

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ

Група АКПз-22-1

Арсен Алдошин

2026

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Факультет автоматизації та енергетики
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Алдошин Арсен Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 681.5:66.048.3
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Удосконалення системи автоматизації бутанової колони газофракційної установки
(назва роботи)

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(назва освітньої програми)

151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Нормоконтроль

доцент О.В. Кучмистенко
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

доцент І.І. Чигур
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Здобувач освітнього ступеня

АКПз-22-1 А.А. Алдошин
(шифр групи) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Науковий керівник

доцент А.І. Лагойда
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Допущено до захисту Завідувач кафедри

доцент А.І. Лагойда
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет автоматизації та енергетики

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Спеціальність 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АКІТ

«___» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Алдошин Арсен Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення системи автоматизації бутанової колони газофракційної установки

керівник роботи Лагойда Андрій Іванович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «___» _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технологічна схема об'єкту, параметри проходження процесу, стандарти, каталоги, методичні вказівки

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Аналіз технологічного процесу газофракціонування як об'єкта автоматичного контролю і керування. 2. Математичне моделювання і ідентифікація бутанової колони газофракційної установки. 3. Синтез структури системи автоматичного керування. 4. Розробка технічної документації на САК. Загальні висновки. Перелік посилань на джерела.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Лист 1 - Функціональна схема автоматизації - БР.АКПз-39.00.00.001;

Лист 2 - Аналіз і синтез одноконтурної АСК - БР.АКПз-39.00.00.002;

Лист 3 - Аналіз і синтез каскадної АСК - БР.АКПз-39.00.00.003;

Лист 4 - Схема зовнішніх з'єднань - БР.АКПз-39.00.00.004;

Лист 5 - Схема підключень - БР.АКПз-39.00.00.005;

Лист 6 - Загальний вигляд щита - БР.АКПз-39.00.00.006.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу газофракціонування як об'єкта автоматичного контролю і керування		
2	Математичне моделювання і ідентифікація бутанової колони газофракційної установки		
3	Синтез структури системи автоматичного керування		
4	Розробка технічної документації на САК		

Студент _____
(підпис)

А.А. Алдошин _____
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

А.І. Лагойда _____
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська робота містить: 67 сторінок друкованого тексту, 19 рисунків, 11 таблиця, 9 переліків посилань на джерела і 3 додатки.

Тема: Удосконалення системи автоматизації бутанової колони газофракційної установки.

Об'єкт дослідження: бутанова колона газофракційної установки.

Мета проекту: удосконалення системи автоматизації технологічного процесу бутанової колони на газофракційній установці.

Методи дослідження: експериментальне моделювання автоматичної системи управління бутанової колони.

Результати кваліфікаційної роботи: у роботі виконано аналіз технологічного процесу ректифікації, що лежить в основі роботи газофракційної установки, як об'єкта автоматизації. Вибрані параметри контролю та регулювання бутанової колони і розроблено функціональну схему автоматизації.

Для контролю та регулювання процесу ректифікації, що протікає в установці, розроблено систему на базі мікропроцесорних контролерів фірми "Мікрол".

Ключові слова: бутанова колона, газофракціонування, одноконтурна система, каскадна система, налаштування регулятора, параметр.

ABSTRACT

The bachelor's thesis contains: 67 pages of printed text, 19 figures, 11 tables, 9 lists of references to sources and 3 appendices.

Topic: Improvement of the automation system of the butane column of the gas fractionation plant.

Object of research: butane column of the gas fractionation plant.

Project goal: improvement of the automation system of the technological process of the butane column on the gas fractionation plant.

Research methods: experimental modeling of the automatic control system of the butane column.

Results of the qualification work: the work analyzes the technological process of rectification, which underlies the operation of the gas fractionation plant, as an object of automation. The parameters of control and regulation of the butane column are selected and a functional automation scheme is developed.

To control and regulate the rectification process occurring in the plant, a system based on microprocessor controllers of the Mikrol company has been developed.

Keywords: butane column, gas fractionation, single-circuit system, cascade system, regulator settings, parameter.

ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	9
	ВСТУП.....	10
1	АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ.....	11
	1.1 Сутність процесу ректифікації на газофракційній установці.....	11
	1.2 Характеристика сировини і продуктів установки.....	12
	1.2.1 Якість вхідної сировини.....	12
	1.2.2 Якість вихідного продукту.....	14
	1.3 Будова і робота бутанової колони.....	16
	1.4 Технічна характеристика технологічного устаткування.....	17
	1.5 Параметри контролю і регулювання на установці (бутанова колона).....	18
	1.5.1 Температура верхньої частини колони К-6.....	19
	1.5.2 Температура низу колони К-6.....	20
	1.5.3 Температура та витрата сировини.....	20
	1.5.4 Тиск в колоні.....	20
	1.6 Вибір сучасного методу автоматизації технологічного процесу....	21
	Висновки до розділу.....	22
2	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ІДЕНТИФІКАЦІЯ БУТАНОВОЇ КОЛОНИ ГАЗОФРАКЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ.....	23
	2.1 Вибір та аналіз технологічного об'єкта для побудови системи керування.....	23

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення системи автоматизації бутанової колони газофракційної установки	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Алдошин А.А.						
Перевір.		Лагойда А.І.					6	67
Реценз.		Чигур І.І.				АКПз-22-1 ІФНТУНГ		
Н. Контр.		Кучмистенко О.В.						
Затверд.		Лагойда А.І.						

2.2	Формування вимог до системи та мети регулювання.....	24
2.3	Виявлення вхідних і вихідних змінних.....	25
2.4	Експериментальне дослідження динамічних характеристик об'єкта керування.....	26
2.4.1	Підготовка і планування експерименту.....	26
2.4.2	Обробка експериментальних даних.....	29
2.4.2.1	Опрацювання даних основного каналу регулювання.....	29
2.4.2.2	Опрацювання даних допоміжного каналу регулювання.....	31
	Висновки до розділу.....	33
3	СИНТЕЗ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ.....	34
3.1	Аналіз об'єкта керування для побудови системи автоматичного керування.....	34
3.2	Створення одноконтурної системи автоматичного керування.....	34
3.3	Створення каскадної системи автоматичного керування.....	35
3.4	Аналіз стійкості одноконтурної системи автоматичного керування.....	37
3.5	Дослідження стійкості каскадної системи автоматичного керування.....	38
3.6	Дослідження якості розроблених систем керування.....	39
	Висновки до розділу.....	40
4	РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА САК.....	41
4.1	Вибір та опис засобів автоматизації.....	41
4.1.1	Вибір контролерів.....	42
4.1.2	Вибір індикатора.....	44
4.1.3	Вибір давачів температури.....	46
4.1.4	Вибір давачів рівня.....	47

4.1.5 Вибір давачів тиску.....	49
4.1.6 Вибір давача витрати.....	50
4.1.7 Вибір виконавчого механізму.....	51
4.2 Технічна реалізація системи автоматизації.....	52
4.2.1 Розробка ФСА бутанової колони.....	52
4.2.2 Розробка креслення загального виду щита.....	54
4.2.3 Розроблення схеми зовнішніх електричних з'єднань і підключення обладнання до системи керування.....	55
Висновки до розділу.....	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА.....	58

ДОДАТКИ

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

АСР - автоматична система регулювання.

САК - система автоматичного керування.

КО - керований об'єкт.

ГПЗ - газопереробний завод.

ТЗА - технічні засоби автоматизації.

ГФУ - газофракціонуюча установка.

РО - регулюючий орган.

ФСА - функціональна схема автоматизації.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Автоматизація управління технологічними процесами є одним з основних напрямків розвитку підприємств різної складності. Підвищення рівня автоматизації призводить до підвищенню продуктивності установок, підвищення економічності виробництва, полегшення умов праці, підвищення загальної культури виробництва, що в свою чергу приведе до підвищення надійності технологічного процесу.

Автоматизація на даному етапі характеризується впровадженням ієрархічно розподілених систем керування та систем автоматизації на основі контролерної техніки.

Кваліфікаційна робота розроблена на газофракціонуючій установці Долинського ГПЗ. Долинський газопереробний завод являється одним із найважливіших підприємств нафтогазової промисловості України.

Метою бакалаврської роботи є вдосконалення системи автоматизації технологічного процесу ректифікації на газофранкціонуючій установці в умовах Долинського ГПЗ.

Існуюча схема автоматизації забезпечує напівавтоматичне ведення технологічного процесу, за якого можливими являються промахи в керуванні через суб'єктивні фактори, що знижує якість а також продуктивність установки.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГАЗОФРАКЦІОНУВАННЯ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ

1.1 Сутність процесу ректифікації на газофракційній установці

Газофракційна установка використовується для розділення нестабільного бензину в ректифікаційних колонах на окремі компоненти, зокрема фракцію C_2H_6 або суміш C_3H_8 і важчих вуглеводнів. Основною метою цього процесу є отримання товарного бензину, який відповідає нормативним вимогам за тиском насичених парів, а також зниження втрат легких фракцій, що виникають під час транспортування та подальшої переробки газоконденсатної сировини.

В основі газофракціонування лежить процес ректифікації. Ректифікацією називається процес розділення парових (газових) або рідких сумішей або фракцій, збагачених легко- чи важколеткими компонентами, який здійснюється двостороннім тепло масообміном між нерівноважними потоками пари і рідини.

Характерна особливість процесу ректифікації - умови, при яких утворюються нерівноважні потоки пари і рідини. Нерівноважний потік рідини або рідинне зрошення при розділі парових сумішей утворюється в результаті часткової конденсації парового потоку, який відходить після контакту, або при повній його конденсації - шляхом повернення в процес частини сконденсованої рідини. Аналогічним чином нерівноважний паровий потік або парове зрошення при розділі рідких сумішей утворюється внаслідок часткового випаровування рідини, що відходить після контакту, або при повному випаровуванні її шляхом повернення в процес частини випарованої рідини.

В зв'язку з цим в процесі ректифікації вихідний потік рідини (рідинне зрошення) містить більше легко летких компонентів, ніж нерівноважний до нього потік пари, потоки пари і рідини знаходяться в стані, близькому до насичення, і перерозподіл компонентів між парою і рідиною відбувається в результаті більш складного двостороннього процесу тепломасопереносу. Однак, розділ компонентів суміші тут відбувається внаслідок різниці між їх теплофізичними властивостями:

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

леткостей, коефіцієнтів дифузії, теплоємностей і т.д.

З перерахованих факторів найбільш істотний вплив на перерозподіл компонентів між фазами здійснюють відмінності у відносних леткостях компонентів, тобто термодинамічні умови розділу, що визначають рушійні сили процесу масопереносу та характер взаємодії одне з одним.

Рушійні сили масопередачі компонента, що розглядається, визначаються різницею робочих і рівноважних концентрацій цього компонента в потоці, а характер взаємодії компонентів - співвідношенням рушійних сил всіх компонентів.

Отже, масообмін між нерівноважними потоками пари (газу) і рідини - це і є фізична основа процесу.

1.2 Характеристика сировини і продуктів установки

Джерелом вуглеводневої сировини для ГФУ служать природні та промислові гази.

Сировиною для газофракційної установки служить нестабільний бензин, який одержаний на оливоабсорбційній установці і привізена широка фракція легких вуглеводнів.

Газофракційна установка виробляє такі різновиди продукції:

- зріджені вуглеводневі гази, котрі відправляються на експорт (марки СПБТ та БТ);
- стабільний газовий бензин (марки БЛ та БТ);
- зріджені паливні вуглеводневі гази для комунального чи побутового споживання (марки СПБТ та БТ).

1.2.1 Якість вхідної сировини

Таблиця 1.1 - Склад нестабільного бензину та його характеристика

Найменування показника	Величина
Густина за температури 20°C, г/см ³	0,725
Компонентний склад:	

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Назва показників	Значення
- температура початку кипіння, °С, не нижче	30,0
- температура перегону 10%, °С не вище	50,0
- температура перегону 90%, °С не вище	115,0
- температура перегону 50%, °С не вище	75,0
- температура початку кипіння, °С не вище	150,0
- температура кінця кипіння, °С, не вище	185,0
- об'ємна частина залишку та втрат, %, не більше	5,00
- об'ємна частина залишку, %, не більше	1,30
Вміст наявних смол, мг/100 мл, не більше	5,00
Фактичний тиск насичених парів, кПа, менше	1200,0
Частка сірки, %, не більше	0,040
Колір	Прозорий
Вода та механічні домішки	Відсутні
Випробування проведене на мідній пластинці	Витримує

Таблиця 1.2 - Характеристика ШФЛВ

Масова частка компонентів, %	Значення
- сума пропілену і пропану, не менше	25,0
- сума етану і етилену, метану, , не більше	5,0
- сума пентанів та вище, не більше	15,0
- сума бутанів і бутиленів, не менше	60,0
Об'ємна частина рідкого залишку за температури 20 °С, не більше	1,60
Надлишковий тиск насичених парів, кПа, за температури 45 °С, не більше	1,60

Масова частка компонентів, %	Значення
Масова частка меркаптанової сірки та сірководню, %, не більше	0,050
у тому числі сірководню, не більше	0,0030
Інтенсивність запаху, бали, не менше	3,0
Вміст вільної води і лугу	відсутні
Загальний вигляд	прозора безбарвна речовина

1.2.2 Якість вихідного продукту

Характеристика одержуваних продуктів наведена в таблиці 1.3-1.5.

Таблиця 1.3 - Показники якості стабільного газового бензину

Найменування показників	Марка бензину	
	БТ	БЛ
Фракційний склад:		
- температура кінця кипіння, °С, не вище	150,0	185,0
- температура початку кипіння, °С, не нижче	25,0	30,0
- об'ємна частина залишку, а також втрат, %, не більше	5,00	5,00
- об'ємна частина залишку, %, не більше	1,30	1,50
Фактичний вміст смол, мг/100 мл, не більше	5,00	5,00
Фактичний тиск насичених парів, кПа, не більше	120,00	85,00
Вміст механічних домішок та води	Відсутні	
Колір	Прозорий	
Випробування проведене на мідній пластинці	Витримує	

Таблиця 1.4 - Показники якості паливного вуглеводневого газу

Найменування показників	Марка газу	
	СПБТ	БТ
Масові частки відповідних компонентів, %:		
- сума метану, етилену та етану	6,0	
- сума пропану і пропілену	-	34,0
- сума бутіленів та бутанів, не менше	-	60,0
- не більше	60,0	-
Масова частина загальної сірки, %, не більше	0,040	0,050
Об'ємна частина рідкого залишку при температурі 20 °С, %, не більше	1,6	1,8
Надлишковий тиск насичених парів, МПа, при 45°С, не більше	1,60	1,80
Масова частка сірководню та меркаптанової сірки:		
- %, не більше	0,0130	0,0130
- в тому числі сірководню, не більше	0,0030	0,0030
Вміст лугу та вільної води	відсутні	
Інтенсивність запаху, бали, не менше	3,0	3,0

Таблиця 1.5 - Показники якості зрідженого вуглеводневого газу

Назва показників	Марки
	ПБА
Масова частка компонентів, %:	
- сума метану та етану	не нормується
- пропану	50,0±10,0
- сума бутанів	не нормується
- сума ненасичених вуглеводнів становить, не більше	6,0

Назва показників	Марки
	ПБА
Надлишковий тиск насичених парів, МПа, за температури: - +45 °С, менше - -20 °С, більше	1,60 0,070
Масова частка сірки та сірчаних сполук, %, не більше	0,010
у тому ж числі й сірководню, не більше	0,0030
Вміст вільної води і луку	відсутні

1.3 Будова і робота бутанової колони

Бутанова колона (рис. 1.1) обладнана 80-ма ковпачковими тарілками. Сировиною є суміш бутанів, що може подаватись на 30, 32, 34 тарілки у залежності від температури, а також якості сировини.

Бутанова колона газофракційної установки працює під тиском 0,350 - 0,550 МПа, котрий підтримується за допомогою регулятора тиску.

У бутановій колоні К-6 газофракційної установки здійснюється поділ бутанової суміші на дві окремі фракції:

- верхній продукт – ізобутанова фракція;
- нижній продукт – фракція нормального бутану.

Пари ізобутану, що відводяться з верхньої частини колони К-6, надходять до конденсатора-холодильника КХ-13, де відбувається їх конденсація, після чого рідина направляється в ємність Е-7.

Температурний режим у верхній частині колони К-6 підтримується в межах 30–50 °С шляхом подачі зрошення. Зрошення подається насосом Н-11 з ємності Е-7 через регулятор витрати, а надлишок продукту за допомогою регулятора рівня відводиться до ємності зберігання готової продукції.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура низу бутанової колони К-6 коливається в межах 40-60°C, що підтримується на ustalених значеннях за рахунок тепла випарника В-3. Як теплоносії використовуються гарячий абсорбент, який підтримується регулятором витрати.

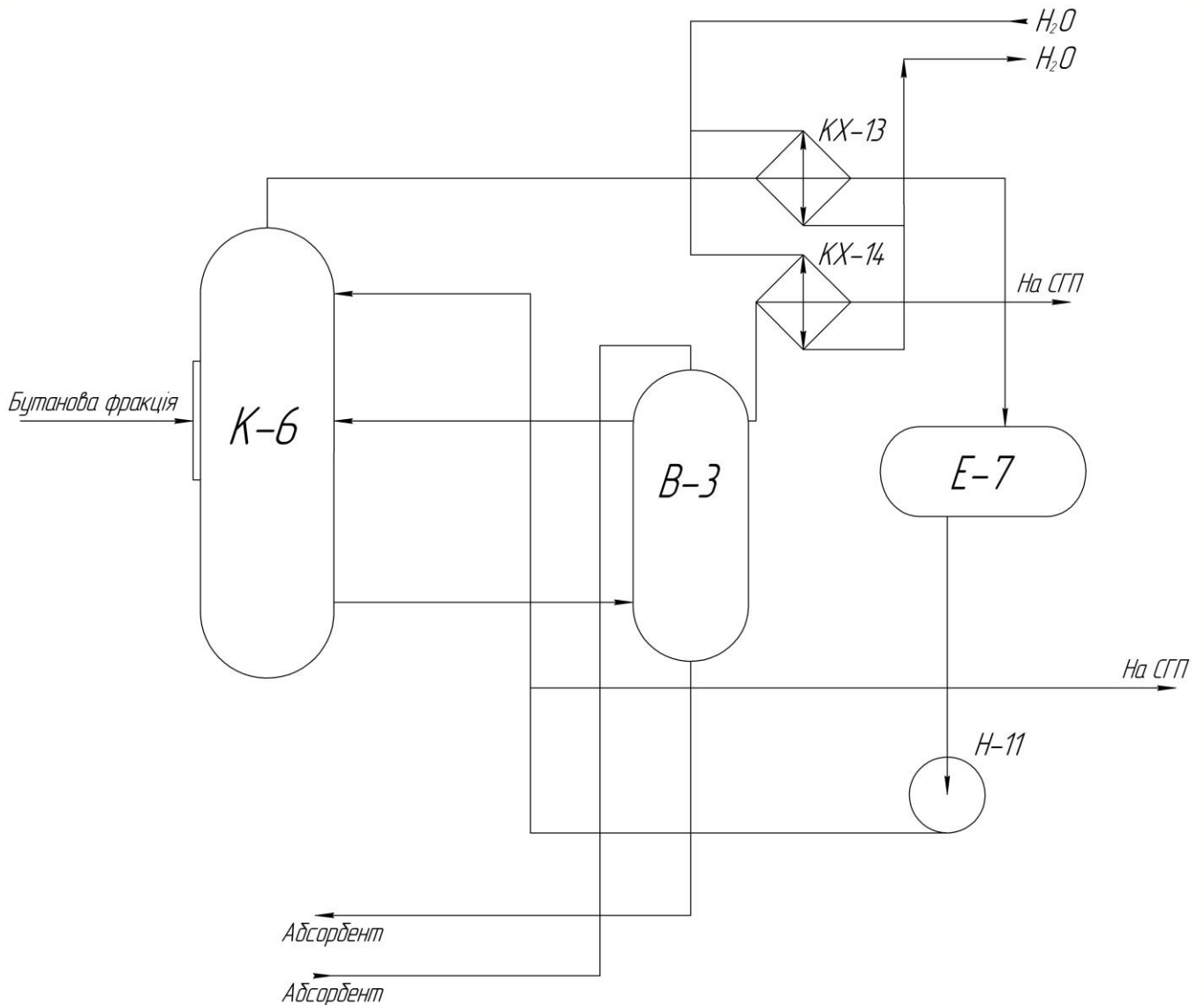


Рисунок 1.1 - Технологічна схема ГФУ (бутанова колона)

Пари бутану з В-3 поступають у бутанову колону К-6, а фракція нормального бутану з В-3 проходять конденсатор - холодильник КХ-14 і іде на склад готової продукції.

1.4 Технічні характеристики технологічного устаткування

Технічні характеристики технологічного устаткування представлені у таблиці

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6.

Таблиця 1.6 - Технічна характеристика технологічного устаткування

Позиція	Найменування устаткування	К-ть	Середовище	Технічні характеристики	Основні розміри, м
К-6	Бутанова колона	1	Нафтовий газ та рідкі вуглеводні	$T = 70^{\circ}C(343K)$; $P = 0.6 \text{ МПа}$; $n = 80 \text{ шт}$	$D_{\text{вн}} = 1.4$; $H = 57.45$
В-3	Випарник ізобутанової колони	1	Рідкі вуглеводні	$T = 200^{\circ}C(473K)$; $P = 0.6 \text{ МПа}$;	$D_{\text{вн}} = 1.4$; $H = 8.34$
Е-7	Ємність для зрошення ізобутанової колони	1	Рідкі вуглеводні	$T = 200^{\circ}C(473K)$; $P = 0.6 \text{ МПа}$; $V = 14 \text{ м}^3$	$D_{\text{вн}} = 1.6$; $L = 7$
КХ-13	Конденсатор-холодильник ізобутану	1	Конденсат вуглеводнів-вода	$T = 200^{\circ}C(473K)$; $P = 1.6 \text{ МПа}$; $F = 208 \text{ м}^2$; $n = 446 \text{ шт}$	$D_{\text{вн}} = 0.8$; $L = 7.144$
КХ-14	Конденсатор-холодильник нормального бутана	1	Конденсат вуглеводень-вода	$T = 200^{\circ}C(473K)$; $P = 1.6 \text{ МПа}$; $F = 45 \text{ м}^2$; $n = 50 \text{ шт}$	$D_{\text{вн}} = 0.45$; $L = 6.784$
Н-11	Насос	1	Рідкі вуглеводні	$Q = 1.5 - 3 \text{ м}^3 / \text{год}$	$H = 150$

1.5 Параметри контролю і регулювання на установці (бутанова колона)

Як об'єкт керування під час автоматизації процесу ректифікації розглянемо тарілчасту ректифікаційну колону. Досліджуваний процес ректифікації являється одним з основних процесів у хімічній технології. Одним з найважливіших його

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

показників являється склад цільового продукту. У залежності від технічних особливостей у якості цільового продукту може виступати не тільки дистилат, але і кубовий залишок. Забезпечення належного складу цільового продукту буде представляти мету керування. Компонентний склад іншого продукту в цей же час може коливатися у певних межах унаслідок зміни компонентного складу вихідної суміші.

Складність процесу регулювання пояснюється ще й частотою й амплітудою збурень. У об'єкті присутні такі збурення, як зміна наявних початкових параметрів вхідної суміші і тепло- та холодоносіїв, а також зміна властивостей теплопередаючих поверхонь. На технологічний режим ректифікаційної колони також впливають атмосферні коливання температури повітря.

Здійснимо розгляд основних параметрів контролю та регулювання у ізобутановій колоні установи газофракціонування. До них відносяться:

- якість верхнього та нижнього продуктів;
- тиск у колоні;
- температура верха колони;
- температура та витрата сировини, що поступає в колону;
- температура низу колони.

1.5.1 Температура верхньої частини колони К-6

Регулювання температури у верхній частині колони здійснюється шляхом зміни витрати зрошення і є доцільним у випадках, коли допускаються відносно значні відхилення цього параметра. Якщо ж необхідно забезпечити високу точність підтримання температури, ефективнішим є використання термопари, встановленої на контрольній тарілці, де температурні зміни проявляються більш виразно порівняно з верхньою тарілкою. Така тарілка, як правило, розташована приблизно посередині концентраційної зони колони. Неконтрольоване зниження температури у верхній частині призводить до неповного випаровування бутанової фракції та, як наслідок, до зменшення виходу верхнього продукту..

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку збільшення температури верху колони у суміші із бутановою випаровуються і більш важчі фракції (н-бутан). Дистилят стає неякісним в результаті чого його потрібно направити на процес повторної ректифікації.

1.5.2 Температура низу колони К-6

На якість і вихід залишку тобто важких фракцій впливає температура низу бутанової колони. Зниження даної температури спричиняє неповне випаровування бутану та потрапляння його в залишок (н-бутан), що погіршує його якість. Підвищення температури веде до випаровування важких фракцій і погіршення якості дистиляту.

З метою підтримання температури низу колони у межах, котрі передбачені технологічним регламентом, наявний залишок (н-бутан) нагрівається у випарнику.

1.5.3 Температура та витрата сировини

Температура і витрата сировини повинні підтримуватися на сталому рівні, оскільки саме ці параметри визначають необхідний температурний режим роботи колони.

Пониження температури спричиняє неповне випаровування певних фракцій у рідині, котра отримується на вході, саме тому у низ колони потрібно підвести більше теплоти.

Збільшення подачі сировини в колону призводить до погіршення якості розділення компонентів, оскільки при цьому відбувається зниження температури процесу. Витрата сировини автоматично регулюється за допомогою клапана, встановленого на вході до колони..

1.5.4 Тиск в колоні

У випадку підвищення тиску в колоні затруднюється випаровування і продуктивність колони за дистилятом зменшується. При пониженні тиску у колоні проходить випаровування важких фракцій (бутанових). При цьому якість

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дистиляту помітно погіршується. Необхідний тиск у колоні підтримується автоматично за допомогою відкриття клапану, який знаходиться зверху колони.

Таблиця 1.7 - Параметри контролю і регулювання в бутановій колоні К-6

Найменування параметра	Назва позиції на ФСА	Одиниці вимірювання	Допустимі значення
Витрата вхідної сировини	8-а	м ³ /год	5,0-35,0
Температура верху бутанової колони	3-а	°С (К)	30-50 (303-323)
Температура низу бутанової колони	2-а	°С (К)	40-60 (313-333)
Тиск в бутановій колоні	5-а	МПа	0,35-0,55
Кількість зрошення	10-а	м ³ /год	5-30

1.6 Вибір сучасного методу автоматизації технологічного процесу

Під час розроблення системи автоматизації, одним з найважливіших етапів, є вибір методу автоматизації. Велику увагу потрібно звернути на технічні та якісні показники сучасних засобів автоматизації (ЗА). Необхідно провести обґрунтування необхідності заміни системи автоматизації, що може показати необхідність її вдосконалення чи розробку нової системи.

Розробку системи автоматизації здійснимо з використанням мікропроцесорної техніки фірми «Мікрол», а також засобів автоматизації фірм «Метран» та «FISHER-ROSEMOUNT». Розроблена сучасна система керування надасть можливість безперервно а також швидко контролювати та регулювати параметри досліджуваного технологічного процесу.

Отже чітке регулювання температури абсорбенту приведе до підвищення якості продукції, а також підвищення швидкодії системи регулювання. Здійснені міроприємства приведуть до збільшення прибутків підприємства.

Висновки до розділу

У розділі здійснено аналіз процесу ректифікації та розглянуто бутанову колону як об'єкт автоматизації. Представлено характеристику сировини, а також одержаних продуктів. Аналіз технологічної схеми бутанової колони дав змогу визначити основні параметри, які впливають на технологічний процес, а також вибрати точки контролю та регулювання.

Якість технологічного процесу забезпечується технічними засобами автоматизації фірм «Метран», «Мікрол», і «Fisher-Rosemount». Розроблена система автоматизації потребує значних капіталовкладень, проте вона забезпечуватиме кращі показники регулювання.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ІДЕНТИФІКАЦІЯ БУТАНОВОЇ КОЛОНИ ГАЗОФРАКЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

2.1 Вибір та аналіз технологічного об'єкта для побудови системи керування

Метою автоматичного керування ректифікаційними колонами є забезпечення необхідної якості розділення вихідної суміші при максимально можливій інтенсивності процесу та його економічній ефективності. Розв'язання цієї задачі ускладнюється недостатнім рівнем вивченості динамічних характеристик процесу. На сьогодні не існує універсального методу регулювання ректифікаційних колон, який би був оптимальним і однаково ефективно забезпечував виконання поставлених вимог для всіх колон установки.

Однчасне виконання таких показників як чіткість розділення, а також інтенсивність і економічність процесу у ряді випадків є неможливим. Інтенсивність та економічність технологічного процесу визначаються продуктивністю колони та необхідною степінню розділу.

Чим вища швидкість руху парів у колоні, тим ефективніше контактує парова та рідка фаза на тарілках, тим продуктивність колони краща. З іншої сторони, коли швидкості руху парів перевищує допустимі значення, тоді збільшується винос рідини на вищі тарілки, а отже якість технологічного процесу погіршується.

Ректифікаційні колони поділяються на атмосферні, вакуумні, а також такі, що працюють під тиском. Ректифікаційні колони призначені для розділення як бінарних, так само і багатокomпонентних сумішей. В деяких колонах цільовий продукт відбирається із верху колони, а в деяких - з низу.

Отже ректифікаційні колони легко піддаються регулюванню для розділу бінарних сумішей з верхнім або нижнім цільовими продуктами.

З метою забезпечення необхідної концентрації компонентів в паровій та рідкій фазах у певному режимі, достатньо у системі підтримувати незмінними температуру та тиск. Отже, при незмінній концентрації компонентів у вихідній

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

суміші з метою одержання на виході із колони цільових продуктів потрібного складу, необхідно забезпечити постійний тиску і певний перепад температури по усій висоті колони.

У процесах нафтохімії та нафтопереробки зазвичай доводиться стикатися з багатокомпонентними сумішами. Основним фактором, які здійснюють збурення при розділі багатокомпонентних сумішей є: температура верху та низу колони, витрата та склад живлення, рівень залишку у випарнику, тиск в колоні. Усі схеми регулювання передбачають усунення збурюючих факторів.

Отже, одержання кінцевого продукту необхідного складу можливе лише за наявності якісної системи регулювання процесу ректифікації, що являє собою досить складну задачу в зв'язку з наступними причинами:

- взаємодія деяких параметрів процесу;
- важкість формулювання вимог, що пред'являються до певних параметрів процесу;
- наявність значного часу запізнення ректифікаційних колон, через значну кількість тарілок;
- наявність у процесі ректифікації частих а також великих збурень;
- неможливість безпосереднього аналізу складу продуктів розділу.

2.2 Формування вимог до системи та мети регулювання

Метою керування є підтримання необхідного складу газу на виході з бутанової колони.

Система автоматичного керування повинна мати такі показники якості:

- перерегулювання - менше 20%;
- запас стійкості по амплітуді - 0,50 - 0,60;
- максимальна похибка апроксимації - 2,50%;
- степінь затухання коливань - 0,750 - 0,950%;
- відхилення керованої величини від встановленого значення - менше 5%;
- запас стійкості по фазі - 30° - 60°.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Виявлення вхідних і вихідних змінних

Усі вхідні змінні керованого об'єкту діляться на такі групи:

- Перша група: керувальні впливи. Під керуючими впливами розуміють впливи, які дають можливість змінити стан керованого об'єкта відповідно до мети керування. Керуючими можуть бути впливи або матеріальні або енергетичні. Вхідні величини: G_{zp} - витрата зрошення, що повертається в колону; $G_{аб}$ - витрати абсорбенту (теплоносій, який подається у випарник) та U - керуючий вплив (положення регулюючого органу, який розташований на лінії теплоносія).

- Друга група: збурюючі впливи. До впливів даного класу відносяться змінні, значення яких випадково змінюються в часі. Особливістю даних змінних є неможливість їх вимірювання. Сюди відносяться: G_c , T_c - кількість та температура сировини, яка йде в колону, P - коливання тиску в колоні та x_c - склад вхідної сировини.

- Третя група: вихідні змінні. Вихідними змінними в ректифікаційній колоні являються склад верхнього і нижнього продуктів $x_{вк}$, $x_{нк}$, і відповідні температури $T_{вк}$, $T_{нк}$. Умовне представлення керованого об'єкту наведено на рисунку 2.1.

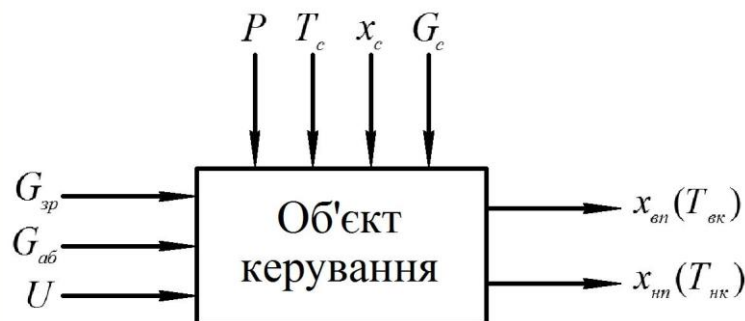
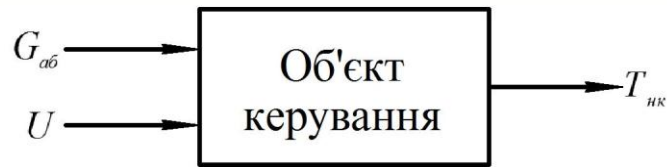


Рисунок 2.1 – Схематичне відображення впливів на об'єкт

Оскільки на вихідну змінну найлегше впливати положення регулюючого органу на лінії теплоносія, то приймемо, що тиск, кількість і температура сировини, склад величини постійні. Отже модель керованого об'єкта матиме вигляд наведений на рисунку 2.2.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$G_{аб}$ - витрата абсорбенту котрий подається у низ колони; U - положення регулюючого органу на лінії подачі теплоносія; $T_{нк}$ - температура низу колони

Рисунок 2.2 - Спрощена модель бутанової колони

Здійснений аналіз об'єкта довів, що його математичну модель доцільно визначати за допомогою експериментальних досліджень. Це зв'язано з тим, що при аналітичному визначенні передавальної функції необхідно скласти систему диференціальних рівнянь котра буде рівною кількості тарілок.

2.4 Експериментальне дослідження динамічних характеристик об'єкта керування

Об'єктом регулювання є ректифікаційна колона. Визначення динамічних характеристик включає три етапи:

- планування та підготовку;
- проведення;
- обробку результатів.

Використаємо метод аперіодичних впливів, що ґрунтується на припущенні про лінійність досліджуваного об'єкта. Таке припущення є коректним за умови, що:

- вхідна величина змінюється у незначному діапазоні;
- динамічні властивості являються незмінними у часі;
- вихідна змінна абсолютно не залежить від розташування об'єкта.

2.4.1 Підготовка і планування експерименту

Під час дослідження даної системи вхідним параметром являється величина закриття регулюючого органу (РО), а саме величина гріючої пари, яка надходить в випарник, а відповідно вихідним параметром являється сигнал вторинного приладу.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закриттям регулюючого органу здійснюємо вхідний вплив, при цьому фіксуємо зміну вихідної величини.

Етап підготовки апаратури починається з вибору приладу, який реєструє зміну вихідної величини. Клас точності повинен бути більшим 0.5 за найменшої зоні нечутливості. Прилад повинен бути налаштований таким чином, щоб діапазон шкали реєстратора та швидкість переміщення діаграмного носія забезпечували відображення зміни вимірюваної величини в межах 100–200 мм по ширині діаграми та 200–250 мм по її довжині.

При початку експериментального дослідження на керованому об'єкті встановлюють такий режим роботи, котрий характеризується певною постійністю вхідної змінної. Наступним етапом є нанесення збурення за допомогою відкриття РО ($U = 14\%$) а також реєстрація вихідної змінної.

У випадку коли із певного моменту часу досліджувана вихідна величина залишається незмінною, то вважаємо, що процес дослідження буде закінченим.

Результати експерименту за основним (табл. 2.1) та допоміжним (табл. 2.2) каналами автоматичного регулювання.

Таблиця 2.1 – Експериментальне дослідження основного каналу регулювання «позиція РО - температура низу колони»

t, c	$U, \%$	$T_{нк}, ^\circ C$	t, c	$U, \%$	$T_{нк}, ^\circ C$
0	14	100	90	14	109,3
10	14	100	100	14	109,5
20	14	101,19	110	14	109,6
30	14	102,8	120	14	109,7
40	14	105	130	14	109,8
50	14	106,4	140	14	109,8
60	14	107,4	150	14	109,9
70	14	108,2	160	14	109,9
80	14	109	170	14	109,9

Таблиця 2.2 - Експериментальне дослідження основного каналу регулювання «позиція РО - витрата теплоносія»

t, c	$U, \%$	$G_{аб}, m^3 / год$
0	14	550
5	14	556
10	14	558,8
15	14	560,1
20	14	560,6
25	14	560,9
30	14	561
35	14	561

Побудуємо експериментальні перехідні характеристики для основного каналу регулювання (положення регулюючого органу — температура нижньої частини колони) та допоміжного каналу (положення регулюючого органу — витрата теплоносія) відповідно до рисунків 2.2 і 2.3.

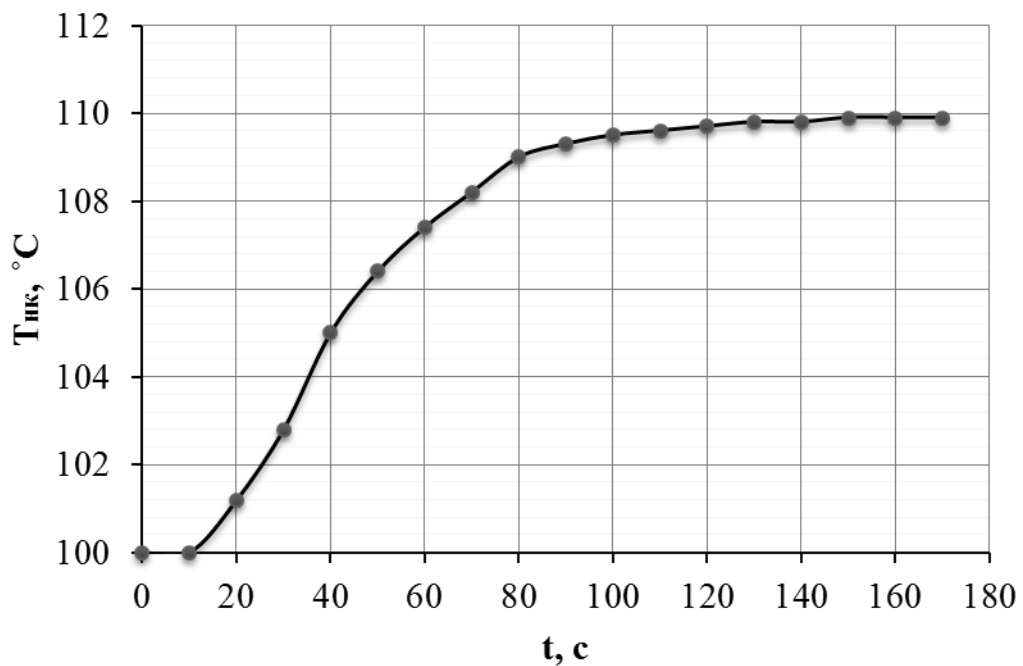


Рисунок 2.2 - Перехідна характеристика основного каналу регулювання

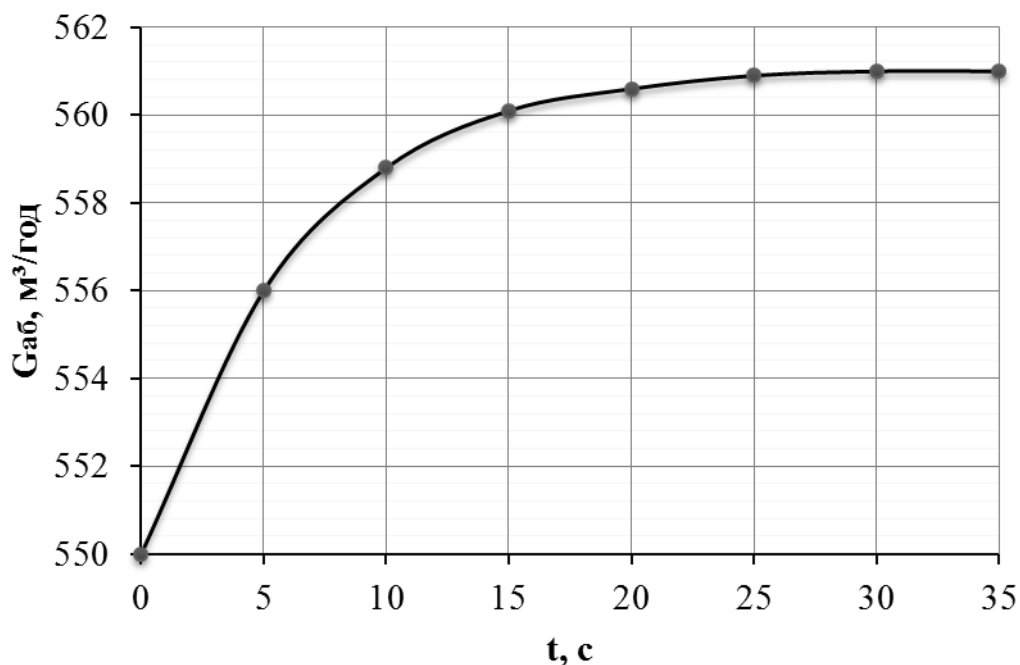


Рисунок 2.3 - Перехідна характеристика допоміжного каналу регулювання

2.4.2 Обробка експериментальних даних

2.4.2.1 Опрацювання даних основного каналу регулювання

Отриману експериментальним шляхом перехідну характеристику необхідно перевести у безрозмірну величину за допомогою наступних формул:

$$X_{\text{вх}i} = \frac{X_{\text{вх}i} - X_{\text{вх}o}}{X_{\text{вх} \max} - X_{\text{вх}o}}, \quad (2.1)$$

$$Y_{\text{вих}i} = \frac{Y_{\text{вих}i} - Y_{\text{вих}o}}{Y_{\text{вих} \max} - Y_{\text{вих}o}}, \quad (2.2)$$

де $X_{\text{вх}i}$, $Y_{\text{вих}i}$ - поточні значення вхідної і вихідної величини у відповідних одиницях вимірювання;

$X_{\text{вх}o}$, $Y_{\text{вих}o}$ - значення вхідної і вихідної величин у тих самих одиницях до моменту прикладення збурення до об'єкта керування;

$X_{\text{вх} \max}$, $Y_{\text{вих} \max}$ - максимальні значення вхідної та вихідної величин, зафіксовані після завершення перехідного процесу.

Скориставшись вище наведеними формулами виконаємо перевід

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експериментальних даних наведених у таблиці 2.1:

$$Y_{вих0} = \frac{100 - 100}{109,9 - 100} = 0;$$

$$Y_{вих1} = \frac{100 - 100}{109,9 - 100} = 0;$$

$$Y_{вих2} = \frac{101,19 - 100}{109,9 - 100} = 0,1203;$$

$$Y_{вих3} = \frac{102,8 - 100}{109,9 - 100} = 0,283;$$

$$Y_{вих4} = \frac{105 - 100}{109,9 - 100} = 0,505;$$

$$Y_{вих5} = \frac{106,4 - 100}{109,9 - 100} = 0,646;$$

$$Y_{вих6} = \frac{107,4 - 100}{109,9 - 100} = 0,747;$$

$$Y_{вих7} = \frac{108,2 - 100}{109,9 - 100} = 0,828;$$

$$Y_{вих8} = \frac{109 - 100}{109,9 - 100} = 0,909;$$

$$Y_{вих9} = \frac{109,3 - 100}{109,9 - 100} = 0,939;$$

$$Y_{вих10} = \frac{109,5 - 100}{109,9 - 100} = 0,959;$$

$$Y_{вих11} = \frac{109,6 - 100}{109,9 - 100} = 0,97;$$

$$Y_{вих12} = \frac{109,7 - 100}{109,9 - 100} = 0,98;$$

$$Y_{вих13} = \frac{109,8 - 100}{109,9 - 100} = 0,99;$$

$$Y_{вих14} = \frac{109,8 - 100}{109,9 - 100} = 0,99;$$

$$Y_{вих15} = \frac{109,9 - 100}{109,9 - 100} = 1;$$

$$Y_{вих15} = \frac{109,9 - 100}{109,9 - 100} = 1;$$

$$Y_{вих15} = \frac{109,9 - 100}{109,9 - 100} = 1;$$

$$X_{ex} = 1.$$

Таблиця 2.3 – Безрозмірні дані по каналу «позиція регулюючого органу - температура низу колони»

t, c	X_{ex}	$Y_{вих}$	t, c	X_{ex}	$Y_{вих}$
0	1	0	90.0	1	0,939
10.0	1	0	100.0	1	0,959
20.0	1	0,120	110.0	1	0,97
30.0	1	0,28	120.0	1	0,98
40.0	1	0,50	130.0	1	0,99
50.0	1	0,64	140.0	1	0,99

t, c	X_{ex}	$Y_{вих}$	t, c	X_{ex}	$Y_{вих}$
60.0	1	0,74	150.0	1	1
70.0	1	0,82	160.0	1	1
80.0	1	0,909	170.0	1	1

З наведених у таблиці 2.3 даних побудуємо експериментальну характеристику (рис. 2.4).

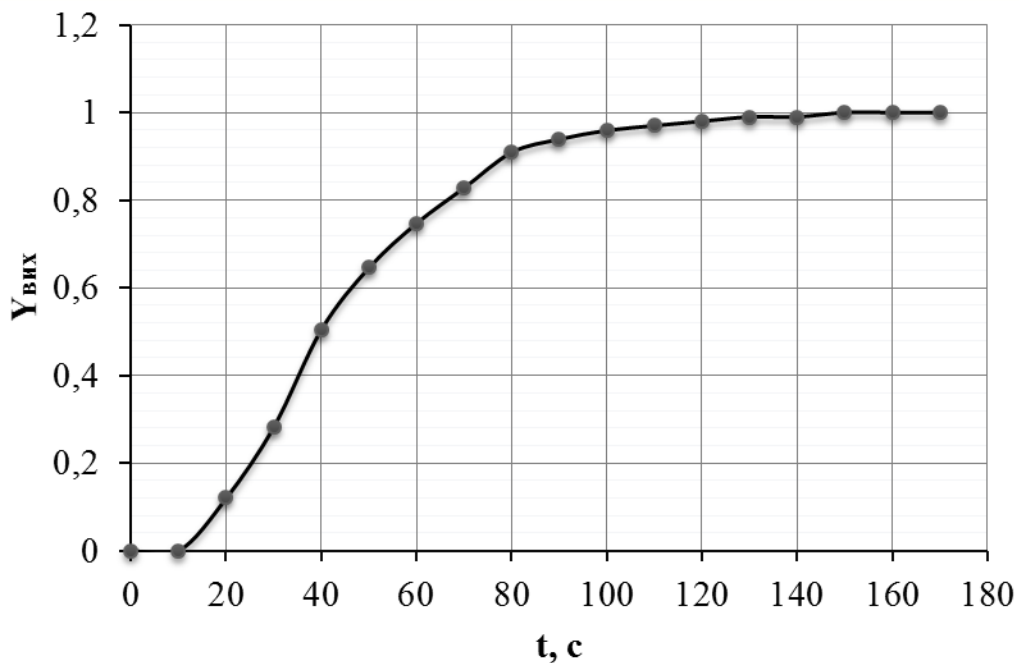


Рисунок 2.4 – Безрозмірна перехідна характеристика основного каналу

Дані наведені у таблиці 2.3 апроксимовано за допомогою програми Arpox (додаток А1) та отримаємо передавальну функцію об'єкту за основним каналом:

$$W_0(p) = \frac{-5,306p + 1}{1201,324p^3 + 514,16p^2 + 41,211p + 1} \quad (2.3)$$

Помибка апроксимації $\delta = 2,1\%$ у точці $t = 30$ с є максимальною.

2.4.2.2 Опрацювання даних допоміжного каналу регулювання

Експериментальні дані допоміжного каналу (таблиця 2.2) також переведемо до безрозмірних одиниць:

$$Y_{вих0} = \frac{550 - 550}{561 - 550} = 0;$$

$$Y_{вих1} = \frac{556 - 550}{561 - 550} = 0,545;$$

$$Y_{вих2} = \frac{558,8 - 550}{561 - 550} = 0,8;$$

$$Y_{вих3} = \frac{560,1 - 550}{561 - 550} = 0,918;$$

$$Y_{вих4} = \frac{560,6 - 550}{561 - 550} = 0,964;$$

$$Y_{вих5} = \frac{560,9 - 550}{561 - 550} = 0,991;$$

$$Y_{вих6} = \frac{561 - 550}{561 - 550} = 1;$$

$$Y_{вих7} = \frac{561 - 550}{561 - 550} = 1;$$

$$X_{ex} = 1.$$

Таблиця 2.4 - Безрозмірні дані каналу «позиція РО - витрата теплоносія»

t, c	X_{ex}	$Y_{вих}$	t, c	X_{ex}	$Y_{вих}$
0	1	0	20	1	0,964
5	1	0,545	25	1	0,991
10	1	0,8	30	1	1
15	1	0,918	35	1	1

Побудуємо експериментальну перехідну характеристику за допоміжним каналом регулювання у безрозмірних одиницях (рисунок 2.5).

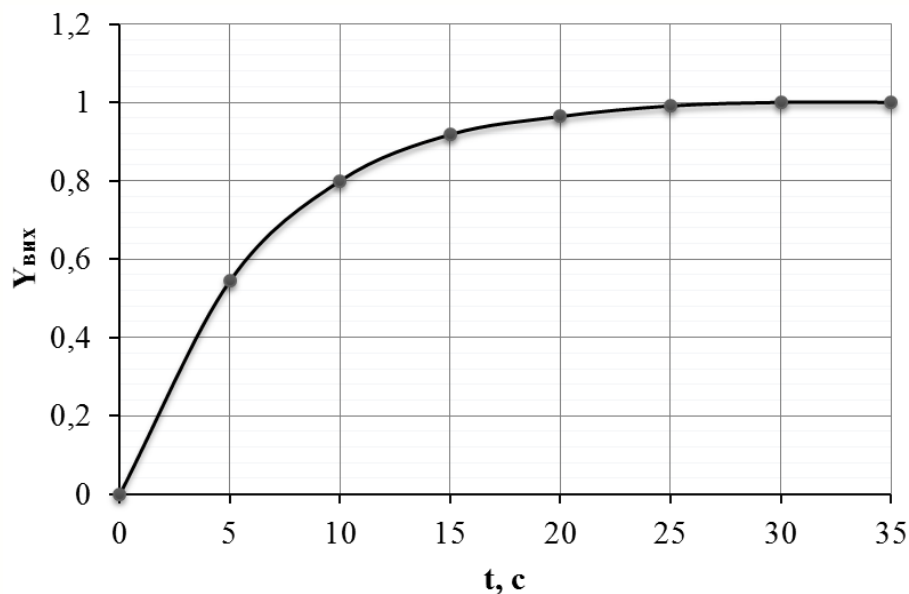


Рисунок 2.5 - Безрозмірна перехідна характеристика допоміжного каналу

Дані наведені у таблиці 2.4 апроксимовано за допомогою програми Аргох (додаток А2) та отримано передавальну функцію об'єкту за основним каналом:

$$W_1(p) = \frac{1}{6.093p + 1}. \quad (2.4)$$

У точці $t = 5$ с похибка апроксимації є максимальною і рівною $\delta = 1,4\%$.

Висновки до розділу

В розділі вибрано та обґрунтовано об'єкт керування з точки зору автоматизації. Апроксимовано дані експериментальних досліджень, та визначено передавальну функцію об'єкта за допоміжним і основним каналом регулювання.

З одержаних математичних розрахунків бачимо, що усі показники якості задовольняють поставлені умови.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 СИНТЕЗ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

3.1 Аналіз об'єкта керування для побудови системи автоматичного керування

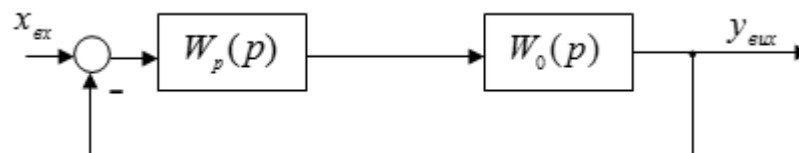
Згідно з технологічним регламентом, сировина з заданою температурою надходить до колони, де необхідно підтримувати встановлені значення температур у верхній та нижній її частинах. Температура у верхній частині бутанової колони регулюється шляхом подачі зрошення, тоді як температурний режим у нижній частині забезпечується підведенням тепла з абсорбентом, що надходить із випарника В-3.

Для отримання продукції належної якості необхідно суворо контролювати витрату сировини, яка подається в колону, у встановлених межах. З цього випливає, що ключовим елементом стабільної роботи бутанової колони газофракційної установки є подача абсорбенту в нижню частину колони К-6.

Однотимчасне досягнення високої чіткості розділення, інтенсивності процесу та економічної ефективності зазвичай є складним завданням. Інтенсивність та економічність процесу визначаються продуктивністю колони та заданим ступенем розділення. Продуктивність обмежується швидкістю руху парової фази: при її збільшенні покращується контакт між паровою і рідкою фазами на тарілках, однак надмірне зростання швидкості призводить до винесення рідини на верхні тарілки, що, у свою чергу, погіршує якість процесу розділення.

3.2 Створення одноконтурної системи автоматичного керування

Одноконтурна САК у загальному має вигляд представлений на рисунку 3.1.



$x_{вх}$ - вхідна величина; $W_p(p)$ - функція передачі регулятора; $y_{вих}$ - вихідна величина; $W_o(p)$ - функція передачі керованого об'єкта

Рисунок 3.1 - Структура одноконтурної АСК

Досліджуваний об'єкт, а саме температура низу бутанової колони потребує

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

високої точності регулювання.

ПІ-регулятор використовується для регулювання температури низу колони, а його функція передачі має такий символічний вигляд:

$$W_p(p) = \frac{C_1 \cdot p + C_0}{p}. \quad (3.1)$$

У додатку Б1 наведено результати роботи підпрограми Tune ($K_p = C_1 = 0.57161$, $K_i = C_0 = 0.019785$) програми MATLAB. Підставивши значення одержимо:

$$W_p(p) = \frac{0.57161p + 0.019785}{p}.$$

Еквівалентна функція передачі для розімкненої системи має вигляд:

$$W_{роз}(p) = W_0(p) \cdot W_p(p), \quad (3.2)$$

а для замкненої:

$$W_{зам}(p) = \frac{W_{роз}(p)}{1 + W_{роз}(p)}. \quad (3.3)$$

Тоді:

$$\begin{aligned} W_{роз}(p) &= \frac{-5,306p + 1}{1201,32p^3 + 514,16p^2 + 41,21p + 1} \cdot \frac{0.57161p + 0.019785}{p} = \\ &= \frac{-3,033p^2 + 0,467p + 0,019786}{1201,32p^4 + 514,16p^3 + 41,21p^2 + p}. \end{aligned}$$

$$W_{зам}(p) = \frac{-3,033p^2 + 0,467p + 0,019785}{1201,32p^4 + 514,16p^3 + 38,178p^2 + 1,467p + 0,019785}. \quad (3.4)$$

3.3 Створення каскадної системи автоматичного керування

Каскадні системи доцільно використовувати для автоматизації об'єктів, що мають значну інерційність за основним каналом регулювання.

Для реалізації каскадної системи необхідно здійснити налаштування як основного (зовнішнього), так і допоміжного (внутрішнього) регуляторів Головною функцією основного регулятора являється стабілізація основного виходу об'єкта

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керування. З метою регулювання допоміжної координати використовується допоміжний регулятор. Отриманий від основного регулятора сигнал являється певним завданням для регулятора, який є допоміжним.

У загальному вигляді каскадна АСК представлена на рисунку 3.2. Найпопулярнішими у даний час являються наступні поєднання регуляторів: П-ПІ; ПІ-ПІД; ПІ-ПІ.

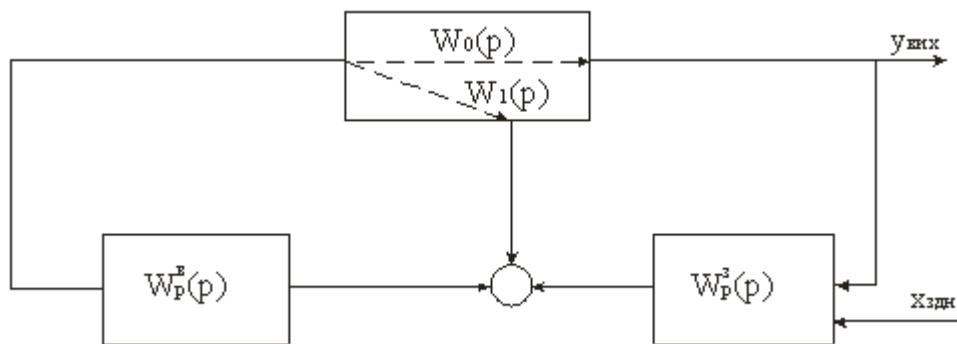


Рисунок 3.2 - Структура каскадної АСК

Процес розрахунку почнемо із допоміжного регулятора для якого передавальна функція є такою:

$$W_e''(p) = W_1(p) + W_0(p) \cdot W_p^z(p).$$

де $W_p^z(p)$ - функція передачі зовнішнього регулятора.

Зробивши припущення, що $W_p^z(p) = 0$ та виконавши деякі спрощення одержимо:

$$W_e''(p) = W_1(p).$$

Дослідження параметрів налаштування допоміжного ПІ-регулятора проведемо із використанням функції Tune програмного середовища Matlab.

У результаті роботи функції Tune отримано дані наведені у додатку Б2, а саме $C_1 = K_p = 9,23190$, $C_0 = K_i = 11,96$. Виконавши підстановки одержимо:

$$W_p^e(p) = \frac{9,23190p + 11,960}{p}.$$

З метою визначення параметрів основного регулятора використовуватимемо наступну функцію:

					БР.АКПЗ-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_e'(p) = \frac{W_p^e(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_p^e} W_0(p). \quad (3.5)$$

Після перетворень та підстановок отримаємо:

$$W_e'(p) = \frac{-298.460p^3 - 379.390p^2 + 18.640p + 11.96}{7319.67p^5 + 15424.60p^4 + 19879.780p^3 + 6577.110p^2 + 503.11p + 11.96}.$$

Після визначення за допомогою функції Tune параметрів налаштування ПІ-регулятора (додатку Б3) отримаємо наступну функцію передачі:

$$W_p^3(p) = \frac{0,670570p + 0,0246970}{p}.$$

Симфольна еквівалентна функцію передачі для каскадної САК є такою:

$$W_e^{кас}(p) = \frac{W_p^3(p)W_0(p)W_p^e(p)}{W_p^3(p)W_0(p)W_p^e(p) + W_1(p)W_p^e(p) + 1}. \quad (3.6)$$

Після підстановок та математичних перетворень одержимо:

$$W_e^{кас}(p) = \frac{-200.140p^4 - 261.782p^3 + 3.130p^2 + 8.480p + 0.2954}{7319.670p^6 + 15424.6p^5 + 19679.630p^4 + 6315.33p^3 + 506.250p^2 + 20.44p + 0.29540}$$

3.4 Аналіз стійкості одноконтурної системи автоматичного керування

САК на основі критерію стійкості Михайлова являтиметься стійкою у випадку коли годограф Михайлова системи котру можна описати за допомогою рівнянням n-ого порядку проходить n квадрантів та іде у безмежність.

Для нашої одноконтурної системи характеристичний поліном матиме наступний вигляд:

$$F(p) = 1201,324p^4 + 514,16p^3 + 38,178p^2 + 1,467p + 0,019786.$$

Після прирівняння до нуля одержимо:

$$1201,324p^4 + 514,16p^3 + 38,178p^2 + 1,467p + 0,019786 = 0.$$

Зробимо заміну $p = j\omega$:

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$1201,324\omega^4 - 514,16j\omega^3 - 38,178\omega^2 + 1,467j\omega + 0,019786 = 0.$$

З даного рівняння виділимо дійсну а також уявну частину:

$$P(\omega) = 1201,324\omega^4 - 38,178\omega^2 + 0,0197860;$$

$$Q(\omega) = -514,160\omega^3 + 1,4670\omega.$$

Годограф Михайлова було побудовано з використанням програмного пакета Mathcad (Додаток В1). Аналіз графічної залежності показує, що крива послідовно проходить через чотири квадранти комплексної площини, при цьому порядок характеристичного полінома також дорівнює чотирьом. Це дає підстави зробити висновок про стійкість досліджуваної системи.

3.5 Дослідження стійкості каскадної системи автоматичного керування

Для нашої каскадної системи характеристичний поліном матиме наступний вигляд:

$$F(p) = 7319.670p^6 + 15424.6p^5 + 19679.630p^4 + 6315.330p^3 + 506.250p^2 + 20.440p + 0.2954.$$

Після прирівняння до нуля одержимо:

$$7319.670p^6 + 15424.60p^5 + 19679.630p^4 + 6315.330p^3 + 506.250p^2 + 20.440p + 0.29540 = 0.$$

Виконаємо заміну $p = j\omega$:

$$-7319.670\omega^6 + 15424.6j\omega^5 + 19679.630\omega^4 - 6315.33j\omega^3 - 506.250\omega^2 + 20.440j\omega + 0.2954 = 0.$$

З даного рівняння виділимо дійсну а також уявну частину:

$$P(\omega) = -7319.67\omega^6 + 19679.63\omega^4 - 506.25\omega^2 + 0.2954;$$

$$Q(\omega) = 15424.6\omega^5 - 6315.33\omega^3 + 20.44\omega.$$

Побудову годографа Михайлова виконано із застосуванням програмного середовища Mathcad (Додаток В2). Отримана крива безперервно проходить шість квадрантів комплексної площини, що відповідає шостому порядку характеристичного полінома. Така поведінка годографа свідчить про виконання

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

критерію Михайлова, а отже, система є стійкою.

3.6 Дослідження якості розроблених систем керування

Якість синтезованих систем автоматичного керування доцільно визначати на основі аналізу їх перехідних характеристик, отриманих за відповідними графіками. Побудову перехідних характеристик для одноконтурної і каскадної систем виконаємо за допомогою програмного продукту Matlab (рис. 3.3, 3.4).

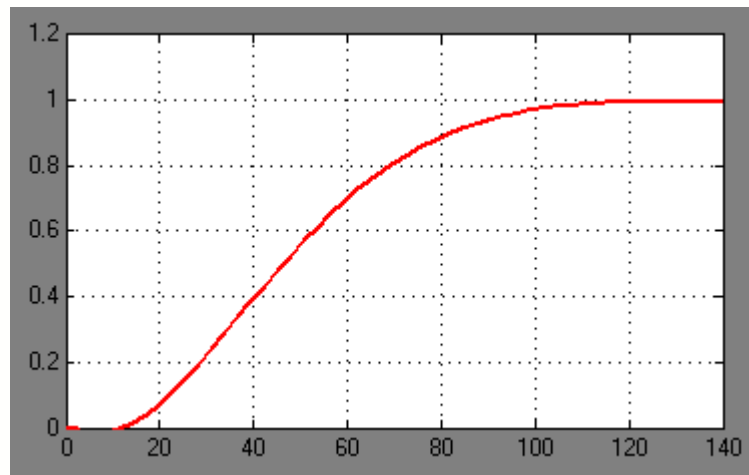
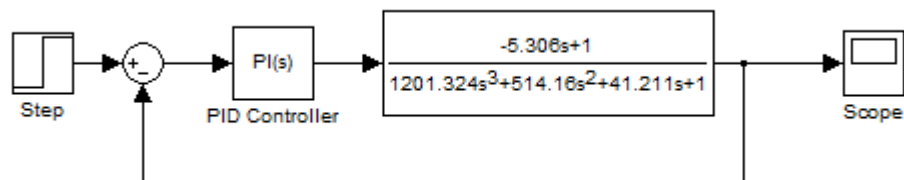


Рисунок 3.3 - Одноконтурна система автоматичного керування

Оцінювати якість одноконтурної САК будемо по таких показниках:

- перерегулювання:

$$\delta = 0\% ;$$

- тривалість:

$$t_n = 115 \text{ с};$$

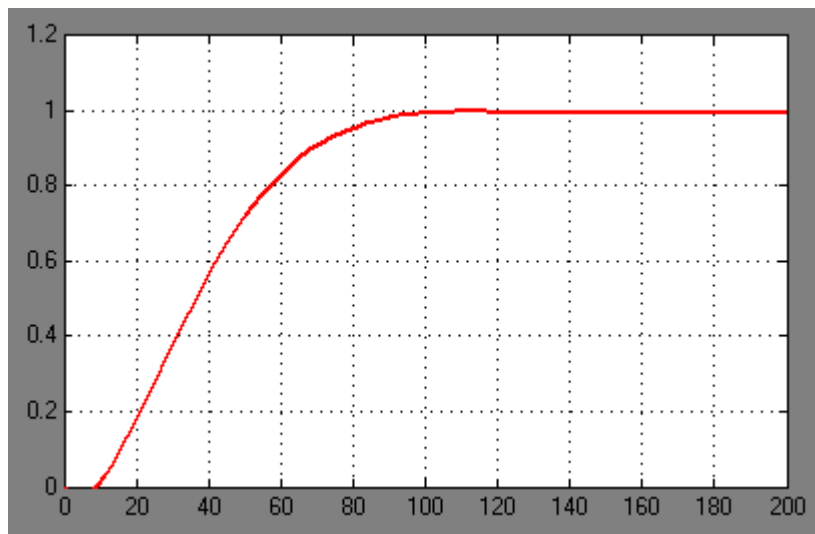
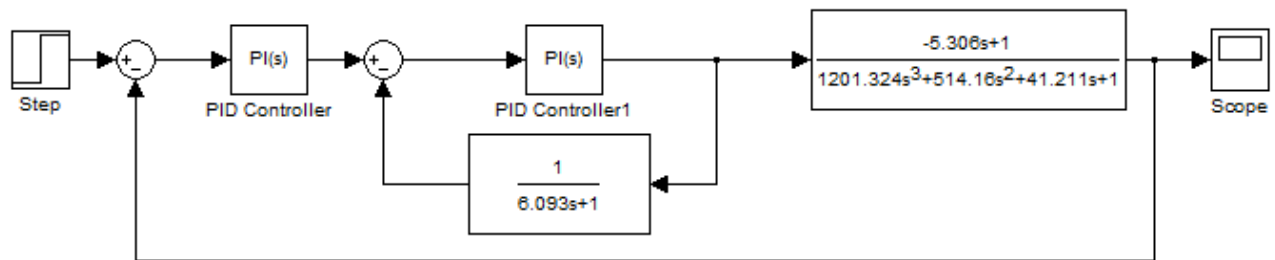


Рисунок 3.4 - Каскадна система автоматичного керування

Оцінювати якість каскадної САК будемо по таких показниках:

- перерегулювання:

$$\delta = 0\% ;$$

- тривалість:

$$t_n = 98 \text{ с};$$

Висновки до розділу

В розділі здійснено аналіз та синтез одноконтурної та каскадної АСК. Визначено оптимальні параметри налаштування регуляторів для одноконтурної та каскадної АСК. Здійснено аналіз стійкості одноконтурної та каскадної АСК. Визначено якісні показники досліджуваних систем у програмному середовищі Matlab.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА САК

4.1 Вибір та опис засобів автоматизації

З урахуванням специфіки функціонування технологічного об'єкта, встановлених вимог до параметрів процесу та поточного рівня автоматизації обґрунтовується вибір відповідних технічних засобів автоматизації. З метою комплексної автоматизації технологічного процесу виберемо засоби автоматизації, котрі виконуватимуть такі функції: отримання інформації про стан досліджуваного технологічного процесу, формування і передача інформації, виконавчі механізми, передача інформації обслуговуючому персоналу.

З урахуванням того, що дане виробництво відноситься до класу пожежно- та вибухонебезпечних, то проведемо вибір відповідних технічних засобів. Первинні перетворювачі, котрі встановлюються по місцю та прилади в операторній виконані в відповідному іскробезпечному виконанні. У дану систему технічних засобів автоматизації введем однотипні автоматичні технічні засоби, що значно полегшить їх використання, а відповідно і експлуатацію, ремонт, а також і налаштування.

Врахуємо фактори метрологічного та режимного характеру під час вибору технічних засобів автоматизації:

- вимірювання границі;
- залежність функціонування приладу від параметрів навколишнього середовища.;
- інерційність давачів;
- відстань на яку можливе передавання інформації між давачами і операторною;
- застосування давачів дивлячись із точки зору пожежо- та вибухонебезпечності.

Для коректної роботи бутанової колоони газофракційної установки необхідно вибрати такі ТЗА в необхідній кількості:

- мікропроцесорний контролер;

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- мікропроцесорний індикатор;
- виконавчий механізм;
- первинний перетворювач тиску, витрати, температури а також рівня.

4.1.1 Вибір контролерів

МІК-52 це контролер мікропроцесорний (рис. 4.1) являється компактним малоканалним багатфункціональним високопродуктивним мікропроцесорним контролером, який підтримує автоматичне регулювання та логічне управління технологічним процесом.

Функціональні можливості:

- підбір необхідних модулів і функціональних блоків здійснюється з урахуванням кількості та типів вхідних і вихідних сигналів.;



Рисунок 4.1 - Контролер мікропроцесорний МІК-52

- передбачено інтегровані функції самоконтролю, що забезпечують виявлення та ідентифікацію відмов, індикацію перевищення допустимих меж сигналів, а також фіксацію збоїв у мережевому обміні даними та інших порушень роботи системи.

В даний мікропроцесорних контролерах наявна розвинена система міжконтролерного обміну, з допомогою використання якої контролери можна об'єднати у локальну чи розподілену керуючу мережу. У створеній мережі МІК-51

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має можливість здійснювати обміни інформацією із комп'ютером і між собою. Дана функція дає можливість організувати розподілену обробку даних, а також збільшити число каналів введення-виведення. Організація обміну даними між контролерами дозволяє істотно зменшити навантаження на мережеву інфраструктуру. Налаштування та програмування контролера можуть виконуватися як за допомогою органів керування на передній панелі, так і через інтерфейс із використанням спеціалізованого програмного забезпечення АЛЬФА. У цьому середовищі застосовується мова функціональних блокових діаграм (FBD) як основний інструмент розробки програм.

АЛЬФА має в своєму складі вбудований відладчик програм, можливість документування програм, друку, систему логічного контролю за станом програми, представлення програми в вигляді таблиць та ін.

Для програмування контролера МІК-52 передбачено бібліотеку функціональних блоків, яка є достатньою для вирішення порівняно складних завдань пов'язаних із автоматичним регулювання, а також із логіко-програмним управлінням.

Бібліотека функціональних блоків програми АЛЬФА умовно розділена на такі розділи:

- Математичні функціональні блоки: множення, ділення, абсолютне значення, корінь квадратний, інтегрування, диференціювання.

- Функціональні блоки введення-виведення: інтерфейсний, аналоговий, дискретний, імпульсний.

- Логічні функціональні блоки: Багатовхідне І, Логічне І, Логічне АБО, тригер, регістр, Багатовхідне АБО, виділення фронту.

- Функціональні блоки дельта-регуляторів: дельта-регулятор, регулятори аналогові та імпульсні із розширеними функціями.

- Функціональні блоки для управління технологічним процесом: регулятор каскадний, фільтр, масштабування, регулятор імпульсний, кусочно-лінійна функція, лінійна зміна параметра, уставка аналогова, регулятор аналоговий, уставка

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часу, програмний задатчик, користувацька панель, таймер сигналізатор реального часу.

- Функціональні блоки призначені для управління програмою: мультівібратор, одновібраор, мінімум, максимум, перемикач по номеру, затримка, екмтримум, компаратор, таймер, обмеження, лічильник, імпульсатор, обмеження швидкості.

Вихідні канали системи підтримують формування уніфікованих аналогових сигналів постійного струму та напруги (зокрема, діапазони 0–5 мА, 4–20 мА, 0–20 мА і 0–10 В), а також роботу з дискретними й імпульсними сигналами. Комутація навантаження здійснюється за допомогою релейних елементів (до 220 В, 8 А), оптосимісторів із функцією переходу через нуль та твердотільних реле.

Вхідна частина орієнтована на приймання як аналогових сигналів струму і напруги в аналогічних стандартних діапазонах, так і дискретних та імпульсних сигналів із живленням 24 В постійного струму. При цьому рівень логічного «0» відповідає інтервалу 0–7 В, а «1» - 19–32 В. Для імпульсних входів передбачена можливість обробки сигналів із частотою до 3 кГц.

4.1.2 Вибір індикатора

ІТМ-120 (рис. 4.2) – це індикатор, який представляють принципово новий клас сучасних надзвичайно універсальних цифрових двоканальних індикаторів із дискретними виходами. В структурі індикатора присутні два незалежних канали вимірювання.

ІТМ-120 забезпечує високу точність вимірювань технологічних параметрів. Основною ізюминкою індикатора ІТМ-120 являється наявність трьохрівневої гальванічної ізоляції, яка знаходиться між входами, виходами та ланцюгом живлення.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.2 - Мікропроцесорний індикатор ІТМ-120

Мікропроцесорний індикатор ІТМ-120 призначений автономного та комплексного використання в різноманітних АСУ ТП:

- здійснює формування вихідних дискретних сигналів керування зовнішніми виконавчими механізмами (ВМ), забезпечуючи необхідне дискретне керування відповідно до встановленої користувачем логіки роботи;

- призначений для вимірювання, оброблення та перетворення двох контрольованих вхідних фізичних величин із подальшим їх відображенням на вбудованому чотирирозрядному цифровому дисплеї;

- забезпечує генерацію сигналів технічної індикації та попередження. Передня панель приладу оснащена засобами візуального оповіщення, що відображають досягнення небезпечних режимів роботи технологічного об'єкта та факти перевищення контрольованих параметрів установлених допустимих меж;

- дозволяє відображати значення вхідних технологічних параметрів, які отримуються по інтерфейсу від встановлених зовнішніх пристроїв;

- може використовуватися у системах призначених для сигналізації, блокування і захисту технологічного обладнання.

За допомогою конфігурації структура індикатора ІТМ-120 може бути змінена в результаті чого можуть бути вирішені такі завдання управління:

- Індикатор двох фізичних величин.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Трехпозиційне управління.
- Двухпозиційне управління.

Індикатор ІТМ-120 конфігурується з використанням передньої панелі приладу чи через наявний інтерфейс RS-485, що дає можливість використовувати прилад у якості віддаленого індикатора у випадку роботи у сучасних мережах управління чи збору інформації.

Мікропроцесорний індикатор ІТМ-120 може виготовлятися індивідуально для виконання конкретних технологічних задач.

4.1.3 Вибір давачів температури

Термоелектричний перетворювач Метран-2000 (рис. 4.3) призначений для здійснення вимірювання температури принципово різних середовищ наприклад температури поверхонь твердих тіл та малогабаритних підшипників у газовій, нафтовій, металургійній, хімічній, вугільній, енергетичній, нафтохімічній, машинобудівній та металообробній, приладобудівельній, харчовій, деревообробній, а також інших галузях народного господарства. Використання термоелектричного перетворювача Метран-2000 допускається в нейтральних та агресивних середовищах у випадку коли матеріали, які контактують із вимірюваним середовищем, являються корозійностійкими.

Метран-2000 за видом контакту із вимірюваним середовищем може бути як у зануреному так і у поверхневому виконанні.



Рисунок 4.3 - Термоелектричний перетворювач Метран-2000

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1.4 Вибір давачів рівня

Датчики Метран-43 (рис. 5.4) призначені для роботи у системах автоматичного контролю, регулювання, а також управління технологічними процесами та забезпечує безперервне перетворення вимірюваного значення параметра. Призначений для вимірювання таких параметрів: надлишкового тиску, тиску розрідження, різниці тисків, гідростатичного (рівня) у стандартний струмовий вихідний сигнал для дистанційної передачі.



Рисунок 4.4 – Давач рівня Метран-43-ДГ

Давач рівня Метран-43-ДГ призначений для перетворення тиску таких робочих середовищ: рідини, газу та пари.

Датчик Метран-43-ДГ має загальнопромислове і вибухозахисне виконання.

Датчик має можливість роботи із вторинною реєструючою та показуючою апаратурою, а також системами управління, котрі працюють від стандартного вхідного сигналу (0,0-5,0) мА або (5,0-0,0) мА, (0,0-20,0) мА або (20,0-0,0) мА, (4,0-20,0) мА або (20,0-4,0) мА постійного струму.

Датчик рівня складається із перетворювача тиску та електронного перетворювача.

В кості чутливий елементу в датчику використовуються тензоперетворювачі.

Параметр, який вимірюється спричиняє дію на мембрану вимірювального блоку та лінійно перетворюється у деформацію чутливого елемента, при цьому викликаючи зміну електричного опору тензорезистора тензоперетворювачів, розміщеного в вимірювальному блоці.

Електричний перетворювач датчика перетворює дану змінну опору у

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струмовий вихідний сигнал.

У вигляді чутливого елемента тензоперетворювача виступає пластина монокристалічного сапфіру із кремнієвими плівковими тензорезисторами, котра міцно з'єднана із металевою мембраною тензоперетворювача.

Даний датчик призначений для використання у системах контролю та регулювання рівня нейтральних та агресивних середовищ, або високов'язких рідин та забезпечує безперервне перетворення величини гідростатичного тиску середовища у уніфікований струмовий сигнал.

Метран-43-ДГ монтується безпосередньо на фланці ємності (рис. 4.5).

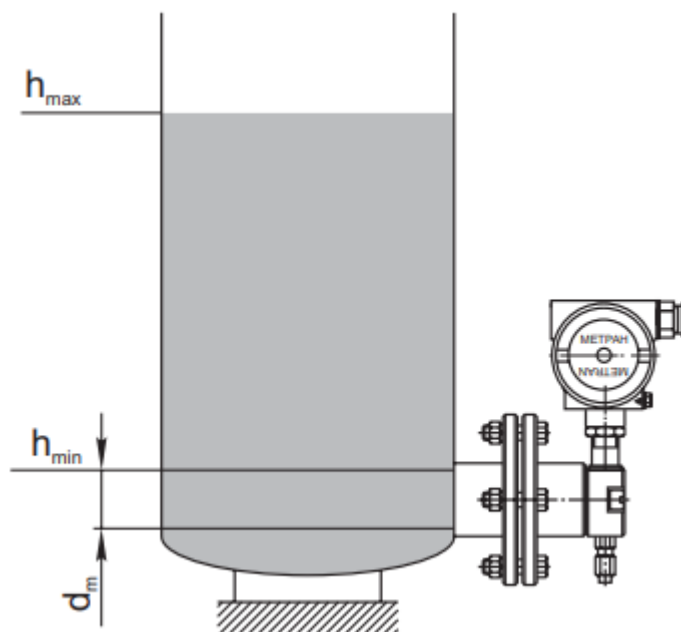


Рисунок 4.5 - Схема монтування датчика Метран-43 при вимірюванні рівня в відкритому резервуарі

Датчик рекомендовано встановлювати так, аби його відкрита мембрана знаходилась якнайблище до внутрішньої поверхні ємності досліджуваної ємності.

Під час вимірювання рівня в ємності, яка знаходиться під тиском, рекомендовано у лінію підведення до мінусової камери даного датчика вмонтовувати відстійну ємність (рис. 4.6).

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

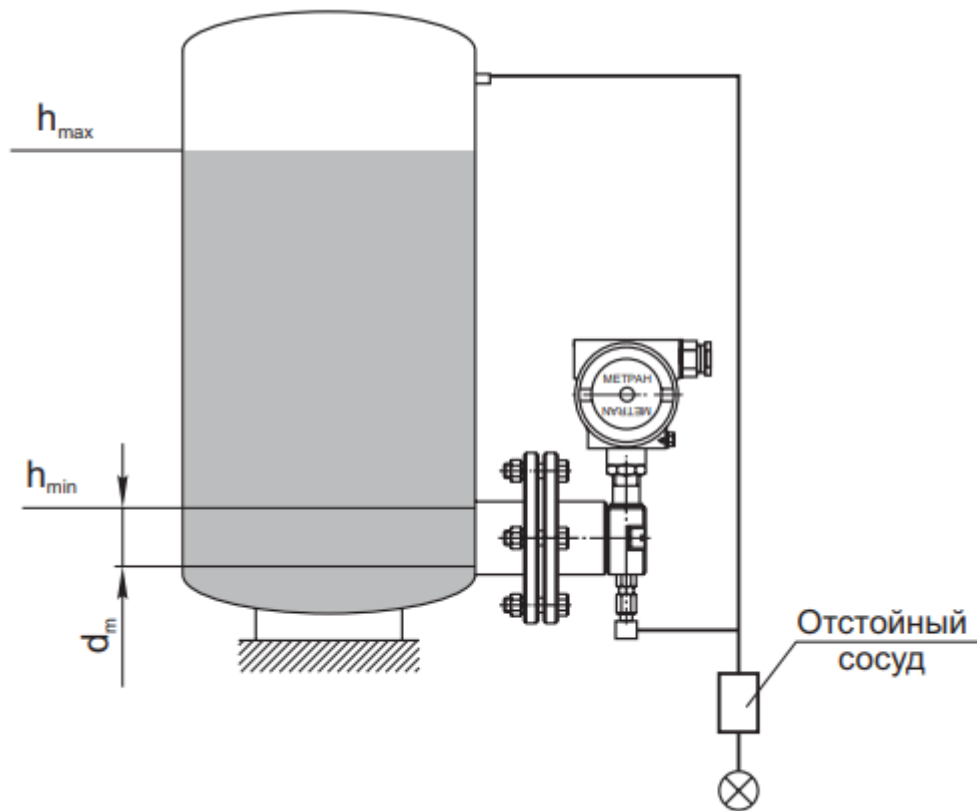


Рисунок 4.6 - Схема монтажу датчика Метран-43 в процесі вимірювання рівня в закритому резервуарі

4.1.5 Вибір давачів тиску

Датчик тиску Метран-44 (рис. 4.7) призначається для роботи у системах автоматичного регулювання, управління та контролю технологічними процесами у різноманітних галузях промисловості та забезпечує безперервне перетворення визначених різниць тисків нейтральних та агресивних, або газоподібних та рідких середовищ у електричний сигнал.



Рисунок 4.7 - Датчик тиску Метран-44

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Датчик тиску може бути укомплектований певними індикаторними пристроями.

Принцип роботи датчика базується на тензорезистивному ефекті. Чутливим елементом даного датчика являться тензорезисторний перетворювач.

Датчик складається з вимірювального блоку та уніфікованого електронного перетворювача.

Досліджуваний параметр напряму впливає на мембрану вимірювального блоку.

Деформація мембрани передається на тензоперетворювач, деформуючи пластину із монокристалічного сапфіру із кремнієвими плівковими тензорезисторами, при цьому змінюючи їх електричний опір.

Електронний блок перетворює зміну електричного опору тензорезистора у струмовий вихідний сигнал.

4.1.6 Вибір давача витрати

Перші вихрові витратоміри були створені 25 років тому для підвищення рівня надійності та зниження витрат на монтаж. Однак вони мають ряд обмежень. В конструкції вихрового витратоміра Rosemount 8800 усунені недоліки, які властиві традиційним вихровим витратомірам.

Забезпечення конкурентоспроможності підприємства безпосередньо пов'язане із досягненням максимальної продуктивності в поднанні з найвищим рівнем безпеки та мінімальною кількістю зупинок виробництва. Витратомір Rosemount 8800 (рис. 4.8) забезпечує дані переваги завдяки своїй унікальній конструкції, котра вирішує проблеми, які характерні для традиційних витратомірів.

У більшості вихрових витратомірах точки витокую появляються навколо з'єднань сенсора, який ущільнених прокладками, що являться потенційним джерелом небезпек, пов'язаних із безпекою, а також екологією.

Дане ущільнення зазвичай руйнується при заміні сенсора, а технологічний процес доводиться зупиняти, що в свою чергу веде до зниження продуктивності.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час експлуатації у важких умовах, традиційні вихрові витратоміри схильні до забруднення через отвори та щілини всередині проточної частини, що обмежує функції сенсора по вимірюванню витрати. У випадку засміченні сенсора потрібна зупинки технологічного процесу, що відповідно знижує продуктивність та погіршує якість продукції.



Рисунок 4.8 – Зовнішній вигляд витратоміра Rosemount 8800

Даний вихровий витратомір може бути використаний для вимірювання витрати пари, рідини і газу. Зазвичай, на прилад не впливає зміна умов експлуатації або якості технологічного середовища.

У вибраного вихрового витратоміра 8800 повністю відсутні імпульсні лінії, пази та ущільнюючі прокладки, що відповідно підвищує надійність вимірювань. Забезпечена висока стійкість до вібрацій.

Сенсор є повністю ізольованим від технологічного процесу та може бути замінений без відповідного руйнування технологічного ущільнення. У всіх типорозмірах використано однакові сенсори, саме тому для усіх витратомірів необхідні однакові запасні частини.

Даний витратомір забезпечує спрощену процедуру пошуку та усунення несправностей. Діагностування пристрою дозволяє проводити перевірення електронного блоку та сенсора без зупинки технологічного процесу.

4.1.7 Вибір виконавчого механізму

Електричні виконавчі механізми однообертового типу з фіксованою

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

швидкістю використовуються для переміщення регулюючих органів у складі систем автоматичного керування. Їх функціонування здійснюється відповідно до керувальних сигналів, що надходять від регуляторів та інших пристроїв управління.

Виконавчі механізми призначені для роботи у таких умовах:

- температура оточуючого середовища - мінус 10 - плюс 50 °С;
- відносна вологість оточуючого середовища до 95% за температури 35°С та більш низьких температурах при уникненні конденсації вологи.



Рисунок 4.9 - Виконавчий механізм МЭО-16/25-0.25-02

Виконавчі механізми МЭО-16/25-0.25-02 стійкий та міцний до різних впливів. Не призначений для роботи у середовищах, які містять агресивні гази, пари та речовини, які можуть викликати руйнування покриття, ізоляції та матеріалів, та в вибухонебезпечних середовищах. Усі наявні виконавчі механізми повинні бути захищеними від прямого сонячного впливу і атмосферних опадів.

4.2 Технічна реалізація системи автоматизації

4.2.1 Розробка ФСА бутанової колони

Функціональна схема автоматизації являє собою креслення, на якому умовними позначеннями, зображені комунікації, обладнання, орган управління і різноманітні засоби автоматизації з нанесеними між ними лініями зв'язку.

Пристрої автоматизації, що встановлюються поза межами щитового обладнання та не мають безпосереднього конструктивного зв'язку з

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічними апаратами або трубопроводами, на схемах подаються в окремому прямокутному полі «Місцеві прилади».

В роботі розробленою функціональну схему автоматизації, якою передбачено наступні дії:

- Регулювання витрати сировини а також каскадне регулювання абсорбенту, яке подається у колону К-6, відбувається з допомогою витратоміра Fisher-Rosemount 8800 (поз.8-а, 9-а), вбудований процесорний блок забезпечує самодіагностику давача і перетворювача (поз. 8-б) з якого сигнал у стандарті 4–20 мА є пропорційним значенню витрати та передається на подальшу обробку на контролер МІК-52 (поз.8-в), який змонтований у щиті. У контролер із термоперетворювача (поз. 1-а) також поступає уніфікований сигнал пропорційний температурі. МІК-52 виконує корекцію і відповідно направляє керувальний сигнал на ВМ (поз. 8-г). З перетворювача (поз. 9-б) інформаційний сигнал направляє на регулятор МІК-52 (поз.9-в), сюди також з термоперетворювача (поз. 2-а) поступає сигнал, котрий являтиметься пропорційним температурі. МІК-52 після корекції направляє відповідний сигнал на ВМ (поз. 9-г).

- Керування зрошенням здійснюється за допомогою витратоміра Rosemount 8800 (поз. 10-а). Сигнал з якого (поз. 10-б) поступає на контролер МІК-52 (поз.10-в). В контролер також поступає сигнал з термоперетворювача (поз. 3-а), який пропорційний температурі. Регулятор формує коригувальний вплив і передає керувальний сигнал на виконавчий механізм (поз. 10-г).

- В випарнику температура контролюється регулятором МІК-52 (поз. 4-б), на який сигнал поступає із перетворювача сигналу (поз. 4-а), а керувальний сигнал подається на виконавчий механізм (поз. 4-в).

- Регулювання тиску в колоні К-6 відбувається за допомогою перетворювача Мертран-44 (поз.5-а). Значення тиску перетворюється в сигнал 4-20мА, котрий направляє на МІК-52 (поз.5-б), який на вбудованому табло наводить значення тиску. Із клемних затискачів керувальна дія надходить на ВМ (поз. 5-в), який безпосередньо знаходиться на лінії відведення димових газів.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Регулювання рівня в колоні К-6 відбувається за таким алгоритмом: за допомогою давача Мертран-43 (поз.11-а), виміряне значення тиску у вигляді струмового сигналу поступає на мікропроцесорний контролер МІК-52 (поз.11-б). На цифровому табло відображає вимірюване значення рівня, завдання, а також керувальна дію. З вихідних клем контролера сформований керуючий сигнал подається на виконавчий механізм (поз. 11-в), встановлений на трубопроводі відведення залишкового продукту з колони К-5. Аналогічний принцип керування використовується для підтримання рівня та температури в ємностях В-3 і Е-7, де регулювання здійснюється за тією ж структурою керуючого впливу.

4.2.2 Розробка креслення загального виду щита

Щити систем автоматизації служать для розміщення на них приладів управління та контролю технологічних процесів. Щити встановлюють у виробничих або спеціальних щитових приміщеннях (диспетчерських, операторних, апаратних).

На щитах розміщують засоби для контролю та управління технологічними процесами, пристроїв захисту, блокування, живлення.

Розробка щита систем автоматизації проводиться у такій послідовності:

- вибір стандартного щита;
- розміщення приладів у щиті.

На технологічній установці передбачено використання шафових щитів, виконаних за субблочною структурою. Такий підхід характеризується раціональним компонуванням обладнання: органи керування розміщуються на лицьовій панелі субблоку, а допоміжна апаратура — на внутрішніх монтажних поверхнях, при цьому підключення до системи електроживлення здійснюється через роз'ємні з'єднання, розташовані на задній стороні.

Функціональні вузли, що відповідають за керування насосними агрегатами та допоміжними механізмами, конструктивно розділені на окремі блоки, що підвищує зручність обслуговування та експлуатації. Субблочне виконання забезпечує

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компактність щитів порівняно з традиційними рішеннями. На передній панелі передбачено розміщення світлової сигналізації та індикаційних елементів.

Для розміщення приладового комплексу застосовується панельний щит типу ЩП 2200×600×60. У графічній частині проєкту також наведено таблицю маркувань написів на табло та бірках.

4.2.3 Розроблення схеми зовнішніх електричних з'єднань і підключення обладнання до системи керування

Зазначені схеми призначаються для з'єднання позащитових приладів, засобів автоматизації і щитів.

Основними документами для розробки таких схем є: схеми автоматизації технологічних процесів, специфікація на технічні засоби автоматизації, принципи та електричні схеми.

Такі схеми розробляються на основі функціональних, електричних схем сигналізації та керування і, як правило, оформлюються у вигляді суміщених (комбінованих) креслень. На одному аркуші одночасно відображаються як електричні, так і трубні з'єднання, що дозволяє наочно представити загальну структуру системи. Для скорочення довжини кабельних і трубних трас, а також зменшення витрат на монтаж, передбачено використання з'єднувальних і розподільчих коробок.

Під час розроблення схем підключення відображаються первинні вимірювальні перетворювачі та відбірні пристрої, пульти й місцеві пункти керування, засоби контролю, сигналізації та автоматизації, а також щити й позащитові прилади. Шафи з вмонтованим обладнанням умовно позначаються геометричними фігурами (прямокутниками або колами), всередині яких розміщується відповідна ідентифікаційна інформація.

З'єднання однакового функціонального призначення на схемах підключень показуються суцільними лініями, при цьому у місцях підключення до приладів виконується розрив і маркування провідників для їх подальшої ідентифікації.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такі схеми розробляються у взаємній ув'язці з кресленням загального вигляду щита. У складі схем зовнішніх провідок відображаються місцеві пункти контролю та керування, з'єднувальні й транзитні коробки, позащитові прилади та засоби автоматизації, електричні й трубні комунікації, а також підвід стисненого повітря. Додатково включаються технологічні вказівки щодо прокладання провідок і монтажної арматури, основний напис, таблиця умовних графічних позначень та перелік кабельної продукції.

Довжини кабельних і трубних ліній обов'язково фіксуються безпосередньо на схемі зовнішніх з'єднань, а їх сумарні значення для кожного типу наводяться у спеціальній таблиці над основним написом. У цій же таблиці зазначаються всі монтажні вироби та матеріали, необхідні для виконання зовнішніх з'єднань системи.

Висновки до розділу

У розділі виконано обґрунтований підбір комплексу технічних засобів автоматизації, включно з контролерами та індикаторними пристроями, необхідними для модернізації досліджуваного об'єкта. У якості базових рішень обрано контролери та індикатори компанії «Мікрол», а також вимірювально-регулююче обладнання виробників «Метран» і Fisher-Rosemount.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі висвітлюються та вирішуються проблеми комплексної автоматизації бутанової колони газофракційної установки.

Проект забезпечує можливість отримання комплексних відомостей щодо технологічного процесу, його основних параметрів, рішень з автоматизації, а також результатів аналізу експериментально визначених перехідних характеристик.

У проекті наведено результати розрахунку економічних витрат на впровадження системи автоматизації. Описано питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Одним з основних питаннями автоматизації є використання сучасних технічних засобів автоматизації.

Узагальнюючи результати виконаних досліджень і розрахунків, слід відзначити, що робота забезпечує можливість впровадження автоматизації процесу газофракціонування в бутановій колоні із застосуванням сучасних технічних засобів. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню якості продукції та збільшенню її виходу.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Семенцов, Г. Н. Автоматизація неперервних технологічних процесів. Регулятори [Текст] : навч. посіб. / Г. Н. Семенцов. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. – 191 с.

2. Лагойда, А. І. Програмно-технічні комплекси та програмне забезпечення автоматизованих систем управління технологічними процесами [Текст] : метод. вказ. до викон. курс. проекту / А. І. Лагойда, Л. І. Лагойда, М. І. Когутяк. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2023. – 66 с.

3. Семенцов, Г. Н. Теорія автоматичного керування [Текст] : навч. посіб. / Г. Н. Семенцов. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. – 610 с.

4. Когутяк, М. І. Програмно-технічні комплекси та програмне забезпечення автоматизованих систем управління технологічними процесами [Текст] : лаб. практикум / М. І. Когутяк, А. І. Лагойда, Л. І. Фешанич. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2023. – 87 с.

5. Семенцов, Г. Н. Теорія автоматичного керування [Текст] : курсове проектування / Г. Н. Семенцов, В. С. Борин, Р. М. Лещій. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. – 23 с.

6. Семенцов, Г. Н. Планування та обробка результатів експерименту [Текст] : навч. посіб. / Г. Н. Семенцов, Я. Р. Когуч, М. М. Дранчук. – Івано-Франківськ : Факел, 2015. – 198 с.

7. Семенцов, Г. Н. Оптимізація та оптимальне керування в нафтогазовій промисловості [Текст] : навч. посіб. / Г. Н. Семенцов, В. С. Борин, М. В. Шавранський. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. – 236 с.

8. Когутяк, М. І. Технічні засоби автоматизації [Текст] : навч. посіб. / М. І. Когутяк. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ Факел, 2015. – 212 с.

9. Семенцов Г. Н., Горбійчук М. І., Жуган Л. І., Чеховський С. А. Автоматизація процесів переробки нафти і газу. Львів, 1992. 268 с.

					БР.АКПз-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А1

Апроксимація V1.0.

Поліном знаменника N
 Поліном чисельника M
 Вхідне збурення Xo

Крок дискретності T
 Кількість дискрет перехідної x-ки NK

t, c	y(t)	h(t)	δ(t)
40	0,5050	0,4860	0,0190
50	0,6460	0,6370	0,0090
60	0,7470	0,7520	0,0050
70	0,8280	0,8350	0,0070
80	0,9090	0,8930	0,0160
90	0,9390	0,9320	0,0070
100	0,9590	0,9580	0,0010
110	0,9700	0,9740	0,0040
120	0,9800	0,9850	0,0050
130	0,9900	0,9910	0,0010
140	0,9900	0,9950	0,0050
150	1,0000	0,9970	0,0030
160	1,0000	0,9980	0,0020
170	1,0000	0,9990	0,0010

Fi	Ai	Bi	Ui	Vi
46,518	1,0000	1,0000	-0,0478	-0,0147
761,03...	41,21...	-5,3070	-0,0478	0,0147
5240,1...	514,1...		-0,3323	0,0000
27809,...	1201,...			

Максимальна похибка DeltaMax=2,10% в точці T=30c

$$W(p) = \frac{1,000 \cdot (-5,306p^1 + 1,000)}{1201,324p^3 + 514,160p^2 + 41,211p^1 + 1,000}$$

Додаток А2

Апроксимація V1.0.
✕

Поліном знаменника N

Крок дискретності T

Поліном чисельника M

Кількість дискрет перехідної x-ки NK

Вхідне збурення Xo

t, c	y(t)	h(t)	δ(t)
0	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,5450	0,5590	0,0140
10	0,8000	0,8060	0,0060
15	0,9180	0,9140	0,0040
20	0,9640	0,9620	0,0020
25	0,9910	0,9830	0,0080
30	1,0000	0,9920	0,0080
35	<input type="text" value="1,0000"/>	0,9960	0,0040

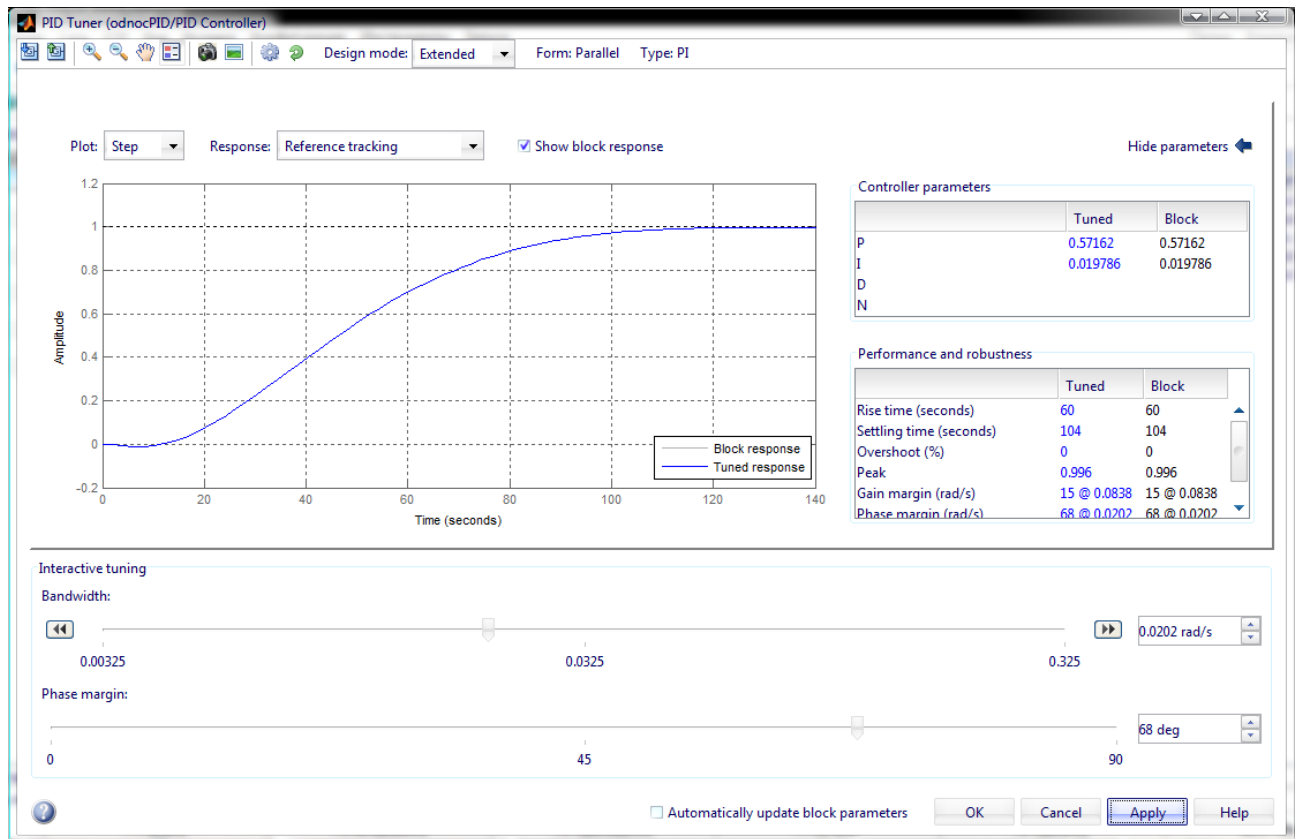
Fi	Ai	Bi	Ui	Vi
6,0933...	1,0000	1,0000	-0,1641	0,0000
	6,0933			

Максимальна похибка DeltaMax=1,40% в точці T=5c

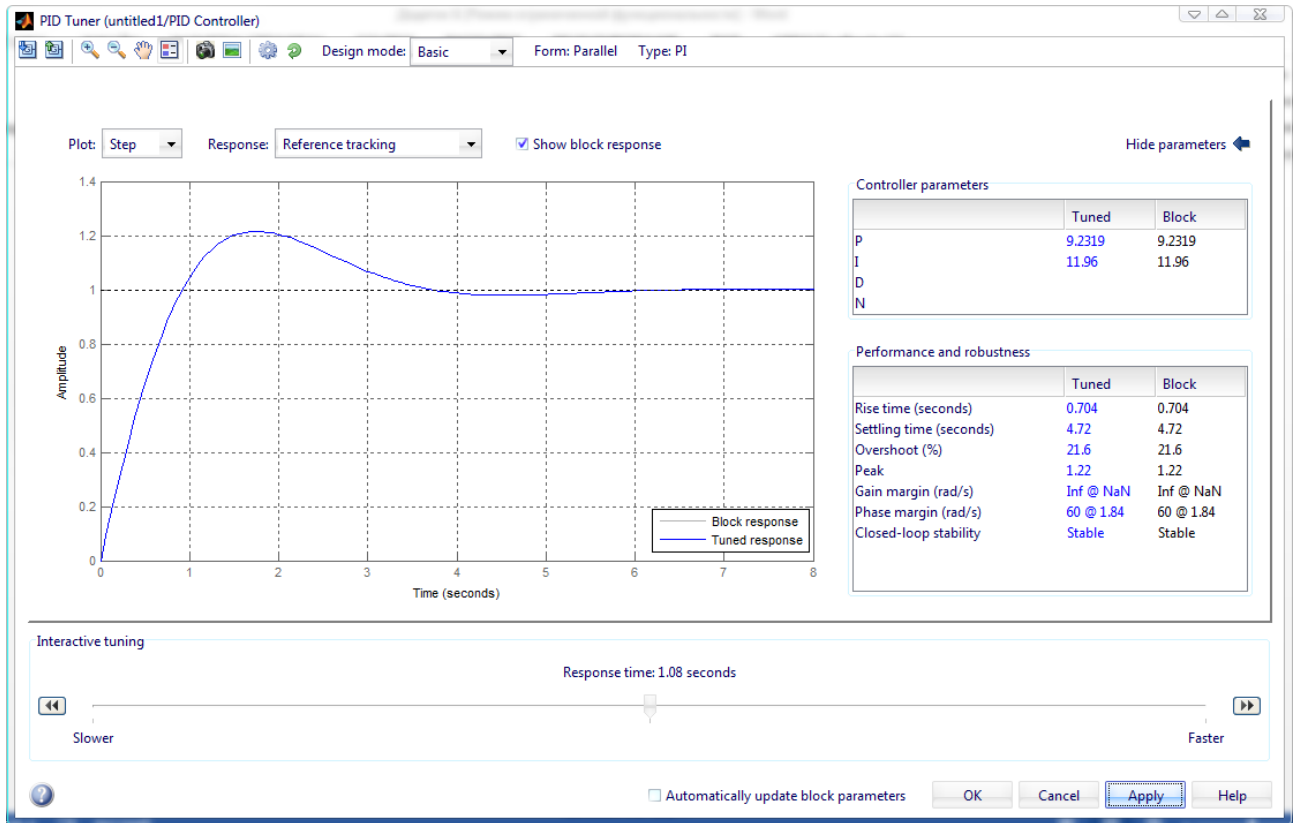
$W(p) = \frac{1}{6,093p^1 + 1,000}$

- y(t) - h(t)

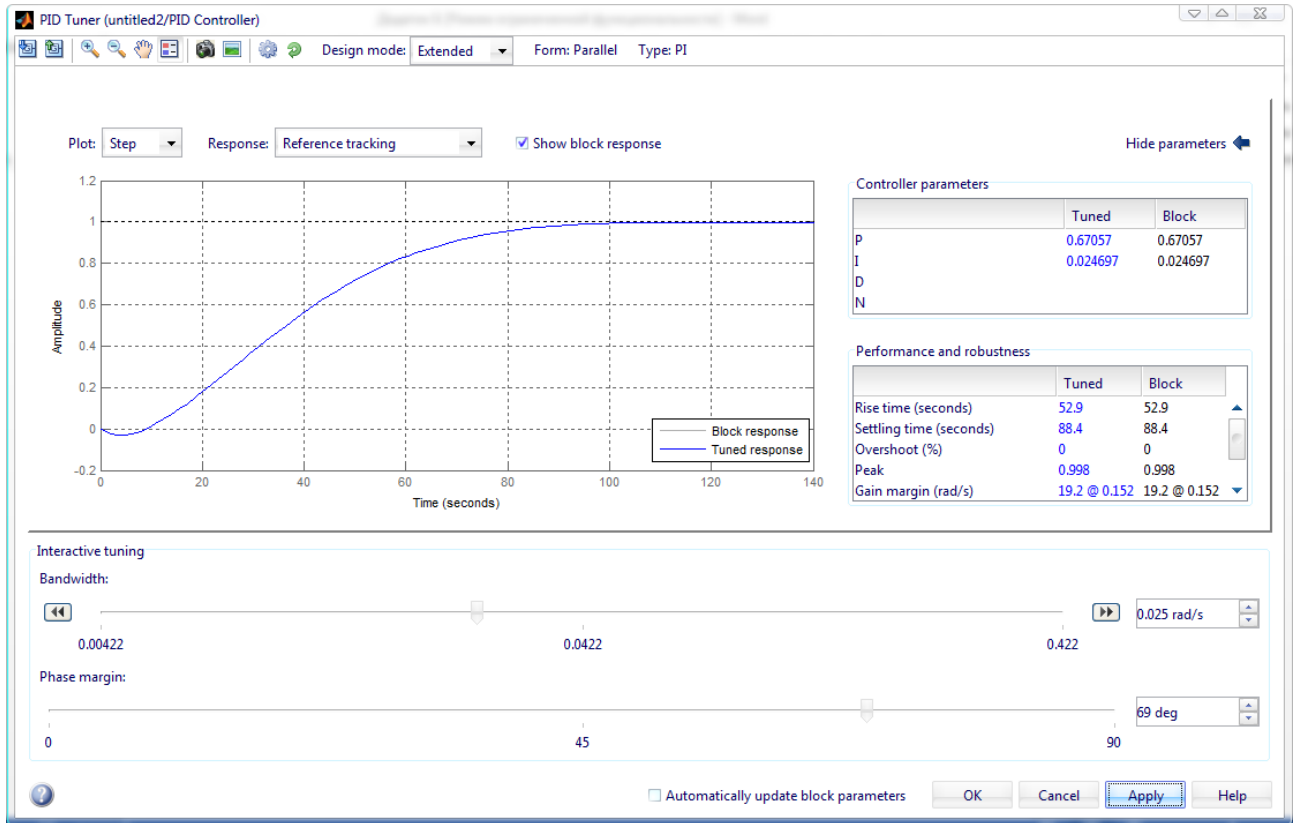
Додаток Б1



Додаток Б2



Додаток Б3

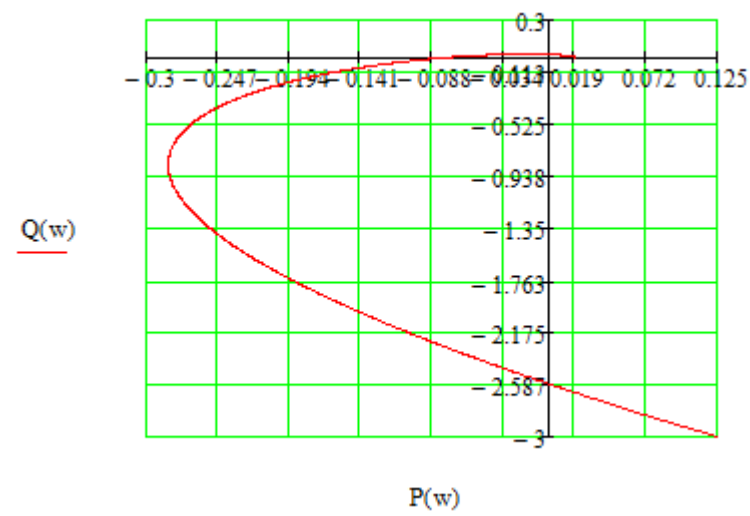
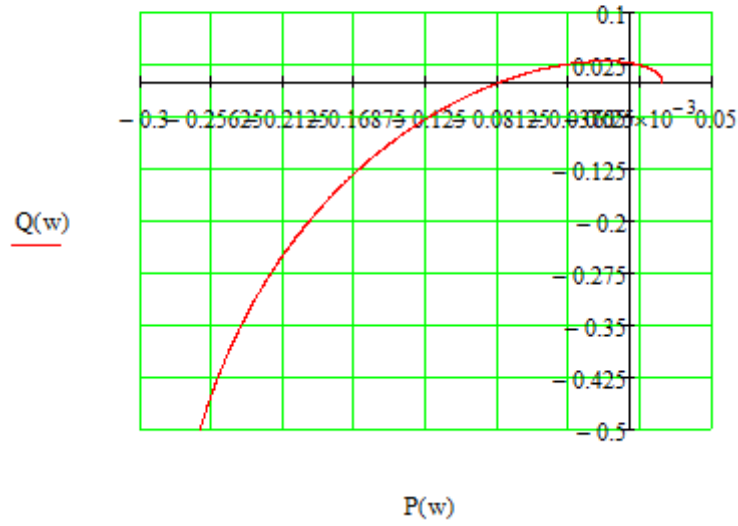


Додаток В1

$$P(w) := 1201.324w^4 - 38.178w^2 + 0.019786$$

$$Q(w) := -514.16w^3 + 1.467w$$

$$w := 0, 0.0001 \dots 30$$

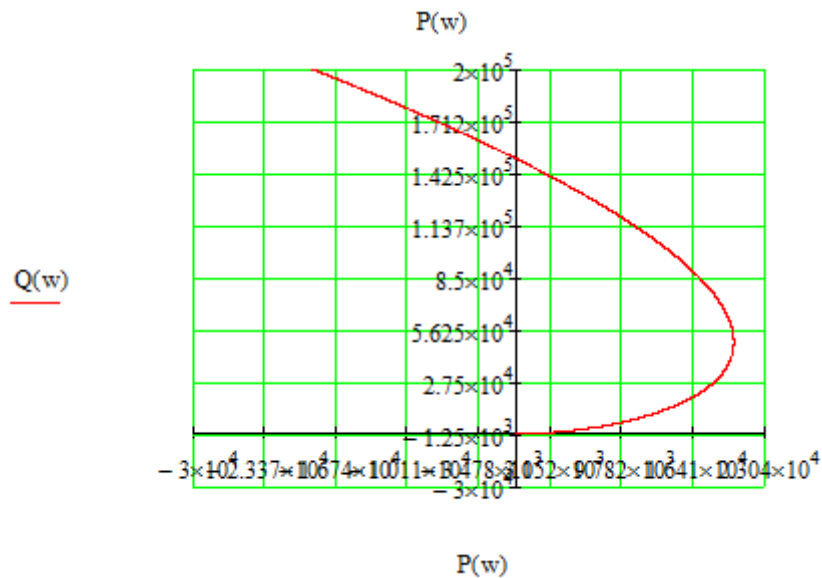
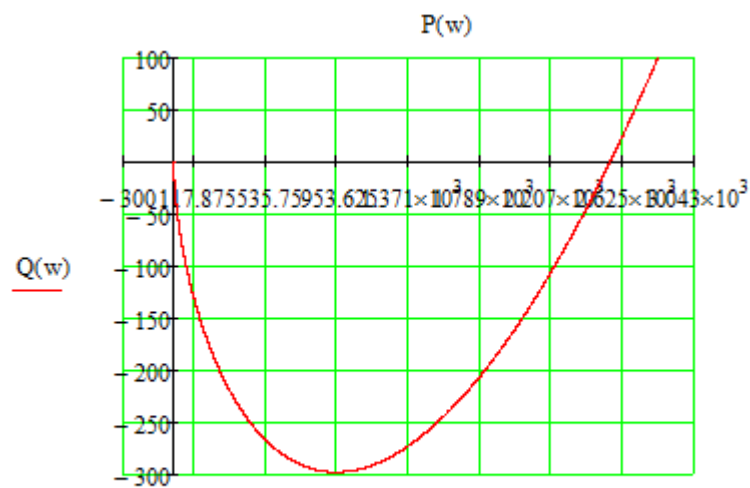
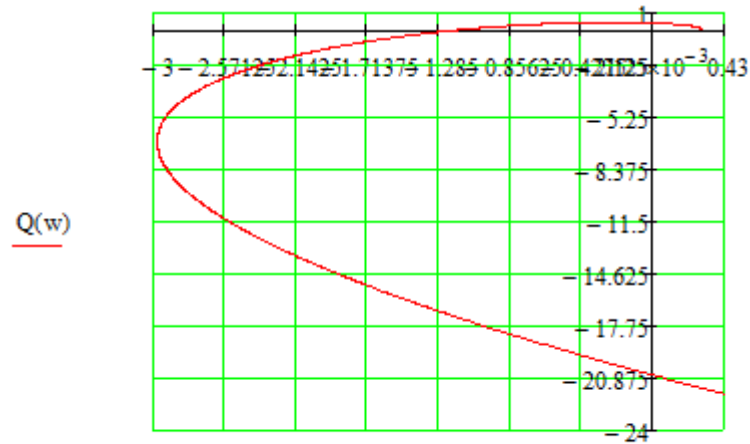


Додаток В2

$$P(w) := -7319.67 \cdot w^6 + 19679.63 \cdot w^4 - 506.25 \cdot w^2 + 0.2954$$

$$Q(w) := 15424.6w^5 - 6315.33 \cdot w^3 + 20.44 \cdot w$$

$$w := 0, 0.0001 \dots 30$$



БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення системи автоматизації бутанової колони газофракційної установки».

Обсяг пояснювальної записки: 67 аркушів.

Перелік креслень графічної частини:

1. Функціональна схема автоматизації.
2. Аналіз і синтез одноконтурної АСК.
3. Аналіз і синтез каскадної АСК.
4. Схема зовнішніх з'єднань.
5. Схема підключень.
6. Загальний вигляд щита.

Дата закінчення проекту _____

Підпис студента-дипломника _____