

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технічних та програмних засобів автоматизації
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ Анатолій ЖУЧЕНКО

“ ____ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Технічні та програмні засоби
автоматизації»

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і назва)

на тему: Автоматизація процесу виробництва ацетальдегіду

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ курсу, групи ЛА02-мп
(шифр групи)

Рева Максим Олександрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник ст. викладач Жураковський Ярослав Юрійович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ім'я, по батькові)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

(повна назва)

Кафедра технічних та програмних засобів автоматизації

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 151- Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-професійна програма «Технічні та програмні засоби автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Анатолій ЖУЧЕНКО

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Реві Максиму Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Автоматизація процесу виробництва ацетальдегіду _____

наук. керівник дисертації ст. викладач Жураковський Ярослав Юрійович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження технологічний процес у реакторі в процесі _____
виробництва ацетальдегіду _____

4. Вихідні дані технологія виробництва альдегідів, концентрація хлориду
паладію, тиск у реакторі, приблизна температура процесу, технічна засоби _____
автоматизації, скрипт базової програми для копіювання даних _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1. Опис способів отримання Ацетальдегіду. 2. Опис технології виробництва ацетальдегіду. 3. Автомати зація процесу виробництва ацетальдегіду. 4. Математичне моделювання реактора. 5. Розробка нечіткої системи керування реактором. 7. Розробка стартап-проекту. 6. Розробка прикладної програми для резервного копіювання бази даних.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного)матеріалу Функціональна схема автоматизації, принципова схема дистанційного керування електродвигуном з системою аварійного захисту та технологічним блокуванням, технологічна схема виробництва.

7. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

8. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз літератури та різних джерел по дослідженню процесу виробництва ацетальдегіду. Формування задачі автоматизації.	16.10.21	
2	Розробка схеми автоматизації процесу виробництва ацетальдегіду	21.10.21	
3	Розробка принципової електричної схеми для дистанційного керування електродвигуном з системою аварійного захисту та технологічним блокуванням.	23.10.21	
4	Розробка математичної моделі реактору	28.11.21	

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

	процесу виробництва ацетальдегіду		
5	Розробка нечіткої системи керування для процесу виробництва ацетальдегіду	15.11.21	
6	Розробка прикладної програми для резервного копіювання бази даних	9.10.21	
7	Розробка стартап-проекту	30.11.21	
8	Оформлення пояснювальної записки	5.12.21	
9	Підготовка презентації	10.12.21	

Студент

Рева М. О.

Науковий керівник дисертації

Жураковський Я. Ю.

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація виконана на тему “Автоматизація виробництва ацетальдегіду”, містить 79 сторінки пояснювальної записки, 34 ілюстрацій, 19 таблиць.

Метою дисертації є підвищення ефективності технологічного процесу виробництва ацетальдегіду.

Об’єктом дослідження є технологічний процес виробництва ацетальдегіду.

Предметом дослідження є система автоматизації технологічного процесу виробництва ацетальдегіду.

Проведено аналіз хіміко-технологічної системи виробництва ацетальдегіду, створена схема автоматизації для виробництва ацетальдегіду, розроблена схема принципова для дистанційного керування електродвигуном з системами аварійного захисту та технологічного блокування, створена нечітка система керування, створена прикладна програма для резервного копіювання бази даних.

В дисертації було використано методи теорії автоматичного керування, нечіткої логіки, математичного моделювання.

Також було створено стартап-проект для можливого поширення та впровадження ідеї.

Ключові слова: АЦЕТАЛЬДЕГІД, РЕАКТОР, НЕЧІТКА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, РЕЗЕРВНЕ КОПІЮВАННЯ, АВАРІЙНА СИСТЕМА, БАЗА ЗНАНЬ.

ABSTRACT

The master's dissertation is on the topic "Automation of acetaldehyde production", contains 79 pages of explanatory note, 34 illustrations, 19 tables.

The aim of the dissertation is to increase the efficiency of the technological process of acetaldehyde production.

The object of research is the technological process of acetaldehyde production.

The subject of research is the system of automation of the technological process of acetaldehyde production.

The analysis of chemical-technological system of acetaldehyde production is carried out, the automation scheme for acetaldehyde production is created, the basic scheme for remote control of the electric motor with systems of emergency protection and technological blocking is developed, the fuzzy control system is created, the application program for database backup is created.

In the dissertation the methods of the theory of automatic control, fuzzy logic, mathematical modeling were used.

A startup project was also created for the possible dissemination and implementation of the idea.

Keywords: ACETALDEHYDE, REACTOR, FUZZY CONTROL SYSTEM, AUTOMATION, BACKUP, EMERGENCY SYSTEM, KNOWLEDGE BASE.

Перелік умовних позначень та скорочень

БЗ – база знань.

НчАСК – нечітка автоматична система керування.

ТП – технологічний процес.

ОК – об'єкт керування.

ТОК – технологічний об'єкт керування.

БД – база даних.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. ОПИС СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ АЛЬДЕГІДІВ	11
1.1 Фізичні та хімічні властивості	11
1.2 Способи отримання.....	12
1.3 Ацетальдегід	12
1.4 Способи отримання ацетальдегіду	12
2. ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА АЦЕТАЛЬДЕГІДУ.....	13
2.1 Опис технології синтезу через пряме окиснення етилену	14
2.2 Постановка задачі автоматизації	16
3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СИНТЕЗУ ВИРОБНИЦТВА АЦЕТАЛЬДЕГІДУ ..	17
3.1 Аналіз процесу синтезу зі сторони автоматичного контролю виробництва17	
3.2 Опис схеми автоматизації	20
3.3 Розробка схеми керування електродвигуном з аварійним захистом і технологічним блокуванням	25
3.4 Розрахунки для витратоміра змінного перепаду тиску	28
3.5 Розрахунки	28
3.6 Перевірка розрахунку	31
4. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКТОРА ДЛЯ СИНТЕЗУ АЦЕТАЛЬДЕГІДУ	32
4.1 Реактор як об'єкт автоматизації.....	32
4.2 Розрахунок матеріального балансу і ємності реактора	33
4.3 Моделювання статичного режиму.....	37

4.4 Моделювання динамічного режиму	39
5. СТВОРЕННЯ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	41
5.1 Обґрунтування для створення нечіткої системи керування, визначення її структури.....	41
5.2 Вибір та опис лінгвістичних змінних.....	41
5.3 Створення нечіткої математичної моделі об'єкта керування.....	42
5.4 Розробка продукційних правил нечіткої системи керування	46
5.5 Результат реалізації нечіткої моделі та системи засобами <i>MatLab</i>	51
6. СТВОРЕННЯ ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО КОПЮВАННЯ ДАНИХ ВІД СИСТЕМИ	55
7. СТВОРЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	60
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	76

ВСТУП

Магістерська дисертація присвячена автоматизації виробництва в синтезі ацетальдегіду.

Ацетальдегід є речовиною, що широко розповсюджена у хімічній промисловості та фармацевтичній промисловості. Вона є важливою сировиною яка широко використовується на хімічних виробництвах з синтезу оцтової кислоти, альдегідних полімерів та ще в інших виробництвах з синтезу органічних речовин.

На даний час відомі три основних промислових способи виробництва ацетальдегіду, а саме через пряме окиснення етилену, з етилену через етанол та напряду через реакцію гідратації ацетилену.

Через постійне невпинне зростання обсягів хімічних виробництв постає питання про розробку і прийняття правильних методик для поліпшення отримання кінцевого продукту, зменшення економічних або сировинних втрат на виробництві. Пошук альтернативної більш дешевої або простішої сировини.

Також важливо правильно організувати виробництво. Визначити спосіб організації виробництва, провести відповідні розрахунки щоб підібрати правильне устаткування та обладнання. Розробити підходящу систему автоматизації для доцільної закупівлі засобів для автоматизації.

Також постає питання у керуванні ризиками для отримання якісного кінцевого продукту. А також постає питання у аналізі великої кількості інформації від технологічного обладнання. Тому тема роботи присвячена автоматизації даного технологічного процесу є актуальною.

Метою дисертації є підвищення ефективності технологічного процесу виробництва ацетальдегіду.

Мета роботи досягається шляхом використання методів для розрахунку ємності реактора, створення схеми автоматизації, нечіткої

системи керування для виробництва ацетальдегіду, створення прикладної програми для резервного копіювання бази даних.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва ацетальдегіду.

Предметом дослідження є система автоматизації технологічного процесу виробництва ацетальдегіду.

1. ОПИС СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ АЛЬДЕГІДІВ

1.1 Фізичні та хімічні властивості

Ацетальдегід відноситься до групи альдегідів, для яких характерна наявність карбонільної групи. Альдегіди це полярні речовини, яким притаманні такі риси:

- Низькі температури плавлення;
- Низькі температури кипіння;

це пояснюється тим, що вони не асоційовані. Найнижчі представники цієї групи дуже легко розчинюються у воді. Також усім речовинам цієї групи притаманний характерний різкий запах.

1) Реакція приєднання

Внаслідок високої поляризації зв'язку $C=O$ вона під впливом полярних молекул легко розривається. Завдяки цьому велике значення мають реакції між спиртами, при яких утворюються альдегіди, а серед побічних продуктів утворюються напівацеталі. Так як спирти є слабкими нуклеофілами, реакцію потрібно каталізувати за допомогою кислот. Завдяки цій реакції напівацеталі при взаємодії з молекулами спирту утворюють повноцінний ацеталь.

Приєднання водню до альдегідів приведе до утворення первинних спиртів, до мурашкового альдегіду – до метилового спирту, а до оцтового альдегіду – до етанолу.

2) Реакція окиснення

При реакції окиснення завжди утворюється кислота.

3) Реакція полімеризації

Альдегіди можуть вступати у реакцію як лінійної так і циклічної полімеризації.

1.2 Способи отримання

Альдегіди можна отримати наступними методами:

- 1) Окисненням первинних спиртів;
- 2) Гідратацією ацетиленових вуглеводнів в реакції Кучерова;
- 3) Гідролізом дигалогенопохідних;

1.3 Ацетальдегід

Ацетальдегід – прозора рідина без кольору з різким, але приємним запахом, а також дуже отруйна. Добре розчиняється у воді, ефірі та спиртах. З хімічної точки зору являє собою зв'язком між етанолом та альдегідом оцтової кислоти.

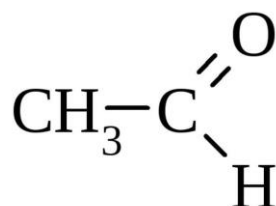


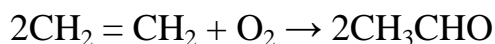
Рис. 1.1. – Хімічна формула ацетальдегіду

Особливістю цього альдегіду є те, що він зустрічається у природі (міститься у деяких харчових продуктах, а також синтезується у деяких рослин в процесі метаболізму).

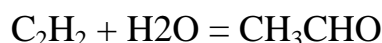
Температура кипіння ацетальдегіду становить – 20,2 °С. Через це виникає проблема з його транспортуванням і зберіганням. Тому речовину зберігають і транспортують у вигляді паральдегіду (тример оцтової кислоти), а при необхідності шляхом нагрівання з мінеральними кислотами отримують ацетальдегід.

1.4 Способи отримання ацетальдегіду

Ацетальдегід можна отримати декількома способами. Найбільш поширеним є процес Вакера(через окиснення етилену), де ролі окисника цієї реакції виступає хлорид паладію:



Іншим способом є взаємодія солей ртуті з ацетиленом(реакція Кучерова). В результаті хімічного процесу утвориться енол, який згодом ізомерує в альдегід.



До відкриття метода Вакера ацетальдегід отримували з етилового спирту за допомогою реакцій окиснення або дегідрування, де в якості каталізатора використовували срібло або мідь.



Ацетальдегід найбільш використовується у фармацевтичній/хімічній промисловості у реакціях органічного синтезу. Є сировиною для виробництв оцтової кислоти, оцтового-етилового ефіру, синтетичних смол і т.д.

2. ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА АЦЕТАЛЬДЕГІДУ

Наразі в промисловості ацетальдегід виробляють трьома основними способами[1]:

1. Через пряму гідратацію ацетилену;
2. З етилену через етанол;
3. Прямим окисненням етилену.

Було обрано третій спосіб через окиснення етилену, так як під час такої реакції ми отримуємо $\approx 95\%$ ацетальдегіду на виході, який не досягається при використанні інших способів. Також процес може протікати лише в

одну стадію, і сировина значно дешевша ніж при виробництві через гідратацію ацетилену.

Нижче наведена таблиця економічних показників виробництв ацетальдегіду різними основними методами.

Таблиця 2.1

	Собівартість продукту, %	Капітальні витрати, %
Пряма гідратація ацетилену	100	100
З етилену через етанол	85 - 95	60 – 70
Пряме окиснення етилену	55 - 60	45 - 55

Таким чином, метод прямого окиснення етилену проявляє переваги в економічному плані. Також даний метод дозволяє отримувати кетони(ацетон) з етилену, але через наявність інших кращих способів їх отримування не знайшов свою нішу.

2.1 Опис технології синтезу через пряме окиснення етилену

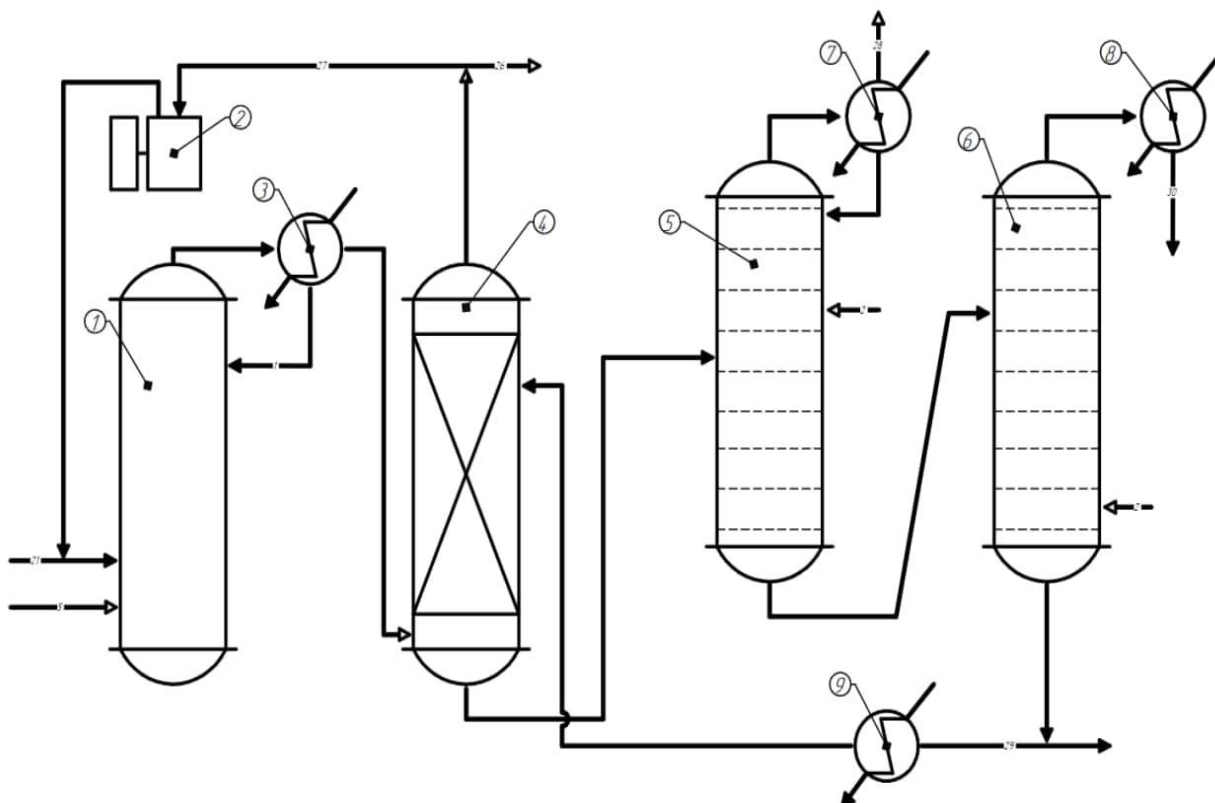
При використанні цього методу важливо досягти відповідності швидкості окиснення етилену на PdCl_2 , окиснення паладію відновленої форми за допомогою CuCl_2 і окиснення Cu_2Cl_2 киснем. Самою повільною по часу є стадія окиснення міді киснем яка є останньою, тому важливо щоб каталіз-розчин містив надлишок мідних солей. Непогані результати отримуються зі слабким кислотним соляним розчином, який містить від 0,3 до 0,5 % PdCl_2 та від 10 до 25 % CuCl_2 , в який додають від 2 до 3% ацетату для регулювання рівню рН в реакторі. Це допоможе підтримувати інтенсивність усіх стадій процесу при температурі 100 – 130 °С, но для підтримання суміші у рідкому стані потрібно підтримувати підвищений тиск(0,3 – 1 МПа).

Через використання кислот з сильними корозійними властивостями, встановлюють реактори з титану або з інших корозійно-стійких матеріалів. Такі реактори не мають теплообмінних пристроїв, тому реакційне тепло відводиться за допомогою зовнішніх холодильників з холодильними реагентами. Існують одностадійний та двостадійний методи. В даній роботі буде розглядатися одностадійний метод синтезу ацетальдегіду через пряме окиснення етилену.

В одностадійному методі окиснення етилену і регенерація каталізатору суміщені в одному апараті, а саме реакторі. Для уникнення утворення вибухонебезпечних сумішей під час протікання реакції, процес проходить при надлишку етилену, який потім в подальшому відокремиться від ацетальдегіду і повернеться в реактор на реакцію. Саме через це виникає потреба у використанні в якості окисника технічний кисень замість повітря, з повною конверсією у реакторі.

Технологічна схема процесу зображена на рисунку 2.1. В реактор(позиція №1) заповненого каталізаторним розчином подають етилен(свіжий та рециркульований від компресора). Реактор працює при температурі 130 °C, тиску $\approx 0,3$ МПа і з постійним рівнем рідини. Принцип роботи реактора полягає у тому, що під час реакції надлишковий етилен який поступає у реактор видуває ацетальдегід, чим попереджує виникнення побічних реакцій при конденсації. Разом з ацетальдегідом випаровується вода, частина якої конденсується в холодильнику(позиція №3) і повертається в реактор. Далі газо-парову суміш подають до абсорберу(позиція №4). Більша частина побічних продуктів таких як етилен, кисень та інертні гази відводяться через верхню частину абсорберу і направляються до циркуляційного компресора(позиція №2) і повертаються на окиснення до реактору. Меншу частину газу відводять в атмосферу для подальшого уникнення накопичення інертних домішок у реакторі. Водний розчин ацетальдегіду з нижньої частини абсорберу направляють до випарної

колони(позиція №5), де ацетальдегід відділяють від домішок та газів, які відводяться через верхню частину.



1 – реактор, 2 – циркуляційний компресор, 3,7,8,9 – холодильники, 4 – абсорбер,

5 – випарна колона, 6 – ректифікаційна колона

Рис. 2.1. – Технологічна схема синтезу ацетальдегіду

Суміш ацетальдегіду потрапляє до ректифікаційної колони(позиція №6). В ній ми розділяємо ацетальдегід та побічні леткі продукти(котовий альдегід і т.д.), які відводяться з колони до холодильника-конденсатора і після охолодження направляються на абсорбцію до абсорберу. Частина від цих продуктів відводять у систему очистки стічних вод. А сам ацетальдегід у вигляді дистилляту ми направляємо у холодильник для його охолодження.

2.2 Постановка задачі автоматизації

Технологія виробництва ацетальдегіду шляхом прямого окиснення етилену є складним процесом тому для нього необхідно слідкувати за змінами параметрів у системі, їх впливом на процес та синтез відповідної

системи для її регулювання згідно параметрів, що ми будемо отримувати. Підтримувати параметри системи у заздалегідь визначених межах, для того щоб уникнути вірогідності появи аварійної ситуації, утворення вибухонебезпечних речовин, побічних продуктів або псування устаткування. Для цього виробництво має містити деяку кількість вимірювальних пристроїв, пристроїв сигналізації та приладів регулювання параметрів, щоб контролювати всі параметри виробництва в допустимих межах.

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СИНТЕЗУ ВИРОБНИЦТВА АЦЕТАЛЬДЕГІДУ

3.1 Аналіз процесу синтезу зі сторони автоматичного контролю виробництва

Після проведенню аналізу і урахування всіх особливостей процесу на виробництві ацетальдегіду шляхом прямого окиснення етилену необхідно розробити автоматичний[2] контроль за наступними параметрами:

- Тиску всередині реактора(позиція №1);
- Витрату етилену який поступає в реактор(позиція №1);
- Температуру всередині реактора;
- Концентрація солей міді у реакторі;
- Концентрація хлориду паладію у реакторі;
- Температури у абсорбері(позиція №4);
- Температури в випарній колоні(позиція №5);
- Температури всередині холодильника-конденсатора(позиція №8).

Регулювання та контроль таких параметрів:

- Рівня рідини всередині реактора(позиція №1);
- Температури у холодильнику(позиція №3);
- Рівня суміші у абсорбері(позиція №4);
- Витрати парогазової суміші на вході до абсорберу(позиція №4);

- Тиску в циркуляційному компресорі(позиція №2);
- Рівня рідини у випарній колоні(позиція №5);
- Витрати суміші на вході випарної колоні(позиція №5);
- Температури у холодильнику-конденсаторі(позиція №7);
- Концентрації ацетальдегіду на виході з випарної колоні(позиція №5);
- Рівня суміші у ректифікаційній колоні(позиція №6);
- Витрати побічних продуктів на виході з ректифікаційної колоні(позиція №6);
- Температури суміші у ректифікаційній колоні(позиція №6);
- Концентрації ацетальдегіду на виході з ректифікаційної колоні(позиція №6);
- Температури у холодильнику(позиція №9).

Технологічну сигналізацію таких параметрів:

- Температури всередині реактора(позиція №1);
- Концентрації солей міді у реакторі(позиція №1);
- Концентрації хлориду паладію у реакторі(позиція №1);
- Температури у абсорбері(позиція №4);
- Тиску в циркуляційному компресорі(позиція №2);
- Температури в випарній колоні(позиція №5);
- Температури ацетальдегіду у ректифікаційній колоні(позиція №6);
- Температури у холодильнику-конденсаторі(позиція №8).
- Температури у холодильнику(позиція №9).

Таблиця 3.1. Перелік контрольованих параметрів виробництва

№ п/п	Місце заміру	Назва контрольованого параметру	Технологічні норми для параметру	Вимоги
1	Реакційна суміш, Реактор 1	Температура	130°C	Контроль, Сигналізація

2	Реактор 1	Рівень	0,75-0,85	Контроль, Регулювання
3	Реактор 1	Тиск	0,3-1,3 МПа	Контроль
4	Етилен, трубопровід	Витрата		Контроль

Продовження таблиці 3.1.

№ п/п	Місце заміру	Назва контрольованого параметру	Технологічні норми для параметру	Вимоги
5	PdCl ₂ , реактор 1	Концентрація	0,3-0,5%	Контроль, сигналізація
6	CuCl ₂ , реактор 1	Концентрація	10-25%	Контроль, сигналізація
7	Газопарова суміш, холодильник 3	Температура	120°C	Контроль, регулювання
8	Реакційна суміш, абсорбер 4	Температура	90°C	Контроль, сигналізація
9	Газопарова суміш, абсорбер 4	Рівень	0-100%	Контроль, регулювання
10	Газопарова суміш, трубопровід	Витрата		Контроль, регулювання
11	Рециркуляційний компресор 2	Тиск	0,3-0,5 МПа	Контроль, регулювання, сигналізація
12	Ацетальдегід, випарна колона 5	Температура	70°C	Контроль, сигналізація
13	Випарна колона 5	Рівень	0-100%	Контроль, регулювання
14	Реакційна рідина, трубопровід	Витрата		Контроль, регулювання
15	Газові домішки, холодильник 7	Температура	60°C	Контроль, регулювання
16	Ацетальдегід, трубопровід	Концентрація	80-95%	Контроль, регулювання

17	Ректифікаційна колона 6	Рівень	0-100%	Контроль, регулювання
18	Побічні продукти, трубопровід	Витрата		Контроль, регулювання
19	Реакційна суміш, ректифікаційна колона 6	Температура	60°C	Контроль, регулювання, сигналізація
20	Ацетальдегід, трубопровід	Концентрація	80-95%	Контроль, регулювання
21	Ацетальдегід, холодильник 8	Температура	-50°C	Контроль, сигналізація
22	Побічні продукти, холодильник 9	Температура	20°C	Контроль, регулювання, сигналізація

3.2 Опис схеми автоматизації

Всі розроблені контури[3] для процесу виробництва ацетальдегіду прямим окисненням етилену зображені на схемі *МД.ЛА02мп.0217.00.003 СхА*.

Контур 1 відповідає за контроль та сигналізацію показників температури початкової реакційної рідини у реакторі 1 і складається з температурного перетворювача(поз. 1-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 1-2); пульт керування температурою(поз. 1-3) для відображення значень температури і блок сигналізації для контролю відхилення температури за мінімальне допустиме значення; електромагнітне реле(КМ1) для вмикання сигнальної лампочки(НЛ1).

Контур 2 відповідає за контроль та регулювання рівня реакційної рідини у реакторі 1 і складається з вимірювача рівня(поз. 2-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 2-2), а також сигналізацією коли рівень виходить за допустимі значення; регулятор рівня(поз. 2-3) для підтримки заданого рівня за допомогою регулюючого клапану(поз. 2-4).

Контур 3 відповідає за контроль тиску всередині реактора 1 і складається з камерної діафрагми(поз. 3-1); тензометричного перетворювача тиску(поз. 3-2); автоматичний пристрій для реєстрації і показань(поз 3-3).

Контур 4 відповідає за контроль витратою етилену на вході до реактора 1 і складається з витратоміра(поз. 4-1); модуля для обробки показань витратоміра(поз. 4-2); автоматичний пристрій для реєстрації і показань(поз. 4-3).

Контур 5 відповідає за контроль і сигналізацію концентрації PdCl_2 в реакторі 1 і складається з вимірювача(поз. 5-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 5-2); пульт керування концентрацією(поз. 5-3) для відображення значень концентрації і блок сигналізації для контролю відхилення концентрації за мінімальне та максимально допустимі значення; електромагнітне реле(КМ2) для вмикання сигнальної лампочки (НЛ2) та сигнальної лампочки(НЛ3).

Контур 6 відповідає за контроль і сигналізацію концентрації CuCl_2 в реакторі 1 і складається з вимірювача(поз. 6-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 6-2); пульт керування концентрацією(поз. 6-3) для відображення значень концентрації і блок сигналізації для контролю відхилення концентрації за мінімальне та максимально допустимі значення; електромагнітне реле(КМ3) для вмикання сигнальної лампочки (НЛ4) та сигнальної лампочки(НЛ5).

Контур 7 відповідає за контроль та регулювання показників температури у холодильнику 3 і складається з температурного перетворювача(поз. 7-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 7-2); регулятор температури(поз. 7-3) для підтримки заданої температури за допомогою регулюючого клапану(поз. 7-4).

Контур 8 відповідає за контроль та сигналізацію показників температури у абсорбері 4 і складається з температурного перетворювача(поз. 8-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 8-2); пульт керування температурою(поз. 8-3) для відображення значень температури і блок сигналізації для контролю відхиленню температури за мінімальне та максимально допустимі значення; електромагнітне реле(КМ4) для вмикання сигнальних лампочок(HL6, HL7).

Контур 9 відповідає за контроль та регулювання рівня у абсорбері 4 і складається з вимірювача рівня(поз. 9-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 9-2), а також сигналізацією коли рівень виходить за допустимі значення; регулятор рівня(поз. 9-3) для підтримки заданого рівня за допомогою регулюючого клапану(поз. 9-4). Також сигнал подається до регулятора витрати(поз. 10-3).

Контур 10 відповідає за контроль і регулювання витрати на вході до абсорбера 4 і складається з витратоміра(поз. 10-1); модуля обробки витратоміра(поз. 10-2); регулятора витрати(поз. 10-3); блоку ручного регулювання(поз. 10-4); перетворювача сигналу с електричного в пневматичний(поз. 10-5). Положення клапану(поз. 10-6) контролюється з 15-го сигналу, який подається на блок ручного регулювання(поз. 10-4).

Контур 11 відповідає за контроль, регулювання та сигналізацію показників тиску у циркуляційному компресорі 2 і складається з камерної діафрагми(поз. 11-1); тензометричного перетворювача тиску(поз. 11-2); пульт керування тиском(поз. 11-3) для регулювання тиску за допомогою регулюючого клапану(поз. 11-4) і відображення значень тиску, і блок сигналізації для контролю відхиленню тиску за мінімальне та максимально допустимі значення; електромагнітне реле(КМ5) для вмикання сигнальних лампочок(HL8, HL9).

Контур 12 відповідає за контроль та сигналізацію показників температури у випарній колоні 5 і складається з температурного перетворювача(поз. 12-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 12-2); пульта керування температурою(поз. 12-3) для відображення значень температури і блок сигналізації для контролю відхилення температури за мінімальне та максимально допустимі значення; електромагнітне реле(КМ6) для вмикання сигнальних лампочок(HL10, HL11).

Контур 13 відповідає за контроль та регулювання рівня у випарній колоні 5 і складається з вимірювача рівня(поз. 13-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 13-2), а також сигналізацією коли рівень виходить за допустимі значення; регулятор рівня(поз. 13-3). Також сигнал подається до регулятора витрати(поз. 14-3).

Контур 14 відповідає за контроль і регулювання витрати на вході до випарної колони 5 і складається з витратоміра(поз. 14-1); модуля обробки витратоміра(поз. 14-2); регулятора витрати(поз. 14-3); блоку ручного регулювання(поз. 14-4); перетворювача сигналу с електричного в пневматичний(поз. 14-5). Положення клапану(поз. 14-6) контролюється з 22-го сигналу, який подається на блок ручного регулювання(поз. 14-4).

Контур 15 відповідає за контроль та регулювання показників температури у холодильнику 7 і складається з температурного перетворювача(поз. 15-1); пристрою для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 15-2); регулятора температури(поз. 15-3) для підтримки заданої температури за допомогою регулюючого клапану(поз. 15-4).

Контур 16 відповідає за контроль та регулювання концентрації ацетальдегіду на виході з випарної колони 5 і складається з вимірювача(поз. 16-1); пристрою для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 16-2); регулятору концентрації(поз. 16-3) для підтримки відповідної концентрації ацетальдегіду за допомогою регулюючого клапану(поз. 16-4).

Контур 17 відповідає за контроль та регулювання рівня у ректифікаційній колоні 6 і складається з вимірювача рівня(поз. 17-1); пристрою для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 17-2), а також сигналізацією коли рівень виходить за допустимі значення; регулятор рівня(поз. 17-3) для підтримки заданого рівня за допомогою регулюючого клапану(поз. 17-4). Також сигнал подається до регулятора витрати(поз. 18-3).

Контур 18 відповідає за контроль і регулювання витрати побічних продуктів на виході з ректифікаційної колоні 6 і складається з витратоміра(поз. 18-1); модуля обробки витратоміра(поз. 18-2); регулятора витрати(поз. 18-3); блоку ручного регулювання(поз. 18-4); перетворювача сигналу с електричного в пневматичний(поз. 18-5). Положення клапану(поз. 18-6) контролюється з 31-го сигналу, який подається на блок ручного регулювання(поз. 18-4).

Контур 19 відповідає за контроль, регулювання та сигналізацію показників температури у ректифікаційній колоні 6 і складається з температурного перетворювача(поз. 19-1); пристрою для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 19-2); пульт керування температурою(поз. 19-3) для регулювання температури за допомогою регулюючого клапану(поз. 19-4) і відображення значень температури, і блок сигналізації для контролю відхилення температури за мінімальне або максимально допустиме значення; електромагнітного реле(КМ7) для вмикання сигнальних лампочок(HL12, HL13).

Контур 20 відповідає за контроль та регулювання концентрації ацетальдегіду на виході з ректифікаційної колоні 6 і складається з вимірювача(поз. 20-1); пристрою для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 20-2); регулятору концентрації(поз. 20-3) для підтримки відповідної концентрації ацетальдегіду за допомогою регулюючого клапану(поз. 20-4).

Контур 21 відповідає за контроль та сигналізацію показників температури у холодильнику-конденсаторі 8 і складається з температурного перетворювача(поз. 21-1); пристрій для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 21-2); пульта керування температурою(поз. 21-3) для відображення значень температури і блок сигналізації для контролю відхилення температури за мінімальне та максимально допустимі значення; електромагнітне реле(КМ8) для вмикання сигнальних лампочок(HL14, HL15).

Контур 22 відповідає за контроль, регулювання та сигналізацію показників температури у холодильнику-конденсаторі 9 і складається з температурного перетворювача(поз. 22-1); пристрою для дистанційної передачі сигналу пульта керування(поз. 22-2); пульт керування температурою(поз. 22-3) для регулювання температури за допомогою регулюючого клапану(поз. 22-4) і відображення значень температури, і блок сигналізації для контролю відхилення температури за мінімальне або максимально допустиме значення; електромагнітного реле(КМ9) для вмикання сигнальних лампочок(HL16, HL17).

Контур 23 відповідає за дистанційне керування електричним двигуном М1.

3.3 Розробка схеми керування електродвигуном з аварійним захистом і технологічним блокуванням

Провівши аналіз схеми виробництва ацетальдегіду прямим окисненням етилену була сформована задача про керування роботою електричного двигуна М1[4]. На рисунку 3.2. зображена схема принципової роботи електричного двигуна з розробленим дистанційним керуванням, автоматичною системою для аварійного захисту електродвигуна і розробленою схемою технологічного блокування двигуна у разі аварії на виробництві.

Принцип роботи полягає у тому, що при виникненні аварійної ситуації система самостійно виконує аварійну зупинку насосу двигуна, що спричинює падіння тиску всередині трубопроводу по якому подається етилен. В цій ситуації відбувається спрацювання принципової схеми аварійного захисту. Контури на функціональній схемі автоматизації даної системи зображені на рисунку 3.1.

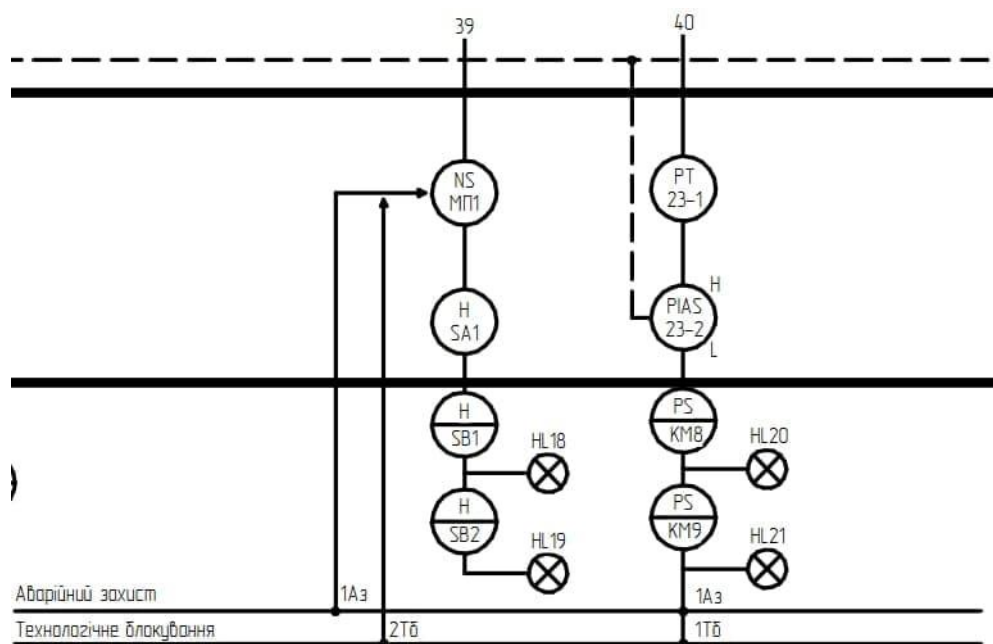


Рис. 3.1. – Функціональна схема контуру системи аварійного захисту М1

Система спрацьовує завдяки контролю за тиском всередині трубопроводу на виході з насоса та правильного налаштування блоку з сигналізацією, який відображає значення тиску і формує дискретний сигнал для відключення живлення МП електродвигуна у разі виникнення аварії.

Прилад контуру 23 РТ(поз. 23-1) постійно робить заміри тиску у трубопроводі на виході з насоса, формує сигнал від 4 до 20 мА який подають на індикатор технологічний мікропроцесорного типу(поз. 23-2). Цей виріб відображає значення тиску всередині трубопроводу, а блок з сигналізацією буде сигналізувати при падінні тиску і в той самий час створює дискретний сигнал постійного струму 24V для КМ8. Через контакт КМ8-1 буде подаватися живлення для лампочки HL20 яка показує, що відбулася аварійна

ситуація у насосі. Другий контакт на КМ8-2 подаватиме живлення на КМ9 і контакт КМ9-1 через який вмикається лампочка НЛ21 яка показує, що відбулося спрацювання системи аварійного захисту для насосу і виконання функції аварійного захисту 1Аз. Аварійний захист(1Аз) виконується контактом КМ9-2, який підключен до контакту МП1-1. Контакт КМ9-2 вимикатиме МП1 розмиканням ланцюга. При відключенні МП1 контакти МП1-4, МП1-5, МП1-6 розімкнуться і спричинить зупинку М1.

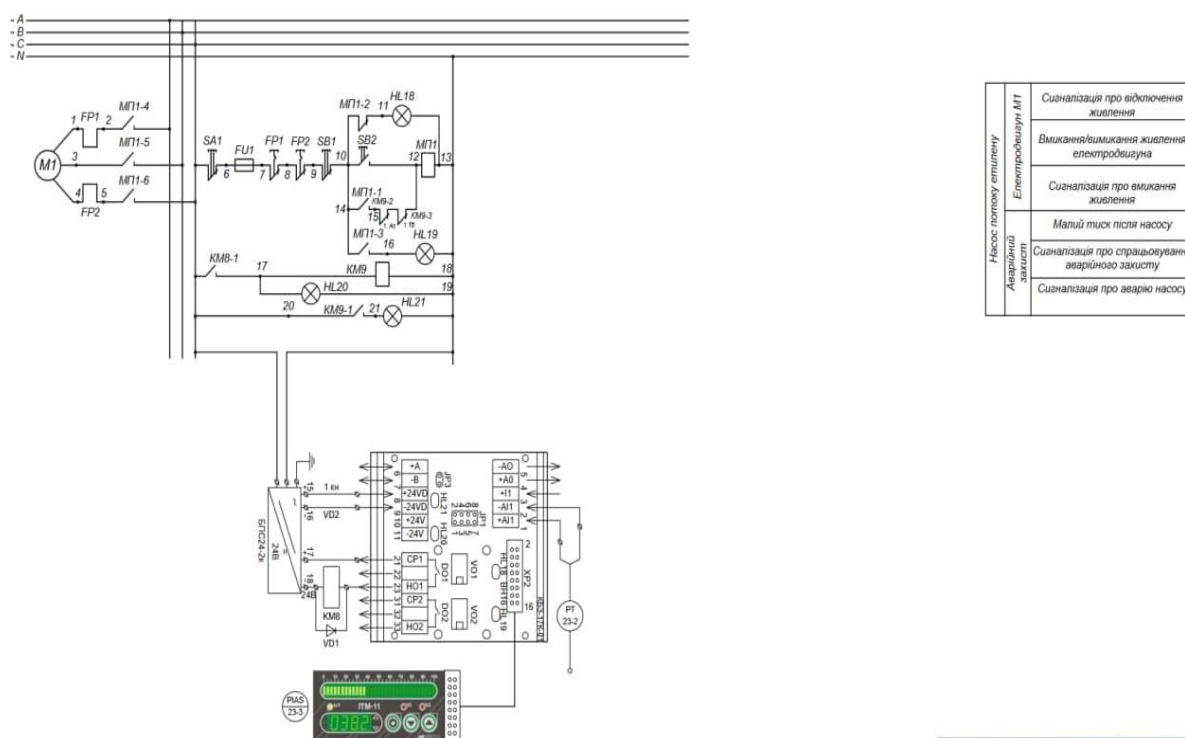


Рис. 3.2. – Принципова схема керування електродвигуна з системою аварійного захисту та технологічним блокуванням М1

На принциповій схемі для М1 аварійний захист(1Аз) відбувається контактом КМ8-1 та КМ9-2 між 14 та 15 з'єднанням, а технологічне блокування 2Тб за допомогою контакту КМ9-3 між 12 та 15 з'єднанням.

При виникненні аварії технологічні блокування 1Тб та 2Тб додатково виконується блокування сигналів від регулятора до клапану регулювання.

3.4 Розрахунки для витратоміра змінного перепаду тиску

Витратомір знаходиться на позиції і призначений для виміру витрати води у трубопроводі. Нижче наведено розрахунок похибки витратоміра[5].

1. Вид вимірюваного середовища – вода.
2. Температура вимірюваного середовища – 20 °С.
3. Тиск вимірювального середовища – 0,35 МПа = 3,5692 кгс/см².
4. Максимальна витрата (Q_{\max}) – 4,5 м³/год.
5. Середня витрата ($Q_{\text{ср}}$) – 4 м³/год.
6. Допустима втрата тиску на звужувальному пристрої ($P'_{\text{вд}}$) – 0,1 МПа.
7. Тип звужувального пристрою – діафрагма камерна ДКС.
8. Матеріал звужувального пристрою – Сталь Х17.
9. Внутрішній діаметр трубопроводу (D_{20}) – 0,05 м.
10. Матеріал трубопроводу – Сталь 20.
11. Тип дифманометра – 13ДД11.
12. Наявність місцевого опору – немає.

3.5 Розрахунки

Визначення даних, яких не вистачає для розрахунку.

Барометричний тиск: $P_6 = 736 \cdot 13,595 \cdot 10^{-4} = 1 \text{ кгс/см}^2$;

Абсолютний тиск води перед звужувальним пристроєм:

$$P_{\text{Аб}} = P + P_6 = 3,5692 + 1 = 4,5692 \text{ кгс/см}^2$$

При температурі 20°С поправковий множник:

$$(k_t)^2 = 1; k_t = \sqrt{1} = 1;$$

Внутрішній діаметр трубопроводу перед звужувальним пристроєм, при температурі t:

$$D = D_{20} \times k_t^2 = 50 \times 1 = 50 \text{ мм};$$

За додатком знаходимо густину води:

$$\text{При } t = 20 \text{ °С, } P_1 = 1 \text{ кгс/см}^2, \rho_1 = 998,2 \text{ кг/см}^3$$

При $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $P_1 = 20 \text{ кгс/см}^2$, $p_1 = 999 \text{ кг/см}^3$;

Тоді шляхом інтерполяції знаходимо густину води при:

$$t = 20 \text{ }^\circ\text{C}, \quad P = 3,5692 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\rho = 998,2 + \frac{999 - 998,2}{20 - 1} \times (4,5692 - 1) = 998,35$$

За додатком знаходимо динамічну в'язкість води в робочих умовах:

$$\mu = 104 \cdot 10^{-6}$$

1. Вибір звужувального пристрою та дифманометру;
2. Вибираємо діафрагму камерну ДКС.
3. Матеріал звужувального пристрою – Сталь Х17.
4. Тип дифманометра – 13ДД11.
5. Верхня межа вимірювання дифманометра-витратоміра: $Q_{\text{ОВМ}} = 4,5 \text{ м}^3/\text{год}$;

Визначення номінального перепаду тиску дифманометра та приблизного значення відносної площі звужувального пристрою:

За формулою визначаємо допоміжну величину:

$$C = \frac{Q_{\text{ОВМ}} \sqrt{\rho}}{3,553 D^2} = \frac{4,5 \times \sqrt{998,35}}{0,01252 \times 50^2} = 4,54;$$

За додатком при $C = 4,54$ і $P_{\text{вд}} = 0,079 \text{ кгс/см}^2$ знаходимо $\Delta P_{\text{н}} = 1000 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ кгс/м}^2$ і перше наближене значення модуля $m_1 = 0,25$

Визначення мінімального числа Рейнольдса при мінімальній витраті:

$$Re = 0,0361 \frac{Q_{\text{о,мін}} \rho}{D \times \mu} = \frac{4 \times 998,35}{50 \times 104 \times 10^{-6}} = 2,77 \times 10^4;$$

Мінімальне допустиме число Рейнольдса для діафрагм із кутовим способом відбору: $Re_{\text{мін}} = 10000 = 1 \cdot 10^4$;

Оскільки $Re > Re_{\text{мін}}$, то вимірювання при прийнятих вихідних даних можливе, а тому розрахунок продовжуємо.

Визначення параметрів звужувального пристрою.

Найбільший перепад тиску на звужувальному пристрої:

$$\Delta P = \Delta P_H = 0,1 \text{ кгс/см}^2 = 1000 \text{ кгс/м}^2;$$

Визначення максимального числа Рейнольдса:

$$Re_{\text{ВМ}} = 0,0361 \frac{Q_{\text{ВМ}} \times \rho}{D \times \mu} = \frac{4,5 \times 998,35}{50 \times 10^{-6}} = 3,11 \times 10^4;$$

Допоміжна величина:

$$\frac{C}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{4,54}{\sqrt{1000}} = 0,14;$$

Відносна шорсткість:

$$\frac{k}{D} * 10^4 = \frac{0,0015}{50} * 10^4 = 0,3;$$

Верхня межа відносної шорсткості для $m > 0.13$:

$$3,9 + 10^3 * e^{(-14,2 * \sqrt{m_1})} = 3,9 + 10^3 * e^{(-14,2 * \sqrt{0,25})} = 4,72;$$

Показ як відносна шорсткість менше припустимої, то поправка на шорсткість не вводиться і $k_{\text{ш}}=1$;

Поправковий коефіцієнт на притуплення вхідної кромки $k_{\text{п}}$ визначається за формулою:

$$n = \frac{D}{10^3} = \frac{50}{10^3} = 0,05;$$

$$a_2 = 1 + 0,011 e^{(-55,2(n-0,05)e^{1,3})} = 1,011;$$

$$b_2 = 0,002 + 0,2558 * 0,15 - 1,68(0,15)^2 + 2,867(0,15)^3 = 0,012;$$

$$n_1 = 4,25 + 142,94(n - 0,05)^{1,92} = 4,25;$$

$$k_{\text{п}} = a_2 + b_2 e^{(-n_1(m_1 - 0,05))} = 1,016;$$

Коефіцієнт витрати визначаємо за формулою;

$$\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{1 - m_1^2}} \left[0,5959 + 0,0312 \cdot m_1^{1,05} - 0,1840 \cdot m_1^4 + 0,0029 \cdot m_1^{1,25} \cdot \left(\frac{10^6}{Re_{\text{ВМ}}} \right)^{0,75} \right] \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{п}} = 0,629351$$

Коефіцієнт розширення:

$$\varepsilon_1 = 1;$$

Допоміжна величина:

$$F_1 = \alpha_1 m_1 \varepsilon_1 = 0,629 * 0,25 * 1 = 0,155;$$

Відносне відхилення

$$\delta_{F_1} = \left(\frac{F_1}{C/\sqrt{\Delta P}} - 1 \right) * 100 = \left(\frac{0,123249}{0,39} - 1 \right) * 100 = -0,07\%;$$

Тому що $|\delta_{F_1}| < 0,2\%$, значення $m_1, \varepsilon_1, \alpha_1$ вважаємо остаточними, тобто $\varepsilon_1 = 1; m_1 = 0,25; \alpha_1 = 0,629;$

Перевірка обмежень на число Re.

Число Рейнольдса для мінімальної витрати, визначене в п.5.1 розрахунку, дорівнює $Re = 27723,42$. Мінімальне допустиме число Рейнольдса при кінцевому значенні $0,20 \leq m \leq 0,59$ $Re_{\min} = 1 \cdot 10^4;$

Умова $Re > Re_{\min}$ виконується, тому розрахунок продовжуємо.

Визначення діаметра отвору звужувального пристрою.

Визначаємо поправковий множник на теплове розширення матеріалу звужувального пристрою за додатком 2 знаходимо для Сталі X17:

$$k_t^2 = 1 \text{ звідки } k_t = \sqrt{1} = 1.$$

Тоді діаметр отвору звужувального пристрою при $t = 20^\circ C$.

$$d_{20} = D \frac{1}{k_t} \sqrt{m_1} = 50 * \frac{1}{1} \sqrt{0,25} = 25 \text{ мм};$$

3.6 Перевірка розрахунку

Визначаємо втрату тиску P_B :

$$P_B = \frac{1 - \alpha_1 m_1}{1 + \alpha_1 m_1} * \Delta P_H = \frac{1 - 0,629 * 0,25}{1 + 0,629 * 0,25} * 0,01 = 0,072 \text{ кгс/см}^2;$$

Отримане значення втрати тиску менше припустимого (при робочих умовах), визначеного в розрахунку і рівного $p_{вд} = 0,1 \text{ кгс/см}^2$. Таким чином, умова $p_B < p_{вд}$ задовільняється.

Витрата, яка відповідає граничному нормальному перепадові тиску визначається:

$$Q_0 = 0,01252 * \alpha_1 k_t^2 (d_{20})^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} = 0,01252 * 0,629 * 1(25)^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} = 4,92;$$

Відносне відхилення витрати

$$\delta_Q = \left(\frac{Q_0}{Q_{ОВМ}} - 1 \right) * 100 = \left(\frac{4,92}{4,5} - 1 \right) * 100 = 0,094\%.$$

Оскільки похибка витрати $|\delta_Q| < 0,2\%$, то розрахунок виконано правильно.

4. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКТОРА ДЛЯ СИНТЕЗУ АЦЕТАЛЬДЕГІДУ

4.1 Реактор як об'єкт автоматизації

Основний зміст хімічної технології складають численні і різноманітні процеси хімічного перетворення речовин. Найчастіше вони здійснюються у спеціалізованих хімічних апаратах – реакторах[6]. За хімічний реактор можна сприймати будь-який апарат, в якому відбувається керована хімічна реакція. З цього можна зробити висновок, що реактор є найголовнішим хімічним апаратом технологічної схеми і займає важливе місце у виробництві хімічних продуктів.

Для створення реактора з підходящею конструкцією необхідно зібрати вихідні дані. В першу чергу визначають кінетику хімічної реакції, інформацію про головну реакцію, яка спричиняє появу кінцевого цільового продукту, про можливі побічні процеси, що спричиняють нераціональні витрати сировини і утворюють побічні непотрібні продукти або іноді навіть шкідливі, і вибухонебезпечні речовини. Потрібні дані про теплоту, яка може виділятися або поглинатися під час процесу. Потрібні дані про геометрію реактора, стан реакційної маси всередині. Лише сукупність даних дозволить

створити(підібрати) реактор для конкретного процесу та створити математичну модель реактору.

Усі хімічні реактори класифікують:

- За принципом організації процесу – на періодичні, безперервні, напівбезперервні;
- За гідродинамічним режимом – апарати повного змішування, повного витискання, проміжного типу;
- За тепловим режимом – ізотермічні, адіабатичні, політропічні;
- За фазовим станом матеріалів, що переробляються;

4.2 Розрахунок матеріального балансу і ємності реактора

Переходити до розрахунків матеріального балансу робочого синтезу можна тільки за умови визначення часу циклу для виробництва. Це залежить від способу організації виробництва, тобто процес на виробництві періодичний, що проходить в одну технологічну стадію, безперервним або напівбезперервним.

При періодичному режимі роботи в одну технологічну стадію обробку сировини проводять поступово, переходячи від однієї операції до іншої, і використовуючи за потребою нове обладнання, незалежно від типу. У цей момент, коли використовується певне обладнання, інше простоює. Найчастіше так організовує виробництва з синтезом на лабораторному обладнанні, дослідницькі установки або промислові виробництва малих потужностей.

Така організація роботи дозволяє зосередитись на певній операції і провести її якісно. З іншої сторони, використання обладнання таким чином не є раціональним і більшу частину часу який відведено на процес стоїть без дії, хоча таке обладнання можна було використовувати багаторазово для різних операцій.

Безперервні технологічні процеси організують так, що все обладнання працює одночасно і воно узгоджене між собою за продуктивністю. У кожен

момент часу на операцію передається сировина оброблена з попередньої операції.

Бажано в такому випадку використовувати апарати безперервної дії, хоча не неможливе використання апаратів періодичної дії для деяких спеціальних операцій.

Перевага методу полягає у організації виробництва у 100% завантаженості обладнання, його компактності. Недоліком може бути неможливість одночасного спостереження за роботою обладнання потребує великої кількості працівників, або великої кількості засобів автоматичного керування виробництвом. На малих підприємствах використання цього методу може бути недоцільним через вартість засобів автоматизації.

Напівперіодичні(декілька технологічних стадій) процеси являються найбільш розповсюдженим методом серед інших.

Суть полягає, що процес ділять на з'єднанні між собою частини які працюють одночасно, але є незалежними одна від одної. Кожна частина працює у режимі міні-підприємства[7]. Після прийому сировини з попередньої частини ця частина обробляє його і направляє в іншу частину. В результаті ці частини разом працюють як безперервне виробництво. Чим на більшу кількість частин вдасться поділити виробництво, тим більше виробництво буде схожим на безперервне.

Для узгодження роботи технологічних стадій повинно виконуватися дві умови:

1. Тривалість усіх стадій повинна бути однаковою.
2. На кожній окремій стадії не може використовуватися обладнання іншою стадії.

У нашому випадку доцільно використовувати напівбезперервний метод і розбити його на дві технологічні стадії:

1. Синтез ацетальдегідної суміші всередині реактора;
2. Обробка реакційної суміші і отримання кінцевого цільового продукту.

Розіб'ємо першу стадію на послідовність операцій і визначимо їх загальну тривалість. Тривалість деяких операцій була обрана довільно.

Таблиця 4.1. Тривалості операцій технологічної стадії – 1

№	Назва операції	Тривалість операції, хв
1	Завантаження етилену в реактор	20
2	Завантаження кисню в реактор	20
3	Нагрівання суміші в реакторі до 130°C	130
4	Витримка реакційної суміші при температурі 130°C	150
5	Виштовхування суміші у холодильник	10
6	Разом	330

Загальна тривалість стадії у годинах становитиме $330/60 = 5,5$ годин. При роботі в 3 зміні протягом тижня(5 денний робочий день) найближча тривалість складатиме 7,5 годин. Необхідно додати 120 хвилин до будь-яких операцій.

Таблиця 4.2. Уточнені тривалості операцій технологічної стадії – 1

№	Назва операції	Тривалість операції, хв
1	Завантаження етилену в реактор	40
2	Завантаження кисню в реактор	40
3	Нагрівання суміші в реакторі до 130°C	140
4	Витримка реакційної суміші при температурі 130°C	210
5	Виштовхування суміші у холодильник	20
6	Разом	330

Переважно річний ресурс робочого часу складає приблизно 330 днів(25-35 днів відводяться на планові роботи). 330 днів \approx 47,1 тижнів. Так як число робочих тижнів не може бути дробовим числом округлюємо це число до 48.

Переважно робочий тиждень містить 5 робочих днів та 2 вихідних дня, отже за рік приблизна кількість робочих днів становитиме $48 \times 5 = 240$, а в годинах це буде – $240 \times 24 = 5760$ годин. З цими даними за рік виходить $5760 / 7,5 = 768$ циклів синтезу.

Припустимо за рік нам потрібно одержувати 70 т/рік ацетальдегіду на нашому виробництві. Тоді за 1 цикл нам потрібно виробляти $70000/768 = 91,14$ кг готового продукту. В лабораторних умовах отримують 0,1781 кг продукту, отже нам потрібно збільшити завантаження десь в $91,14/0,1781 = 511$ рази.

Таблиця 4.3. Приготування розчину ацетальдегіду

№	Взято за цикл			№	Одержано за цикл		
	Компонент	кг	м ³		Компонент	кг	м ³
1	Етилен	960	0,94	1	Реакційна маса	1339	1,32
2	Каталізатор	379	0,38				
3	Разом	1339	1,32		Разом	1339	1,32

Виходить, що об'єм реакційної суміші після реакції становить 1,32 м³. Залежно від характеру хімічних мас ступінь заповнення реактора становить:

- фізичний/хімічний процес без піноутворення – 0,75-0,85;
- фізичний/хімічний процес з піноутворенням – 0,4-0,6;
- зберігання рідин – 0,8-0,9;
- відмірювання рідин(мірники) – 0,8-0,85.

У нашому процесі піна не утворюється тому ступінь заповнення реактора буде в межах 0,75-0,85, отже повний об'єм реактора повинен бути в межах $1,32/(0,75-0,85) = 1,65-1,76 \text{ м}^3$. Виходить нам знадобиться реактор об'ємом 2 м^3 . Діаметр реактора – 1000 мм та довжиною циліндричної частини – 2215 мм.

4.3 Моделювання статичного режиму

Статичний режим являє собою роботу системи в якій керована величина та проміжні величини не змінюються у часі[8].

У таблиці 4.4. наведені значення технологічних параметрів.

Таблиця 4.4. – Значення параметрів

Назва параметру	Індекс	Одиниці вимірювання	Значення
Витрата етилену	G_e	кг/с	0.05
Витрата каталізатора	G_k	кг/с	3.4
Витрата реакційної суміші	G_{pc}	кг/с	0.042
Температура етилену	T_e	К	178
Температура каталізатора	T_k	К	234
Температура реакційної суміші	T_{pc}	К	208
Питома теплоємність	C_e	КДж/(кг · К)	1.67

етилену			
Питома теплоємність каталізатору	C_k	КДж/(кг · К)	1.24
Питома теплоємність реакційної суміші	C_{pc}	КДж/(кг · К)	1.36
Густина етилену	ρ	кг/м ³	567.4
Об'єм	V	м ³	0.8

З наявних даних та структурно-параметричної схеми реактора складаємо для нього тепловий баланс:

$$G_e \cdot T_e \cdot C_e + G_k \cdot T_k \cdot C_k = G_{pc} \cdot T_{pc} \cdot C_{pc}.$$

Тепер виводимо рівняння статичного режиму за каналом «витрата етилену – температура реакційної суміші ацетальдегіду»:

$$T_{pc} = \frac{G_e \cdot T_e \cdot C_e + G_k \cdot T_k \cdot C_k}{G_{pc} \cdot C_{pc}}.$$

Графік статичного режиму: $T_{pc} = f(G_e)$, результати якого будуть зображені на рисунку 4.2.

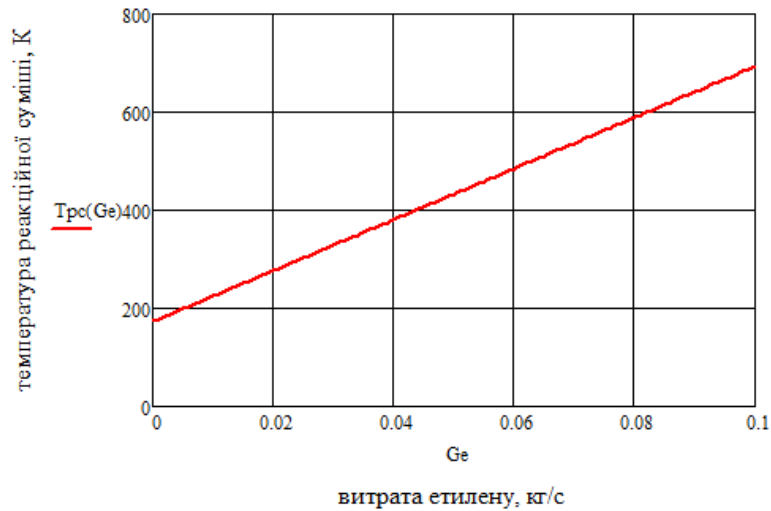


Рисунок 4.2 – Статична характеристика для каналу «витрата етилену – температура реакційної суміші ацетальдегіду»

Збільшення витрати на вході до реактору етилену спричинить виникнення занадто бурхливої екзотермічної реакції, внаслідок якої почне виділятися велика кількість тепла, через це температура буде неспинно зростати і температура реакційної суміші ацетальдегіду на виході буде значно більшою.

4.4 Моделювання динамічного режиму

Тепер нам необхідно побудувати рівняння динамічного режиму. Рівняння динаміки реактора виглядає наступним чином:

$$G_e \cdot T_e \cdot C_e + G_k \cdot T_k \cdot C_k - G_{pc} \cdot T_{pc} \cdot C_{pc} = C_{pc} \cdot V \cdot \rho \cdot \frac{dT_{pc}}{dt}$$

Пролінеаризуємо та запишемо р-ня динаміки у приростах:

$$\Delta G_e \cdot T_e \cdot C_e + G_k \cdot T_k \cdot C_k - G_{pc} \cdot \Delta T_{pc} \cdot C_{pc} = C_{pc} \cdot V \cdot \rho \cdot \frac{d\Delta T_{pc}}{dt}, \text{ де}$$

ΔT_{pc} – температура реакційної суміші у приростах;

ΔG_e – витрата етилену на вході у приростах;

Записуємо виходи зліва, а входи справа:

$$C_{pc} \cdot V \cdot \rho \cdot \frac{d\Delta T_{pc}}{dt} + G_{pc} \cdot \Delta T_{pc} \cdot C_{pc} = \Delta G_e \cdot T_e \cdot C_e + G_k \cdot T_k \cdot C_k.$$

Лінеаризоване р-ня перетворюємо за Лапласом:

$$C_{pc} \cdot V \cdot \rho \cdot p \cdot T_{pc}(p) + G_{pc} \cdot T_{pc}(p) \cdot C_{pc} = G_e(p) \cdot T_e \cdot C_e + G_k \cdot T_k \cdot C_k;$$

$$T_{pc}(p) \cdot (T \cdot p + 1) = G_e(p) \cdot k;$$

$$T = \frac{V \cdot \rho}{G_k}, \quad k = \frac{T_e \cdot C_e}{G_k \cdot C_k}.$$

Передатна функція за каналом «витрата етилену – температура реакційної суміші» виглядатиме наступним чином:

$$W_{(p)} = \frac{k}{T \cdot p + 1} = \frac{70.51}{46.73 \cdot p + 1};$$

а на рисунку 4.3 буде зображений графік цієї перехідної функції.

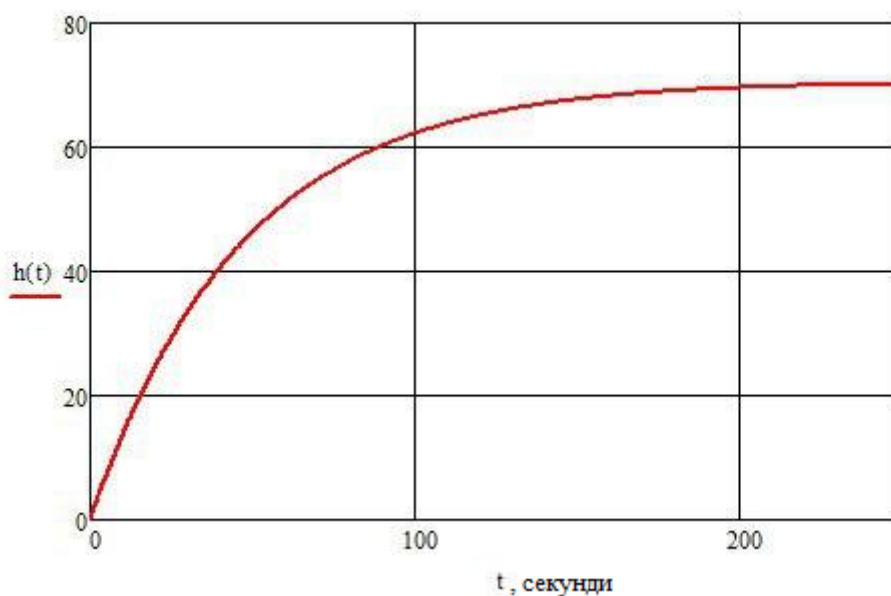


Рисунок 4.3 – Перехідна характеристика для каналу «витрата етилену – температура реакційної суміші»

5. СТВОРЕННЯ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

5.1 Обґрунтування для створення нечіткої системи керування, визначення її структури

В даній роботі була створена нечітка автоматична система керування температури в реакторі[9], T_{PI} . Керувальним впливом є витрата каталізатору F_{KP} .

Фрагмент схеми автоматизації з вказаним контуром керування наведено на рисунку 5.1.

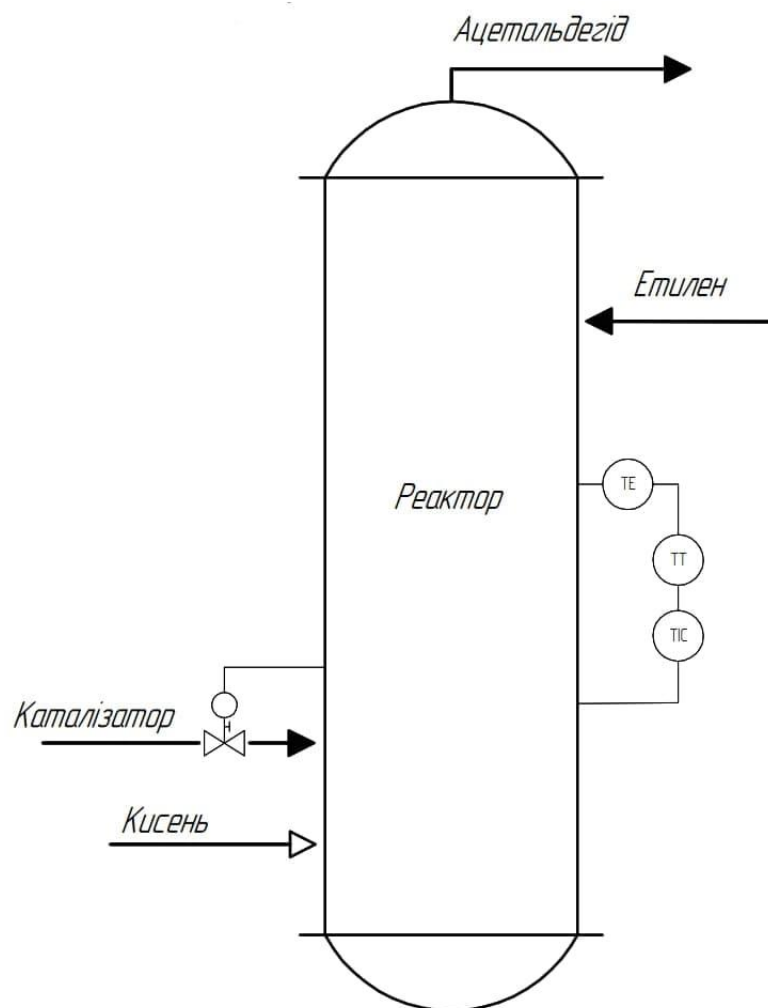


Рисунок 5.1. Фрагмент схеми автоматизації з контуром керування температури

5.2 Вибір та опис лінгвістичних змінних

Для даного контуру було визначено наступні лінгвістичні змінні:

- Витрата каталізатору (КР, F_{KP});

- Температура всередині реактора($P1, T_{P1}$).

Спочатку необхідно сформулювати терми та функції належності для **Температури в реакторі T_{P1}** , яка змінюється в діапазоні від 100...130 °C від допустимого значення[10]. Для даної лінгвістичної змінної визначено 3 терми: «низька», «нормальна», «висока».

Опишемо цю змінну наступним чином:

низька

Лінгвістична змінна: $\langle \text{Температура; нормальна; } 100 < T_{P1} \leq 130 \rangle$

висока

Схожим чином представимо керуючу змінну **Витрата каталізу розчину F_{KV}** як лінгвістичну.

мала

Лінгвістична змінна: $\langle \text{Витрата; нормальна; } 120 < F_{KV} \leq 180 \rangle$

велика

5.3 Створення нечіткої математичної моделі об'єкта керування

На рисунках 5.2. – 5.5 зображено графіки функцій належності кожної з терм лінгвістичної змінної **Температура в реакторі**.

Функцію належності **Температура низька** описано та зображено наступним чином:

$y := 100..130$

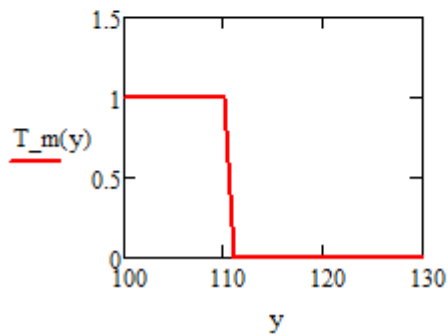
$$T_m(y) := \begin{cases} \text{res} \leftarrow 1 \\ 1 \text{ if } y < 105 \\ \text{res} \leftarrow -0.03333333 \cdot y + \frac{14}{3} \text{ if } y \geq 110 \\ 0 \text{ if } y > 110 \end{cases}$$


Рисунок 5.2. Функція належності *Температура низька*

Функцію належності *Температура нормальна* описано та зображено наступним чином:

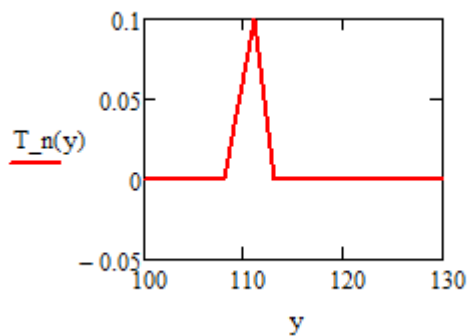
$$T_n(y) := \begin{cases} \text{res} \leftarrow 0 \\ 0 \text{ if } y < 108 \\ \text{res} \leftarrow 0.0333333 \cdot y - 3.6 \text{ if } y \geq 108 \\ \text{res} \leftarrow -0.05 \cdot y + \frac{11.3}{2} \text{ if } y \geq 111 \\ 0 \text{ if } y > 113 \end{cases}$$


Рисунок 5.3. Функція належності *Температура нормальна*

Функцію належності *Температура висока* описано та зображено наступним чином:

$$\underline{T}_v(y) := \begin{cases} \text{res} \leftarrow 0 \\ 0 & \text{if } y < 114 \\ 0.05 \cdot y - 5.6 & \text{if } y \geq 120 \\ 1 & \text{if } y > 120 \end{cases}$$

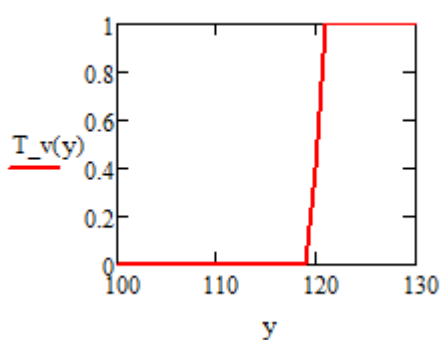


Рисунок 5.4. Функція належності *Температура висока*

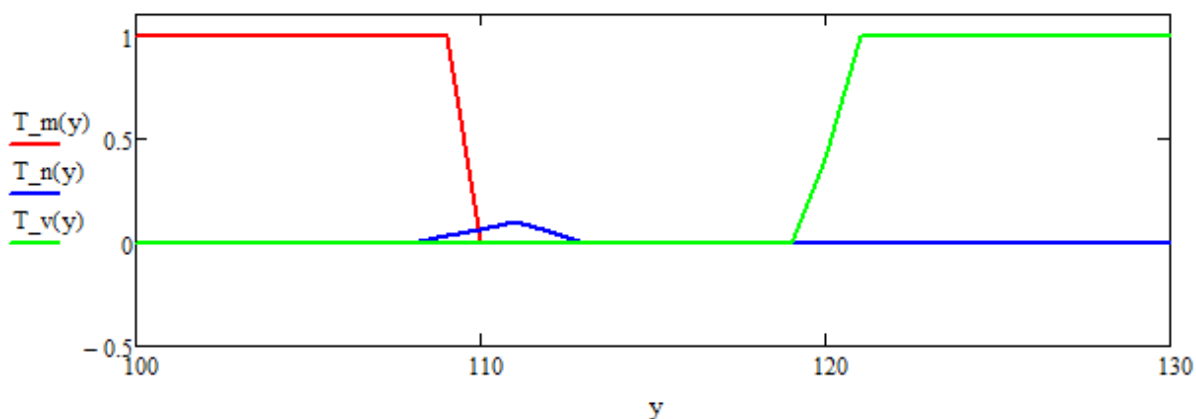


Рисунок 5.5. Графіки усіх функцій належності змінної *Температура в реакторі*

На рисунках 5.6. – 5.9. зображено графіки функцій належності кожної з терм лінгвістичної змінної *Витрата каталіз-розчину*.

Функцію належності *Витрата мала* описано та зображено наступним чином:

$x := 120..180$

$$F_m(x) := \begin{cases} \text{res} \leftarrow 1 \\ 1 & \text{if } x \leq 125 \\ \text{res} \leftarrow -0.5 \cdot x + \frac{127}{2} & \text{if } x > 125 \\ 0 & \text{if } x > 127 \end{cases}$$

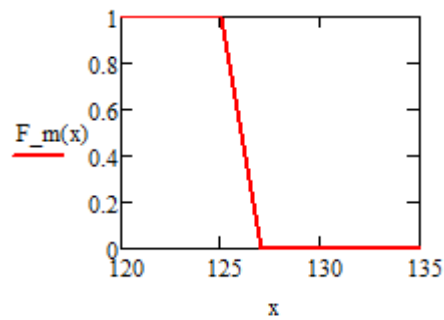


Рисунок 5.6. Функція належності *Витрата мала*

Функцію належності *Витрата нормальна* описано та зображено наступним чином:

$$F_n(x) := \begin{cases} \text{res} \leftarrow 0 \\ 0 & \text{if } x \leq 136 \\ \text{res} \leftarrow 0.25 \cdot x - 34 & \text{if } x \geq 136 \\ \text{res} \leftarrow -0.1666666 \cdot x + \frac{73}{3} & \text{if } x \geq 140 \\ 0 & \text{if } x > 146 \end{cases}$$

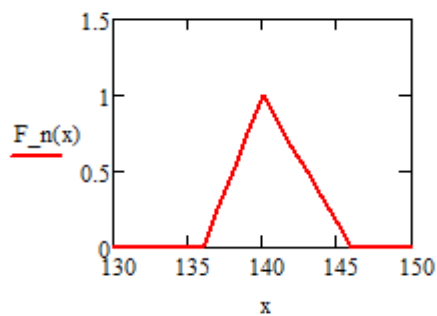


Рисунок 5.7. Функція належності *Витрата нормальна*

Функцію належності *Витрата велика* описано та зображено наступним чином:

$$F_v(x) := \begin{cases} \text{res} \leftarrow 0 \\ 0 & \text{if } x \leq 144 \\ 0.33333 \cdot x - 48 & \text{if } x > 144 \\ 1 & \text{if } x \geq 147 \end{cases}$$

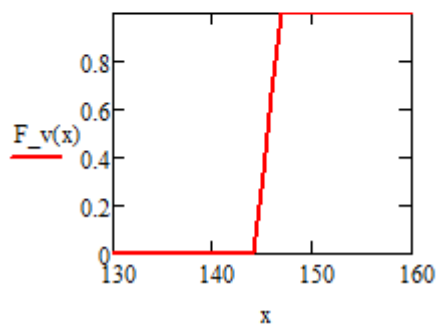


Рисунок 5.8. Функція належності *Витрата велика*

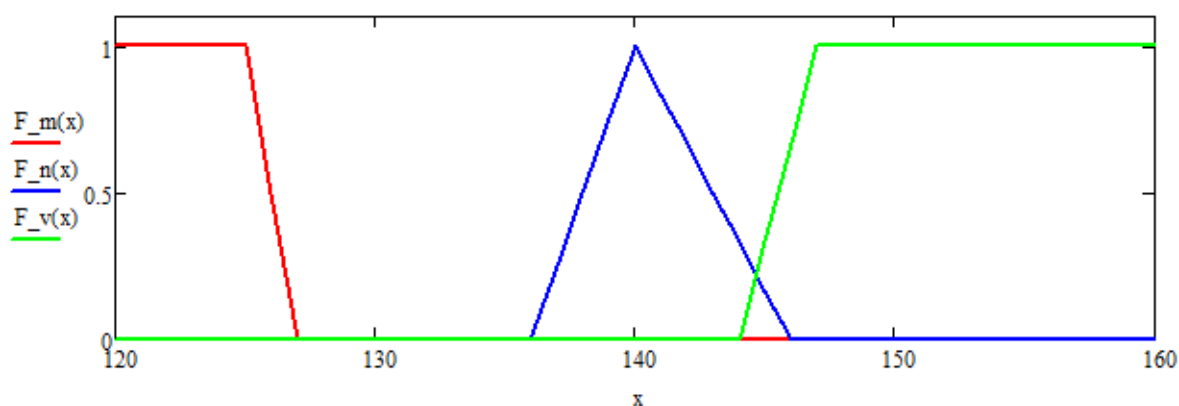


Рисунок 5.9. Графіки усіх функцій належності змінної *Витрата каталіз-розчину*

5.4 Розробка продукційних правил нечіткої системи керування

Наступним кроком в розробці НчАСК є формування нечітких правил керування:

ЯКЩО *Температура в реакторі P1* «низька», **ТО** *Витрата каталіз-розчину* повинна бути «велика».

ЯКЩО *Температура в реакторі P1* «нормальна», **ТО** *Витрата каталіз-розчину* повинна бути «нормальна».

ЯКЩО *Температура в реакторі P1* «висока», **ТО** *Витрата каталіз-розчину* повинна бути «мала».

Наприклад, температура в реакторі 121 °С. Знайдемо ступінь входження значення T_{PI} у кожний терм: «низька» = 0,3; «нормальна» = 0,366; «висока» = 0.

$$Y_{vh} := 121$$

$$\mu_m := T_m(Y_{vh}) = 0.3$$

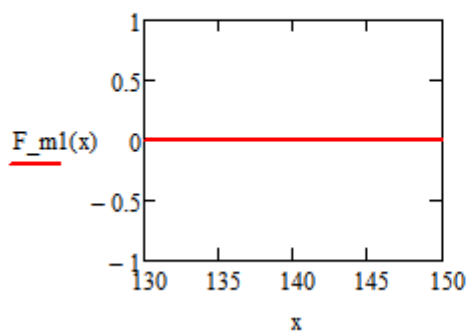
$$\mu_n := T_n(Y_{vh}) = 0.366$$

$$\mu_v := T_v(Y_{vh}) = 0$$

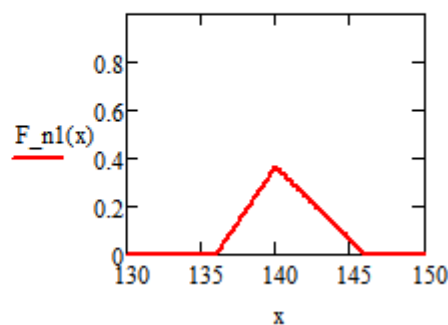
Виконаємо модифікацію нечітких множин правих частин правил. Використаємо спочатку метод добутків, помноживши кожну функцію належності F_{PI} на відповідний коефіцієнт входження температури.

На рисунку 5.10. зображено, як будуть перетворені множини «мала», «нормальна», «велика» керувальної змінної *Витрата каталіз-розчину*, що розташовані у правій частині правил.

$$F_{m1}(x) := F_m(x) \cdot \mu_v$$



$$F_{n1}(x) := F_n(x) \cdot \mu_n$$



$$F_{v1}(x) := F_v(x) \cdot \mu_m$$

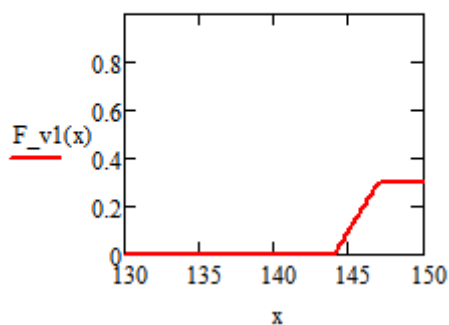


Рисунок 5.10. Перетворення функцій належності правих частин правил методом добутку

Далі врахуємо дію усіх правил, виконавши суперпозицію нечітких множин – методом максимуму та підсумовування.

На рисунках 5.11. – 5.12. зображено отримані результати

$$F_sum_dob1(x) := \max(F_m1(x), F_n1(x), F_v1(x))$$

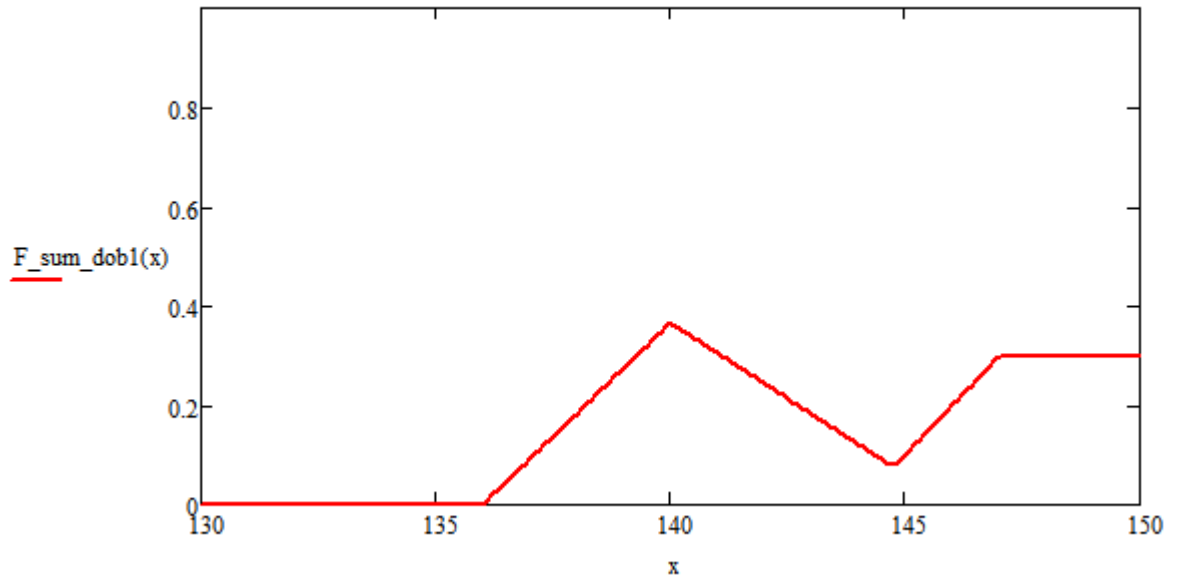


Рисунок 5.11. Об'єднання методом максимуму

Виконаємо перехід до числового значення керуючої змінної:

$$F_dob_res1 := \frac{\int_{120}^{180} x \cdot F_sum_dob1(x) dx}{\int_{120}^{180} F_sum_dob1(x) dx} = 159.512$$

$$F_sum_dob2(x) := F_m1(x) + F_n1(x) + F_v1(x)$$

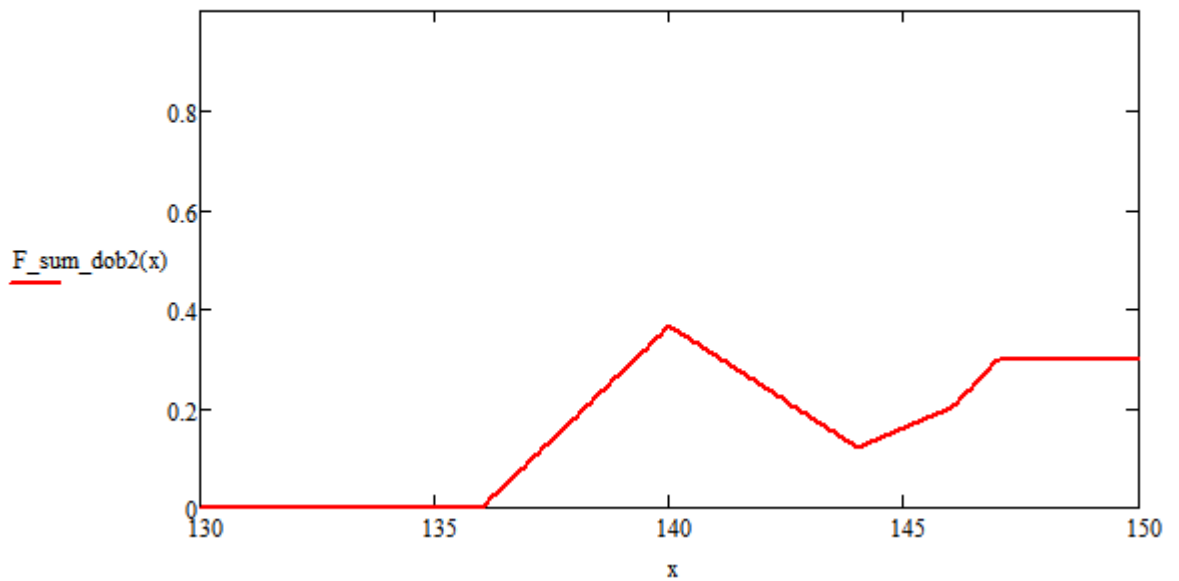


Рисунок 5.12. Об'єднання методом підсумовування

Виконаємо перехід до числового значення керуючої змінної:

$$F_dob_res2 := \frac{\int_{120}^{180} x \cdot F_sum_dob2(x) \, dx}{\int_{120}^{180} F_sum_dob2(x) \, dx} = 159.421$$

Тепер використаємо метод мінімуму, обмеживши функцію належності множини F_{KP} .

На рисунку 5.13. зображено, як будуть перетворені множини «мала», «нормальна», «велика» керуючої змінної **Витрата каталіз-розчину**, що розташовані у правій частині правил.

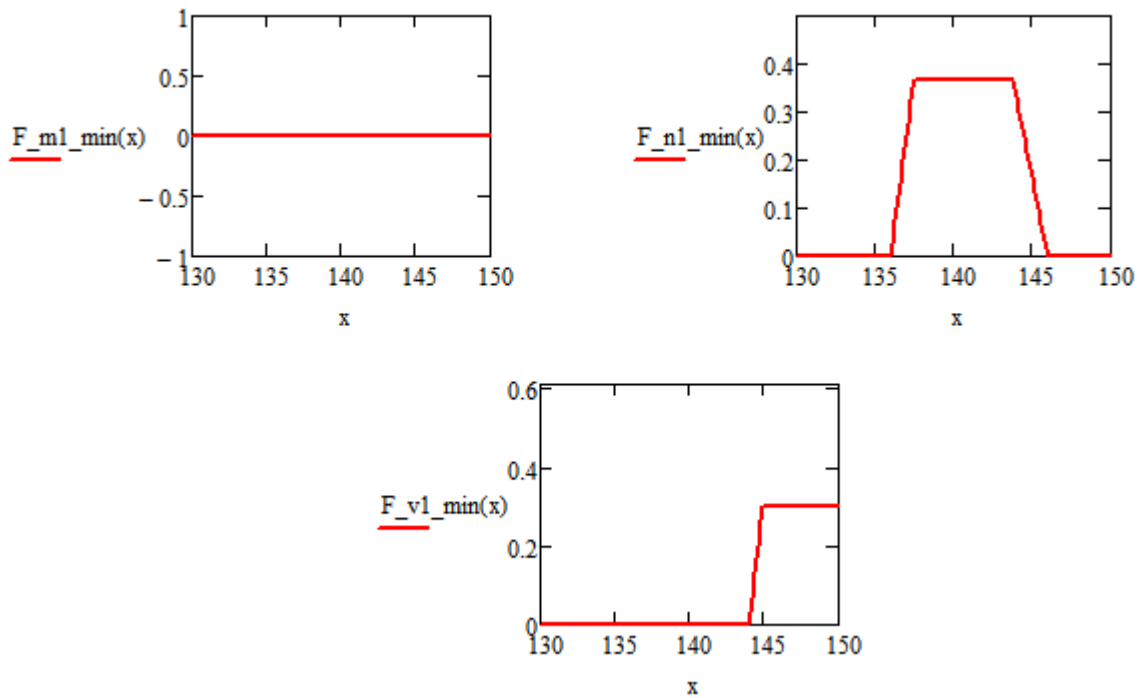


Рисунок 5.13. Перетворення функцій належності правих частин правил методом мінімуму

Далі врахуємо дію усіх правил, виконавши суперпозицію нечітких множин – методом максимуму та підсумовування.

На рисунках 5.14. – 5.15. зображено отримані результати

$$F_{sum_min1}(x) := \max(F_{m1_min}(x), F_{n1_min}(x), F_{v1_min}(x))$$

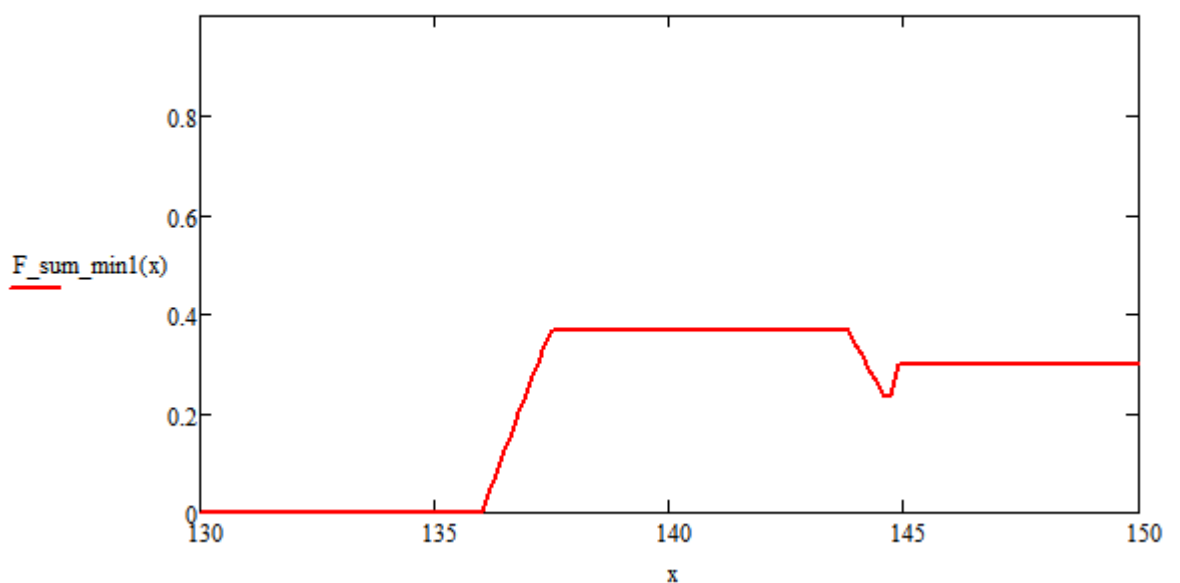


Рисунок 5.14. Об'єднання методом максимуму

Виконаємо перехід до числового значення керуючої змінної:

$$F_{\min_res1} := \frac{\int_{120}^{180} x \cdot F_{\text{sum_min1}}(x) dx}{\int_{120}^{180} F_{\text{sum_min1}}(x) dx} = 157.747$$

$$F_{\text{sum_min2}}(x) := F_{m1_min}(x) + F_{n1_min}(x) + F_{v1_min}(x)$$

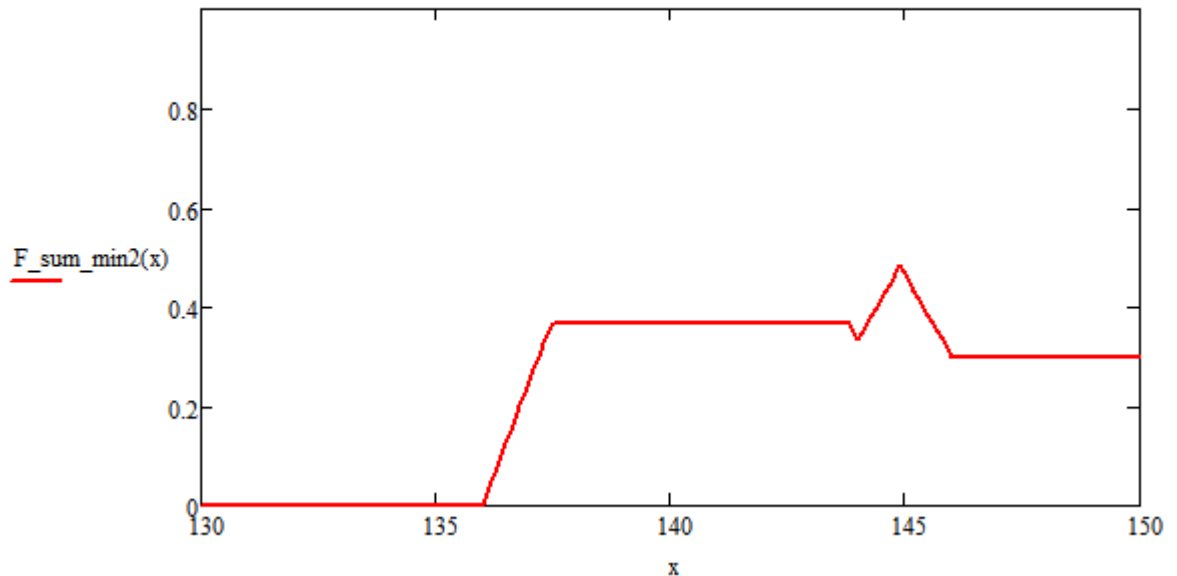


Рисунок 5.15. Об'єднання методом підсумовування

Виконаємо перехід до числового значення керуючої змінної:

$$F_{\min_res2} := \frac{\int_{120}^{180} x \cdot F_{\text{sum_min2}}(x) dx}{\int_{120}^{180} F_{\text{sum_min2}}(x) dx} = 157.537$$

5.5 Результат реалізації нечіткої моделі та системи засобами

MatLab

Реалізація в нечіткої системи керування за допомогою програмного засобу MatLab подана в пунктах нижче. В MatLab результати реалізації подано в наступному вигляді:

- схема НчАСК на рисунку 5.16.,

- редактор функцій належності для вхідних та керуючих змінних на рисунках 5.17 та рисунку 5.18.,
- редактор правил продукції після їх визначення на рисунку 5.19.,
- перегляд результату використання правил продукції на рисунку 5.20.,
- перегляд поверхні нечіткого висновку на рисунку 5.21.

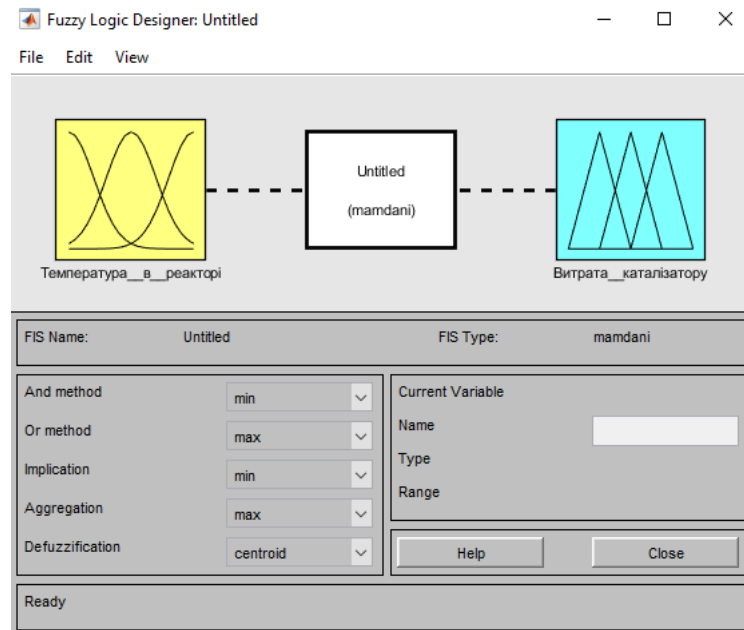


Рисунок 5.16. Схема НЧАСК

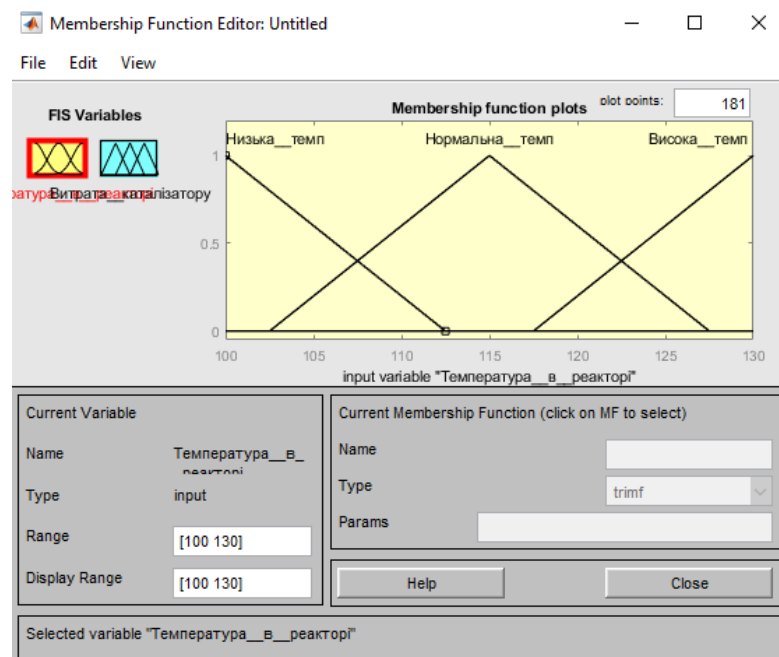


Рисунок 5.17. Вікно редактора функцій належності для вхідної змінної

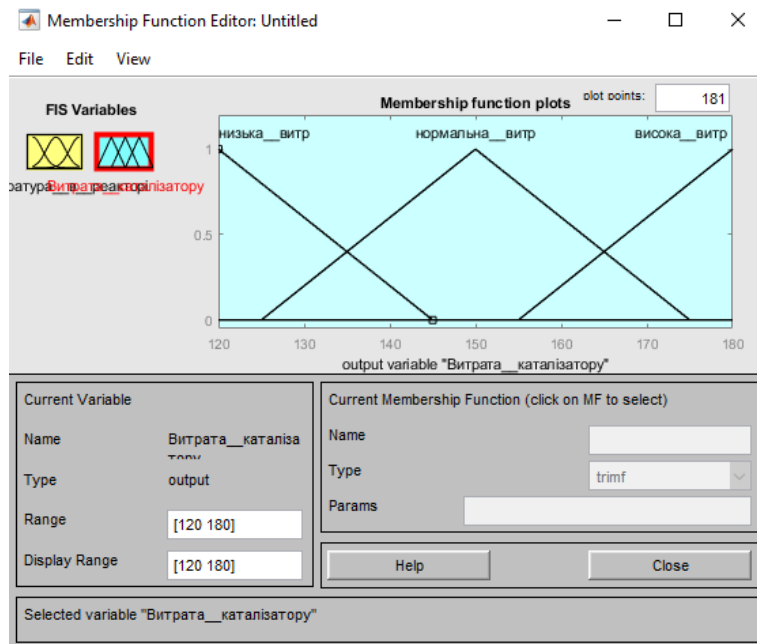


Рисунок 5.18. Вікно редактора функцій належності для керуючої змінної

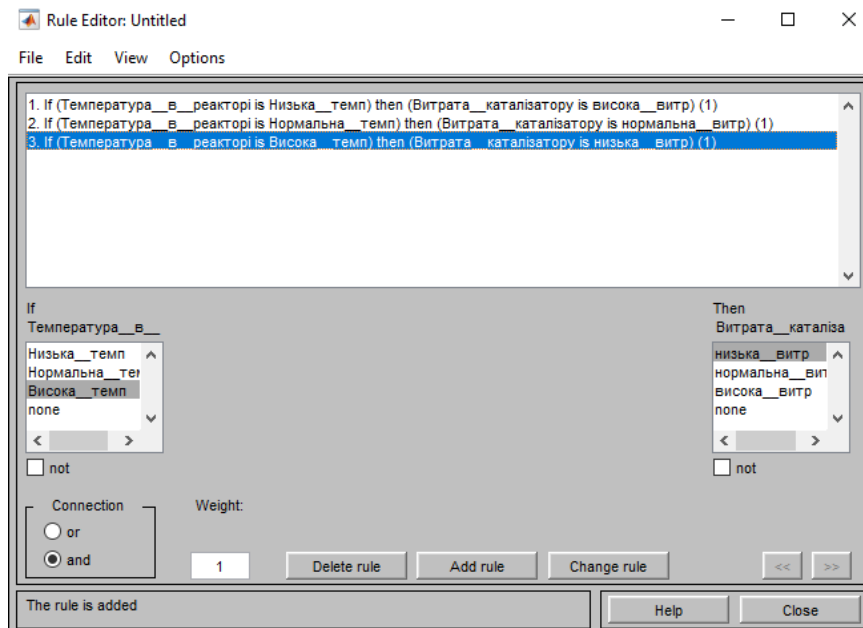


Рисунок 5.19. Вікно редактора правил продукції після їх визначення

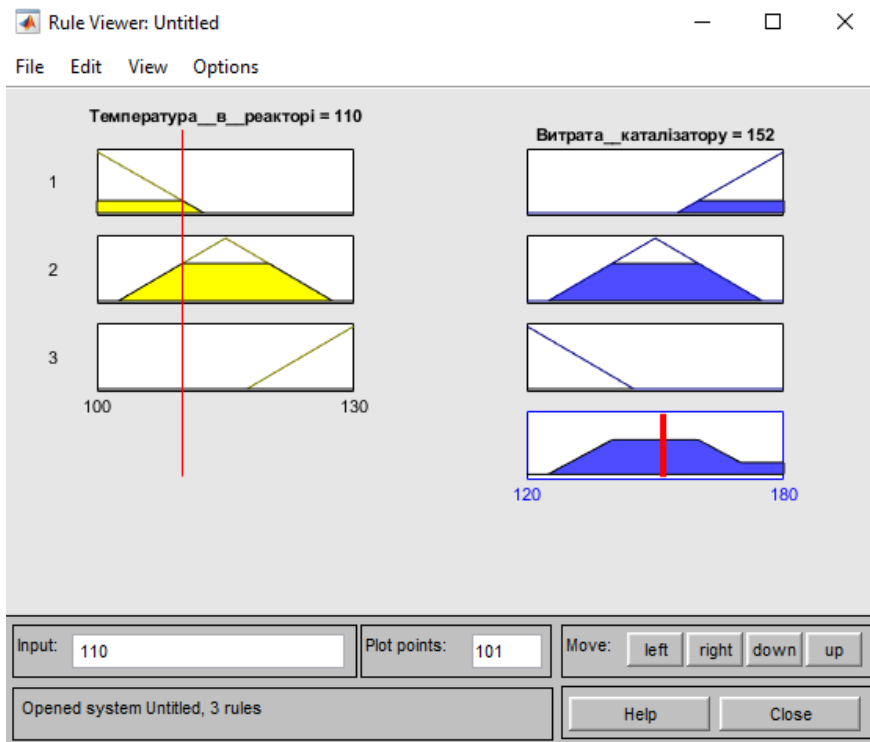


Рисунок 5.20. Вікно перегляду результату використання правил продукції

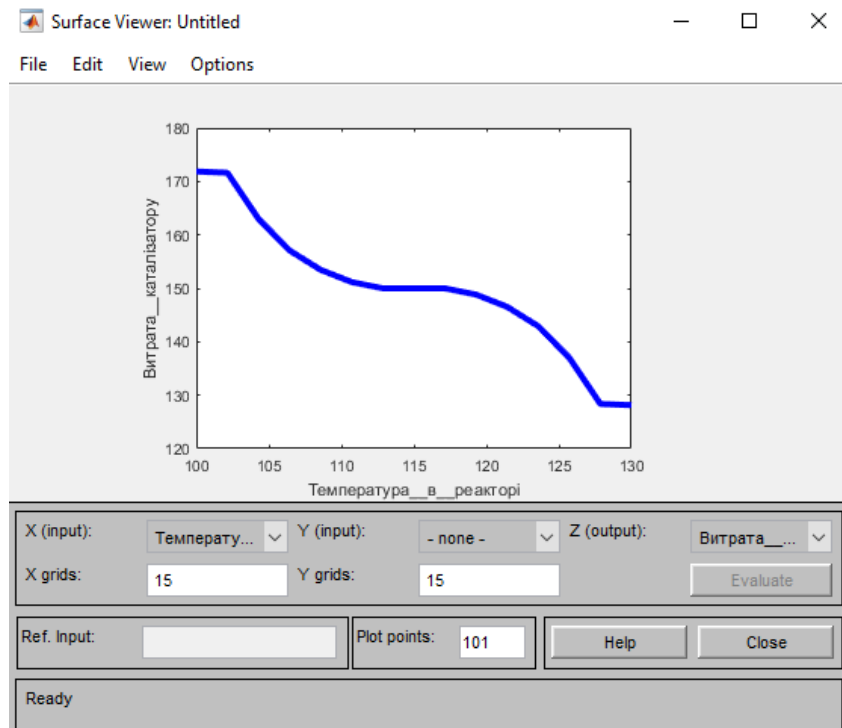


Рисунок 5.21. Вікно перегляду поверхні нечіткого висновку

6. СТВОРЕННЯ ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО КОПЮВАННЯ ДАНИХ ВІД СИСТЕМИ

У зв'язку з постійним розвитком технологій і створенням все більшої кількості різноманітних автоматизованих систем або контролерів встає проблема з обробкою цих даних. Проблемою таких систем є що вони займають досить багато місця на сервері. Також частою проблемою виробництв є, що багато їх систем вже застаріли і не можуть працювати з новим програмним забезпеченням.

На даний час стрімко розвиваються хмарні технології, що дозволяють зберігати дані на окремому сервері проте вони потребують постійного з'єднання з інтернет мережою для постійного завантаження інформації. Але більшість систем виробництва для підвищення рівня безпеки і виключення можливості втратити дані не підключають свою системи до мережі.

Це створило задачу у створенні програми, яка може виконувати роль у резервному копіюванні даних від БД контролерів на старих системах.

Перше, що може прийти на думку, це використати можливості операційної системи. Таке можливо зробити використовуючи застосунок “Командний рядок Windows”, який є переважно на більшості систем виробництва. Перевагою такого способу є, що не потрібно виділяти окреме місце в системі для застосунку та самі прикладні програми не займають багато місця.

6.1 Функція прикладної програми

Розроблюєма прикладна програма повинна робити резервну копію БД контролерів кожну годину і зберігати її в іншому місці, причому кожну ітерацію потрібно зберігати окремо. Також постає необхідність у створенні логів кожної ітерації роботи, що дозволить адміністратору системи у разі потреби через це вирішити проблему, адже у разі виникнення проблеми або

помилки буду формуватися аварійний лог в якому будуть вказуватися відрізок часу під час якого виникла проблема. Додатково необхідно щоб програма запускалася автоматично без втручання персоналу.

Для створення програми буде використовуватися редактор Notepad++ для зручності бо в командному рядку не можна створити послідовність операцій.

Лістнінг прикладної програми і результати будуть наведені нижче.

```
1 echo off
2 rem Source path
3 set SRCPATH=%CD%\test_f\backup\
4 rem Destination path
5 set DSTPATH=%CD%\test_f\replica\
6 rem Logs path
7 set LOGPATH=%CD%\test_f\replica\log\
8 rem Current Time and Date
9 set CUR_HH=%time:~0,2%
10 rem Add 0 if hour < 10 like: 09:54 or 07:30
11 if %CUR_HH% lss 10 (set CUR_HH=0%time:~1,1%)
12 set CUR_MM=%time:~3,2%
13 set CUR_SS=%time:~6,2%
14 set CUR_DATE=%date:~*/*
15 rem Current Time for logs
16 set CUR_TIME=%CUR_HH%:%CUR_MM%:%CUR_SS%
17 rem Current Time for folders
18 set CUR_TIMER=%CUR_HH%.%CUR_MM%.%CUR_SS%
19
20 rem Copy and create FullLog file
21 robocopy %SRCPATH% %DSTPATH% %CUR_DATE%-%CUR_TIMER% /E /R:3 /W:60 /LOG+:%LOGPATH%\FullLog_%CUR_DATE%.txt /Y /FP
22
23 if %errorlevel%==1 goto :successful
24 rem Create Log file that copy process was failed and some error occurs and add errorlevel to log
25 if not %errorlevel%==1 echo %CUR_DATE%;%CUR_TIME%;Copy %SRCPATH% to %DSTPATH%;failed;retries:3;Errorlevel=%errorlevel%;For more info look FullLog.txt; >> %LOGPATH%\LogAlarm_%CUR_DATE%.csv
26 timeout /T 15 /NOBREAK
27
28 :successful
29 rem Create Log file that copy process was successful
30 echo %CUR_DATE%;%CUR_TIME%;Copy %SRCPATH% to %DSTPATH%;successful;retries:0;For more info look FullLog.txt; >> %LOGPATH%\Log_%CUR_DATE%.csv
31 rem next line removes all files in temp folder
32 DEL /A /F /Q /S "%SRCPATH%\.*"
33 rem next line cleans up the folder's content
34 for /F %col% delims="*" in ('dir "%SRCPATH%" /AD /B 2^>nul') do rd /Q /S "%SRCPATH%\%col%"
35 timeout /T 15 /NOBREAK
```

Рисунок 6.1. Лістнінг програмного коду

Кожен запуск програми копіює папку з файлами в окреме місце і додає до назви цієї папки точний час у форматі DD.MM.YYYY-Time.



Також програма створює файл FullLog куди буде заноситися інформація про процес копіювання:

- Вказується час і дата
- Вказуються шляхи до src/dst
- Вказується перелік файлів та їх розмір
- Вказується новий це файл чи перезапис старого файлу

- Загальна статистика

Приклад результату зображено на рисунку 6.2.

```
-----
ROBOCOPY      ::      Robust File Copy for Windows
-----

Started : 25 2021 . 9:57:22
Source  : C:\test_f\backup\
Dest    : C:\test_f\replica\BK25.10.2021-09.57.22\

Files : *.*

Options : *.* /V /FP /S /E /DCOPY:DA /COPY:DAT /MOVE /R:3 /W:60

-----

100%      New Dir          0      C:\test_f\backup\
100%      New Dir          2      C:\test_f\backup\BK22102021\
100%      New File          31      C:\test_f\backup\BK22102021\BK-19.10.2021-22.05.00.csv
100%      New File          31      C:\test_f\backup\BK22102021\BK-19.10.2021-22.05.00.log
100%      New Dir          2      C:\test_f\backup\BK25102021\
100%      New File          31      C:\test_f\backup\BK25102021\BK-19.10.2021-22.05.00.csv
100%      New File          31      C:\test_f\backup\BK25102021\BK-19.10.2021-22.05.00.log

-----

      Total   Copied   Skipped  Mismatch   FAILED   Extras
 Dirs  :      3       3       0         0         0         0
Files  :      4       4       0         0         0         0
Bytes  :     124     124       0         0         0         0
Times  :  0:00:00  0:00:00                   0:00:00  0:00:00

Speed  :                   41333 Bytes/sec.
Speed  :                   2.365 MegaBytes/min.
Ended  : 25 2021 . 9:57:22
```

Рисунок 6.2. Результат процесу копіювання

Додатково створюються файли Log та AlarmLog у яких зображено результат/невдачу у стислому вигляді які імпортують свої дані до файлів Excel з аналогічними назвами для більш зручної роботи з даними. Адже за робочий тиждень проводять більше сотні ітерацій. Також в цих файлах вказується кількість спроб, що знадобилися при копіюванні і errorlevel – спеціальний код згідно якому можна дізнатися як саме пройшов процес копіювання(повне/часткове/відсутнє копіювання).

```
25.10.2021;09:57:22;Copy \test_f\backup\ to \test_f\replica\;successful;retries;0;For more info look FullLog.txt;
25.10.2021;09:59:43;Copy \test_f\backup\ to \test_f\replica\;successful;retries;0;For more info look FullLog.txt;
25.10.2021;10:01:08;Copy \test_f\backup\ to \test_f\replica\;successful;retries;0;For more info look FullLog.txt;
25.10.2021;10:35:26;Copy \test_f\backup\ to \test_f\replica\;successful;retries;0;For more info look FullLog.txt;
```

Рисунок 6.3. Результат файлу Log

```
25.10.2021;09:58:46;Copy \test_f\backup\* to \test_f\replica\;failed;retries;3;ErrorLevel=16;For more info look FullLog.txt;
25.10.2021;09:58:57;Copy \test_f\backup\* to \test_f\replica\;failed;retries;3;ErrorLevel=16;For more info look FullLog.txt;
25.10.2021;09:59:09;Copy \test_f\backup\* to \test_f\replica\;failed;retries;3;ErrorLevel=16;For more info look FullLog.txt;
```

Рисунок 6.4. Результат файлу AlarmLog

Прикладна програма створена і виконується. Тепер нам потрібно створити подію щоб програма запускалася і виконувалася автоматично без участі людини.

Для цього нам потрібно використати Task Sheduler. Для цього натисніть Win і ведіть Task Sheduler після чого натисніть на іконку програми. На екрані з'явиться вікно як зображено на рисунку 6.5., де нам потрібно знайти процес Task Scheduler.

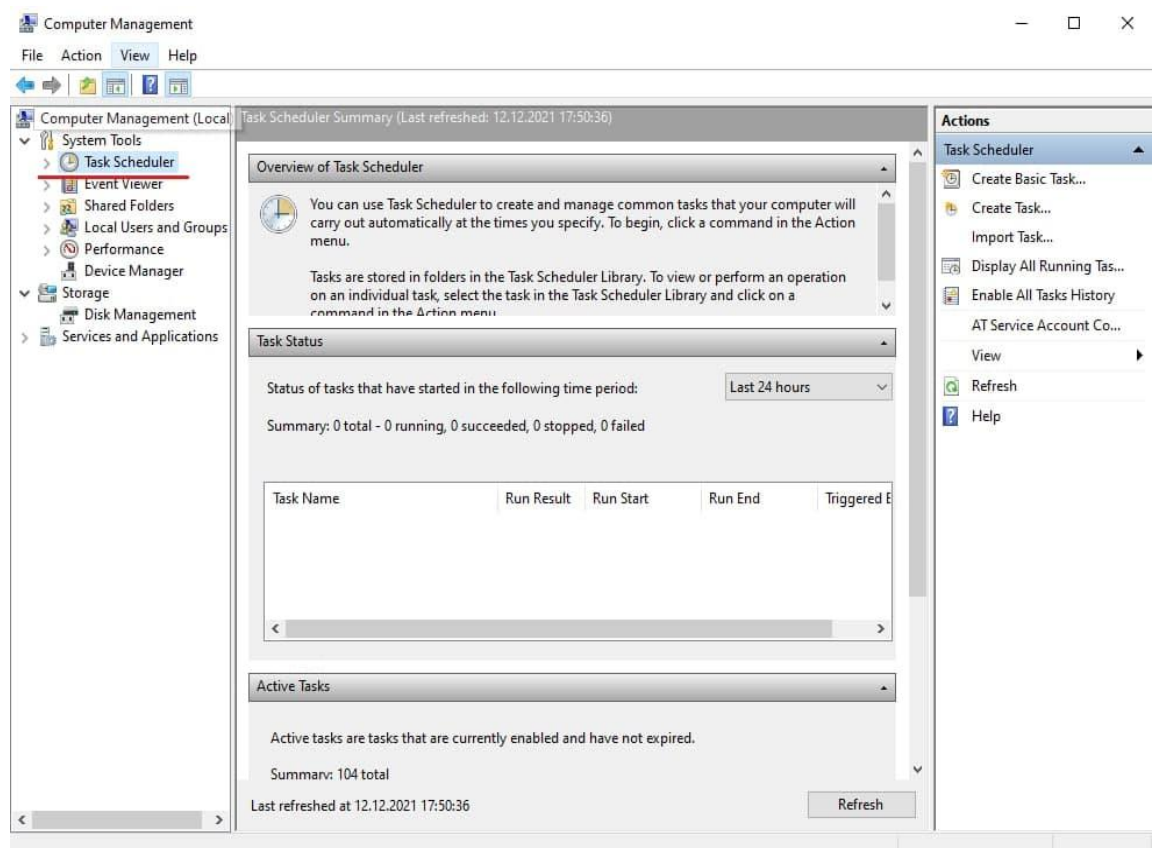


Рисунок 6.5. Вікно управління комп'ютером

Після чого обираємо пункт про створення базового завдання. В нас відкриється віконце(див. рисунок 6.6.), де ми можемо встановити відповідні налаштування, які від нас потребуються.

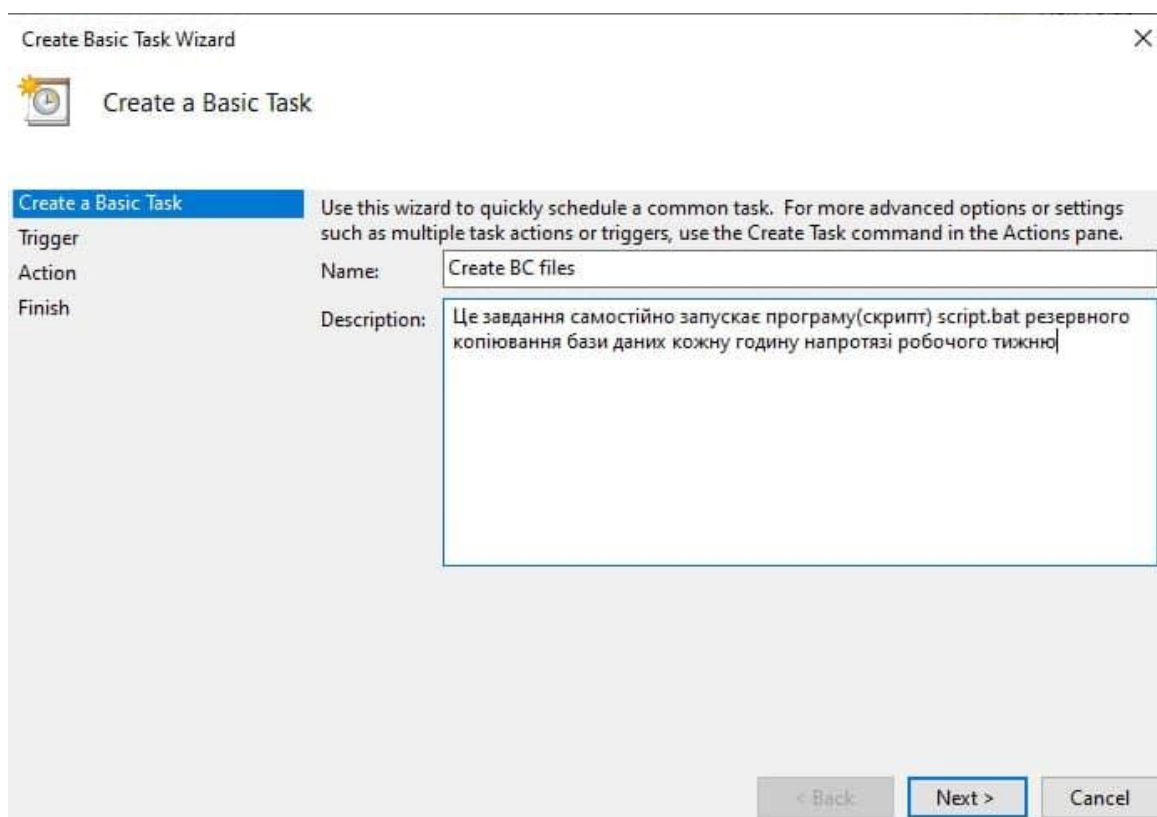


Рисунок 6.6. Вікно створення запланованої події

В кінці після налаштувань завдання повинно з'явитися у списку подій. Якщо виникне ситуація, що нам потрібно зупинити або змінити налаштування ви завжди можете це зробити через це вікно, обравши ваше завдання та натиснувши кнопку Properties.

Name	Status	Triggers
Create BC files	Disabled	At 22:05 on 19.10.2021 - After triggered, repeat every 00:01:00 for a duration of 30
MicrosoftEd...	Ready	Multiple triggers defined
MicrosoftEd...	Ready	At 10:20 every day - After triggered, repeat every 1 hour for a duration of 1 day.
OneDrive Re...	Ready	At 14:32 on 10.12.2021 - After triggered, repeat every 1.00:00:00 indefinitely.
OneDrive St...	Ready	At 13:00 on 01.05.1992 - After triggered, repeat every 1.00:00:00 indefinitely.
Opera sched...	Ready	Multiple triggers defined

Рисунок 6.7. Список створених завдань-подій

7. СТВОРЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Ідея стартап – проекту: створення програми, що буде створювати резервну копію бази даних системи самостійно без втручання людини.

Планується розробити програму, що буде виконувати резервне копіювання системи кожну годину, зберігати ці дані окремо один від одного, підписувати їх для зручності, створювати лог з повною інформацією про процес резервного копіювання та створення двох додаткових файлів, де будуть зберігатися успішні та невдалі спроби копіювання з подальшим імпортом цих даних до Excel.

Текст повідомлення буде наступним:

«25.10.2021;09:57:22;Copy\test_f\backup\to\test_f\replica\;successfull;retries;0;For more info look FullLog.txt;» - при успішному копіюванні.

«25.10.2021;09:58:46;Copy\test_f\backup*to\test_f\replica\;failed;retries;3;ErrorLevel=16;For more info look FullLog.txt;» - при невдалому копіюванні.

Характеристика ринку. Наразі ми живемо у часи завершення 3 цифрової революції, характерними особливостями якої – розвиток інформаційно – комунікаційних технологій, автоматизація та роботизація промисловості у всіх її видах. Але ці часи вже майже завершилися і на сьогодні дуже стрімко розвивається епоха «Індустрії 4.0».

Індустрія 4.0 – це повністю автоматизовані виробництва, в яких усіма процесами можна керувати в реальному часі навіть при зміні умов процесу. Суть процесу полягає в переносі реального об'єкту керування чи цілого підприємства в віртуальну копію, де можливо все відслідковувати у реальному часі.

Наприклад, зазвичай на підприємствах розміщено багато датчиків, що генерують дані, за допомогою IoT(Industrial Internet of Things) можливо об'єднати дані з однієї з виробничих ліній, для активної обробки та підвищення загально продуктивності шляхом виявлення та усуненню факторів, що сповільнюють виробництво. Всі отримані данні с датчиків можливо віддалено

контролювати і виправляти виникаючі проблеми автоматизовано, без участі людини.

Цільова аудиторія – малі та середні виробництва.

Перевагою даного стартап – проекту є мала собівартість, та досить легка установка і налаштування на підприємстві.

Гроші: 20 тис. грн. на купівлю офісного ноутбуку, 100 тис. грн. на покращення та розвиток програмного забезпечення, 5 тис. грн. / міс. на створення документації.

Джерело грошей: зацікавлені виробництва, бізнес – ангели, венчурне підприємство.

7.1 Конкуренти

Конкурентами являються усі компанії по створенню аналогічного програмного забезпечення, та компанії-сервіси, що постачають схожі послуги.

7.2 Основна конкурентна перевага

Програма займає дуже мало місця і може використовуватися на старих або слабких системах. Також як це тільки ідея на старті то вона не коштує дуже дорого в порівнянні з конкурентами.

7.3 Команда

Команда проекту – група інженерів-студентів. На даний момент я 1 учасник групи, але я вірю, що зі збільшенням зацікавленості команда, як і програма буде зростати.

7.4 Аналіз внутрішнього середовища

Таблиця 7.1. Загальний список факторів

Фактори внутрішні	Вплив фактору		Проблеми та можливості
	Можливості	Загрози	
Стратегічне планування та	Ускладнене прогнозування,		Проведення комплексних

проблематика	визначення цілей, завдань роботи програми і методів їх досягнення		маркетингових досліджень, розробка стратегії діяльності компанії з урахуванням кризових ситуацій
Низька обізнаність існування продукту	Відсутність рекламованості компанії серед клієнтів	Недовірливе ставлення потенційних клієнтів	Використання різноманітних способів просування, реклама у ютуб, та індексація
Низький рівень фінансування	Фізичне зношення обладнання (ноутбуків та аксесуарів до них)		Внесення змін до фінансового плану компанії; збільшення витрат на підтримку функціоналу
Інтелектуальний потенціал		Кваліфіковані, лояльні і добре мотивовані працівники як інструмент для досягнення конкурентних	Оптимізація управління трудовими ресурсами; розробка методів, спрямованих на

		переваг	підвищення продуктивності праці
Інновації	Пошук нових клієнтів з сучасним мисленням	Співпраця з клієнтами, орієнтованими на розвиток товару	Пошук клієнтів-новаторів

Таблиця 7.2. Загальний список необхідної інформації

№ п/п	Необхідна інформація
1	Залучення нових інвестицій
2	Рекламування компанії, інші способи просування на ринку
3	Сценарій дій компанії у кризових ситуаціях
4	Комплексні маркетингові дослідження
5	Мотивація співробітників для покращення продуктивності праці
6	Пошук клієнтів з сучасним мисленням
7	Способи та методи приваблювання нових клієнтів

7.5 Аналіз зовнішнього середовища

Таблиця 7.3. Таблиця політико – правових факторі середовища підприємства.

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні методи
	Можливості	Загрози	
Просування українських товарів до Європи та ближнього зарубіжжя	Розширення ринку збуту товару	Витіснення вітчизняного товару закордонним	Підведення товару компанії до вимог та стандартів Європейського середовища
Урегулювання діяльності компанії законодавчими актами і законами	Підвищення якості товарів і послуг відповідно до сертифікатів та ліцензій	Недовірливе ставлення потенційних клієнтів	Дотримання захисту прав споживачів, забезпечення безпеки праці, часу роботи, мінімальної заробітної плати

7.4. Таблиця підсумків факторів економічного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні методи
	Можливості	Загрози	
Економічний потенціал України		Недостатність клієнтів- підприємств, що можуть дозволити собі	Вивід товару на закордонні ринки

		оновлення систем	
Світова економічна криза		Недостатнє фінансування, відсутність інвесторів	Пошук шляхів здешевлення товару без втрат у якості
Падіння рівню промислового виробництва в країні		Мала кількість місць впровадження технології	Пошук закордонних клієнтів

Таблиця 7.5. Таблиця факторів соціально – культурного середовища

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні методи
	Можливості	Загрози	
Бажання працівників зменшити обсяг виконання роботи	Перевага над конкурентами за рівнем автоматизації, зниженням кількості людської праці		Вдосконалення елементів системи для зниження рівня людської праці
Особливості відношення українських клієнтів		Вибір перевірених технологій перевірених виробників замість інноваційної	Демонстрація на практиці переважання якості товару за рахунок його рівня іновацій

7.6 Аналіз факторів мікроркетингового середовища

Таблиця 7.6. Таблиця підсумків впливу споживачів на розвиток компанії

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні методи
	Можливості	Загрози	
Бажання клієнтів мати якісний продукт за короткий час і низьку вартість	Подолання конкурентів за рахунок унікального дизайну	Втрата клієнтів через невідповідність зовнішнього вигляду товару	Постійна робота над дизайном та ергономічністю товару
Вплив статусу бренду на клієнтів		Втрата потенційно важливих клієнтів	Робота над іміджем компанії, доведення слів ділом, підтвердження якості товару
Здатність покупців торгуватися		Втрата потенційних клієнтів через велику вартість товару та послуг	Співпраця з клієнтами на взаємовигідних умовах поступок

Таблиця 7.7. Таблиця підсумків вплив конкурентів на розвиток компанії

Фактори	Вплив фактору		Альтернативні методи
	Можливості	Загрози	
Наявність нових		Рівень інноваційності нових конкурентів	Моніторинг ринку, спроби

конкурентів		перевищить рівень інноваційності компанії	технологічно випереджувати конкурентів
Наявність взаємозамінних товарів		Поява інноваційного промислового обладнання, що не потребує впровадження пропонованих систем	Робота над адаптивністю систем для впровадження на різні типи, види та рівні виробництва
Конкуренція між існуючими компаніями		Витіснення конкурентами компанії з ринку	Порівняння, аналіз товару конкурентів, запозичення гарних тенденцій та запобігання помилок конкурентів

7.7 Конкурентний аналіз проекту

Таблиця 7.8. Аналіз конкуренції за ступенями

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність компанії
1. Вказати тип конкуренції: монополія/ олігополія/	Монополістична. Різноманітність продукту та послуг у	Великий асортимент продукції та послуг з розробки

монополістична/чиста	розробці ПЗ. Важливою є реклама, нецінові ознаки товару, що впливають на вибір клієнта. Легкий вхід нової фірми та легкий вихід з галузі ІТ.	програмного забезпечення, потужна реклама, акції та бонуси при замовленні послуг та доступність при відкритті нового підприємства.
2. За рівнем конкурентної боротьби: локальний/національний.	Національний. Велика кількість аутсорсингових компаній, які пропонують свої послуги у різних країнах.	Можливість продавати свій продукт та послуги не тільки в Україні, а й закордоном.
3. За галузевою ознакою: міжгалузева/внутрішньогалузева	Внутрішньогалузева. Галузь ІТ технологій має переваги, над іншими, оскільки стрімко розвивається. Це проявляється і у фінансовій складовій і в трудових ресурсах і т.ін. тому йде внутрішньогалузева конкуренція за потенційного клієнта та людські ресурси.	Залучення інвесторів у свій бізнес, набір висококваліфікованих кадрів в команду та реклама для потенційних клієнтів
4. Конкуренція за	Товарно-родова. Різні	Великий асортимент

видами товарів: товарно-ротова/ товарно-видова/ між бажаннями	шляхи задоволення потреб клієнта, а саме автоматизація виробництва може бути виконана різними шляхами(програма, чат-бот, сервіси і т.ін.)	продукції та послуг з розробки програмного забезпечення та аргументи, чому той чи інший спосіб кращий для клієнта.
5.За характером конкурентних переваг: цінова/ нецінова	Цінова. В сучасних умовах саме така конкуренція актуальна для більшості галузей.	Зниженнях цін на певні послуги, а саме в моєму стартапі представлення бюджетної програми для виробництв.
6.За інтенсивністю: марочна/ немарочна	Марочна. В галузі розробки ПЗ важливу роль відіграє торгова марка, адже реклама, її популярність та репутація на ринку є важливим критерієм у виборі потенційного клієнта.	Розробка товарної марки та її популяризація за допомогою реклами.

Таблиця 7.9. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Політична ситуація в країні	Складна політична ситуація зумовлює обмеження в галузі

		модернізації виробництва , виділення коштів для цього.
2	Наявність конкурентів	Велика конкуренція, проте на ринок вийти легко, але залучити інвесторів та заслужити довіру у потенційних клієнтів не просто.
3	Загальний рівень техніки та технологій	З кожним днем технології розвиваються і швидко з'являються нові послуги та продукти на ринку.
4	Національний рівень підприємства	Можливість отримати інвестиції та замовлення від клієнтів з інших країн .

Таблиця 7.10 Порівняння сильних та слабких сторін стартап – проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з проектом						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Політична ситуація в країні	3				+			
2	Наявність конкурентів	15				+			
3	Загальний рівень техніки та технологій	18			+				
4	Національний рівень підприємства	15			+				

7.8 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 7.11 Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах сегменту	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входження у сегмент
1	Малі підприємства	Мала собівартість та ефективність програми допоможе малому підприємству модернізувати виробництво, такі підприємства готові до такого продукту	Латентний попит, що тільки виявляється у вигляді невеликих замовлень.	Висока конкуренція	Увійти не легко, адже висока конкуренція
2	Середні підприємства	Автоматизація частини виробництва або ж повністю	Повноцінний попит – на автоматизацію частини виробництва.	Невисока конкуренція.	Конкуренція менша, але інвестицій потребує

		всього технологічного процесу, підприємства готові до модернізації частини виробництва, до повністю автоматизації всього процесу в сучасних умовах не готові.			я більше.
3	Великі підприємств а	Автоматизація повністю всього виробництва, великі підприємства не готові до таких змін.	Попит, що постійно зменшується в зв'язку з політичною ситуацією.	Висока конкуренція	Увійти складно, великі інвестиції та висока конкуренція
Які цільові групи обрано: Обрано малі та середні підприємства, які є потенційними клієнтами розробленої послуги та продукції.					

Таблиця 7.12. Базова стратегія конкурентної поведінки підприємства

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так	Так	Так, буде копіювати розробку програми для технологічних процесів та адаптивність до різних типів процесів	Стратегія наслідування лідеру
2	Ні	Так	Ні	Стратегія заняття конкурентної ніші. Стратегія лідера

Таблиця 7.13. Визначення стратегії позиціювання

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проект	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Мала собівартість, якість, точність	Стратегія диференціації	Інновація, адаптивність, низька ціна, підходить для малого та середнього бізнесу.	Унікальні властивості продукту Адаптивність Мала собівартість

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація за темою «Автоматизація виробництва ацетальдегіду» містить результати досліджень описаних у 7 розділах.

За результатами проведених досліджень було досягнуто головної мети магістерської дисертації, а саме підвищення ефективності технологічного процесу виробництва ацетальдегіду.

Було розроблено математична модель реактора, створені функціональна схема автоматизації та принципова електрична схема керування електрообладнанням, розроблена прикладна програма з резервного копіювання бази даних для даного виробництва, розрахована технологічна стадія виробництва і розрахована ємність реактора.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, Т.І. Обушенко, М.І. Літинська; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електронні текстові дані (1 файл: 3,10 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 165 с.
2. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади: Навчальний посібник для курсового проектування. - К.: “ПОЛІПАРНАС”, 2002. - 257с.
3. Графическое оформление электрических схем по ЕСКД: справ/сост.: С. Т. Усатенко, М. В. Терехова; Предисл. и науч. ред. М. С. Хойнацкого. – К.: ЛВК, 2003. – 216 с. ISBN 966-598-133-1.
4. Методичні вказівки до практичних занять з кредитного модуля «Електричні системи керування» навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації – 2» для студентів напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» по спеціалізації «Автоматизація хіміко-технологічних процесів і виробництв» [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. В. М. Ковалевський. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,14 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 60 с.
5. Ковалевський, В. М. Технічні засоби автоматизації: Створення схем для електричних систем керування технологічним процесом об'єкту автоматизації [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв» / В. М. Ковалевський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,84 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 124 с.
6. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і

- комп'ют.-інтегр. технології / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Біблігр.: с. 230-231. – 200.
7. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Біблігр.: с. 230-231. – 200.
 8. Корнієнко Я. М. Гідродинаміка струменево-пульсаційного режиму псевдозрідження з направленою циркуляцією / Я. М. Корнієнко, С. С. Гайдай, А. М. Любека, С. О. Турко // Міжнародний науковий журнал. – 2016. – № 5 (2). – С. 101-106.
 9. Проектування систем керування: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / Я. Ю. Жураковський, М. З. Кваско, А. І. Жученко, В. В. Миленький. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 342 с. № листа МОН 1/11-2310 11.02.2014.
 10. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості Сидоров Ю. І., Чуєшов В. І., Новіков В. П., 2009, 817 стр.
 11. Голубятников В. А., Шувалов В. В. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в химической промышленности. – М.: Химия, 1985. – 375 с.
 12. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов/ Под ред. Е. Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
 13. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд. / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.
 14. Гмуран В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. Шк., 2000. – 479 с.
 15. Ветцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Высш. Шк., 2001. – 575 с.

16. А. И. Емельянов, О. В. Капник “Проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами”, Москва “Энергия”, 1974г.
17. Касаткин А. Г. “Основные процессы и аппараты химической технологии”, Химия, Москва 1971р.
18. Юкельсон И. И. Технология основного органического синтеза. – М.: Химия, 1989. – 368 с. : ил. – Библиогр.: с. 60-65. – 60 пр.
19. Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Книга вторая. Серия “Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии”[Текст] / Н. И. Гельперин. – М.: Химия, 1981 – 812 с. Библиогр.: 804 – 805. – 20000 экз.
20. Ковалевський В. М. Методичні вказівки по виконанню розрахунково-графічної роботи курсу “Контроль та керування хіміко-технологічними процесами” до напрямку підготовки “Хімічна технологія” [Текст] / Уклад. В. М. Ковалевський // - К.: НТУУ “КПІ”, 2012. – 114 с. – Бібліогр.: с. 64-71.