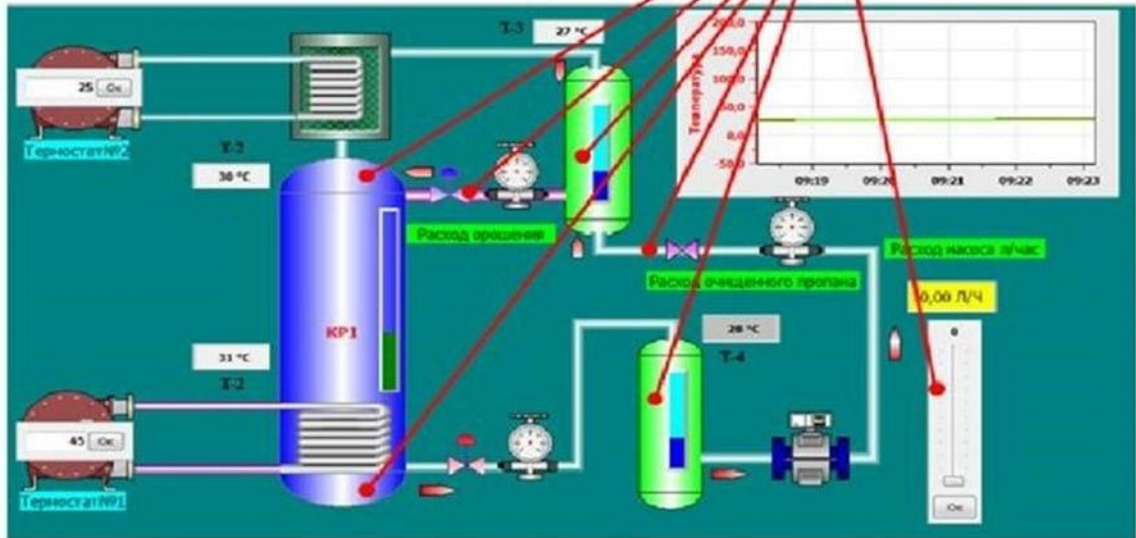


Рисунок 4.12 – Мнемосхема технологічного процесу.

## РОЗДІЛ 5

### РОЗРОБКА СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Функціональна схема автоматичного контролю та управління призначена для відображення основних технічних рішень, що приймаються при проектуванні систем автоматизації технологічних процесів.

Функціональна схема автоматизації є технічним документом, що визначає функціонально-блочну структуру окремих вузлів автоматичного контролю, управління та регулювання технологічного процесу та оснащення об'єкта управління приладами та засобами автоматизації. На функціональній схемі автоматизації зображуються системи автоматичного контролю, регулювання, дистанційного управління, сигналізації, захисту та блокувань.

При розробці функціональної схеми автоматизації технологічного процесу вирішені такі завдання:

- 1) Завдання отримання первинної інформації про стан технологічного процесу та обладнання
- 2) Завдання контролю та реєстрації технологічних параметрів процесів та стану технологічного обладнання

#### **5.1 Основні завдання АСУ ТП**

Основні завдання АСУ ТП:

- 1) Автоматичний збір даних та обробка інформації з повним використанням методів автоматизації та оптимізації згідно з основними задачами систем управління, в тому числі з використанням підсистем автоматизації. Використання даних у режимі реального часу, телеметрії та безпосереднього прямого зв'язку з обладнанням.
- 2) Зберігання архівної пам'яті та комплексне використання інформації в процесі експлуатації технологічного обладнання, а також під час розв'язання задач управління.
- 3) Безпосереднє відображення інформації та діагностика стану роботи технологічного обладнання.
- 4) Безпосереднє відображення інформації та діагностика стану параметрів технологічного процесу.
- 5) Безпосереднє відображення інформації та діагностика стану виконавчих механізмів.
- 6) Автоматичне (заданий алгоритм роботи), дистанційне (команди з панелі оператора) та місцеве (команди з місця встановлення) управління роботою технологічного процесу та обладнання з дотриманням контролю безпеки та безаварійності технологічного процесу.

## 5.2 Призначення системи АСУ ТП

Метою системи є модернізація автоматизованої системи управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового.

Модернізація автоматизованої системи управління призначена для:

- 1) Збору та обробки даних від засобів вимірювання технологічного процесу.
- 2) Збору та обробки даних про стан технологічного обладнання.
- 3) Збору та обробки даних про виконавчі механізми технологічного процесу.
- 4) Виконання заданого алгоритму роботи технологічного процесу шляхом контролю параметрів технологічного процесу та створення керуючих впливів на виконавчі механізми.
- 5) Представлення всієї інформації на моніторі оператора про поточний стан роботи технологічного процесу.
- 6) Аварійної та попереджувальної сигналізації при порушенні параметрів технологічного процесу, тобто виходу значень за аварійні та предаварійні межі.
- 7) Контролю рівня загазованості, знаходження у заданих нормативних параметрах технологічного процесу, а також переведення Автоматизована система управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового в безпечний стан при порушенні нормативних параметрів технологічного процесу.
- 8) Автоматичного контролю, управління та використання даних у режимі реального часу.
- 9) Контролю технологічних та нормативних параметрів технологічного процесу печі риформінга.

Автоматизована система управління технологічним процесом (АСУ ТП) отримання формальдегіду окисленням метилового спирту повинна проектуватися за ієрархічним принципом з використанням стандартних протоколів міжрівневого обміну інформацією.

Вибір структури інформаційно-управляючої системи, програмованого логічного контролера, засобів вимірювання та виконавчих механізмів здійснюється на альтернативній основі та має економічне та технічне обґрунтування.

У системі повинна бути передбачена можливість аварійної зупинки технологічного процесу за фізичними каналами. Система повинна забезпечувати можливість автономної роботи. Відключення каналів контролю параметрів, що визначають вибухонебезпечність об'єкта, повинно фіксуватися системою.

Система повинна бути захищена від несанкціонованого доступу до управління, функцій та інформації за допомогою прав доступу, паролів та інших способів.

### **5.3 Вимоги до технічного забезпечення АСУ ТП**

Комплекс технічних засобів системи АСУ ТП управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту повинен відповідати всім умовам виконання всіх автоматизованих функцій АСУ ТП.

Програмований логічний контролер повинен мати запас за каналами вводу/виводу не менше 20% для можливості введення в експлуатацію нових засобів вимірювання та покращення системи технологічного процесу.

Технічні засоби АСУ ТП повинні бути виконані та змонтовані відповідно до вимог технічної, експлуатаційної та нормативної документації. Експлуатація та функціонування технічних засобів АСУ ТП повинні бути зручними при виконанні технічного обслуговування.

Усі зовнішні елементи технічних засобів, які перебувають під напругою, повинні мати захист від випадкового дотику, а самі технічні засоби - мати захисне заземлення.

Засоби вимірювання, використовувані в системі, повинні бути виконані у вибухозахищеному виконанні. При виборі засобів вимірювання слід використовувати апаратуру, виконану з використанням іскробезпечних ланцюгів. Чутливі елементи засобів вимірювання, які перебувають у безпосередньому контакті з сірководневмісним або іншим агресивним середовищем, повинні бути виконані з корозійностійких матеріалів або для їх захисту необхідно використовувати мембранні розділювачі середовищ. Ступінь захисту технічних засобів від пилу та вологи не менше IP56.

### **5.4 Вимоги до метрологічного забезпечення засобів АСУ ТП**

Для вимірювання тиску в технологічному процесі похибка засобів вимірювання тиску повинна бути менше 1%.

Для вимірювання температури в печі основна похибка засобів вимірювання температури повинна бути менше 0,2%.

У вимірювальних каналах системи знаходяться такі компоненти:

- 1) засоби вимірювання тиску;
- 2) засоби вимірювання температури;
- 3) засоби вимірювання витрати;
- 4) перетворювачі;
- 5) пристрої зв'язку з об'єктом (контролери);
- 6) лінії зв'язку та передавання даних;
- 7) програмне забезпечення.

У складі системи дозволяється використовувати компоненти, що пройшли Державну перевірку на відповідність діючій на них нормативно-технічній документації та перебувають у Державному реєстрі засобів метрологічного контролю.

### **5.5 Вимоги до програмного забезпечення АСУ ТП**

Реалізація завдання автоматизації контролю та управління конкретною технологічною системою технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту здійснюється за допомогою спеціального програмного забезпечення, що виконується в реальному часі технологічного процесу.

Програмне забезпечення автоматизованої системи управління повинно мати такі властивості:

- 1) Повна достатня функціональність.
- 2) Надійність або безвідмовність (у тому числі відновлюваність, наявність засобів діагностики помилок).
- 3) Модифікованість.
- 4) Модульність побудови.
- 5) Зручність експлуатації та обслуговування.

АРМ оператора є інтерфейсом між людиною (оператором) та процесом і виконує такі функції:

- 1) Управління даними нижнього рівня, що надходять за локальною мережею системи.
- 2) Системи контролю та управління в масштабі реального часу.
- 3) Відображення технологічних та аварійних повідомлень.
- 4) Сигналізація несправності локальної мережі та фіксація недостовірності даних.
- 5) Оперативне управління технологічним процесом та обладнанням.
- 6) Виявлення та відображення критичних та аварійних ситуацій.
- 7) Відображення графіків поточних значень технологічних параметрів у масштабі реального часу за заданий інтервал.
- 8) Відображення інформації про поточні параметри технологічного процесу на мнемосхемі оператора.
- 9) Збір даних та архівація історії зміни технологічних параметрів.
- 10) Вивід сигналізації про порушення роботи технологічного обладнання або відхилення від параметрів робочого процесу.

Спеціальне програмне забезпечення повинно являти собою сукупність програм, що забезпечують виконання певного класу функцій та задач відповідного рівня АСУ ТП (алгоритми

управління технологічним обладнанням, розрахунки компетентності та правильності систем тощо).

## **5.6 Вимоги до інформаційного забезпечення АСУ ТП**

Засоби інформаційного забезпечення системою технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту повинні включати в себе:

- 1) Уніфіковану систему електронних документів, яку можна виразити у вигляді набору форм статистичної звітності.
- 2) Розподілену структуровану базу даних (БД), що повинна здійснювати зберігання системи.
- 3) Засоби ведення та управління базами даних.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської роботи була проаналізована модернізація системи управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту.

У ході виконання роботи були вивчені особливості технологічного процесу роботи на установці, а саме роботи блоку підготовки метилового спирту. Була розроблена функціональна схема автоматизації блоку підготовки метилового спирту, що дозволяють визначити склад необхідного обладнання та кількість каналів передачі даних та сигналів. Був здійснений вибір комплексу апаратно-технічних засобів реалізації автоматизованої системи, а саме були підібрані ПЛК (Siemens S7400), поплавкові магнітні рівнеміри (ДРП-І), датчик температури (ДТПН165), датчик управління (ТРМ10), регулюючі клапани з електроприводом (Belimo H6100X125-SP2 та Belimo RV24A-SZ).

У рамках бакалаврської роботи була розроблена автоматизована система, вивчений технологічний процес комплексного блоку підготовки метилового спирту на установці, розроблена функціональна схема автоматизації блоку підготовки метилового спирту, визначено склад необхідного для реалізації автоматизованої системи обладнання. Проведено конструктивно-технологічний аналіз об'єкту керування, складено таблицю параметрів технологічного процесу, обрано канали регулювання, контролю та управління. Зроблено вибір промислових датчиків та обладнання, розроблена схема зовнішніх проводок, дерево екранних форм, функціональна схеми та мнемосхеми.

Розроблена схема зовнішніх проводок, завдяки якій у разі відмови системи існує можливість оперативно знайти несправності та легко їх усунути. Для управління технологічним обладнанням та збору даних були розроблені алгоритми пуску/зупинки технологічного обладнання та управління збором даних.

Таким чином, вивчена та проаналізована модернізація системи. Автоматизована система управління технологічним процесом отримання формальдегіду окисленням метилового спирту не тільки задовольняє поточним вимогам до системи автоматизації, але й має високу гнучкість, що дозволяє покращувати дану автоматизовану систему управління відповідно до зростаючих протягом усього терміну експлуатації вимог.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматичні прилади, регулятори та керуючі машини: довідкове видання / Під ред. Б. Д. Кошарського. – 3-є вид., перероб. і доп. – Л. : Машинобудування, 1976. – 880 с.
2. Датчики температури ДТПН165 [Електроний ресурс]. – Режим доступу : <https://aqteck.com.ua/ua/datchyky/dtrxxx5-termopary-na-osnovi-ktms-iz-komutacijnoju-golovkoju>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Датчик рівня ДРП-І (ПДУ-И) [Електроний ресурс]. – Режим доступу : <https://aqteck.com.ua/ua/datchyky/pdu-i-poplavlkovy-datchyky-rivnja-z-analogovym-vhidnym-sygnalom-4-20-ma>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
4. Загальна хімічна технологія органічних речовин : навчальний посібник для хім. технікумів / Д. Д. Зиков, В. А. Деревицька, Є. Б. Тростянська та ін.; Під ред. д-ра техн. наук проф. Д. Д. Зикова. – 2-ге вид., перероб. – 1966. – 608 с. : іл., карт.; 22 см.
5. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів з напрямку підготовки «Системна інженерія» і спеціальності «Комп'ютеризовані системи управління і автоматика». – Суми : СумДУ, 2013. – 69 с.
6. Клапани Belimo H6100X125-SP2 [Електроний ресурс]. – Режим доступу : [http://belimo.com.ua/files/catalog\\_water/067\\_H6...X..-S\(P\)2.pdf](http://belimo.com.ua/files/catalog_water/067_H6...X..-S(P)2.pdf). – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
7. Попович М. Г. Теорія автоматичного регулювання : підручник / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – К. : Либідь, 1997. – 544 с.
8. Привід клапанів Belimo RV24A-SZ [Електроний ресурс]. – Режим доступу : [https://belimo.com.ua/files/catalog\\_water/073\\_LV\\_NV\\_SV\\_EV\\_GV\\_0-10v.pdf](https://belimo.com.ua/files/catalog_water/073_LV_NV_SV_EV_GV_0-10v.pdf). – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
9. Регулятор TRM10 [Електроний ресурс]. – Режим доступу : <https://aqteck.com.ua/ua/vumiryuvachi-reguljatory/trm10-vumirjuvach-pid-reguljator-odnokanalnyj>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.

