

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет _____ інформаційних технологій та електроніки _____
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра _____ комп'ютерно-інтегрованих систем управління _____
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту

освітній ступінь _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)
спеціальність _____ 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
(шифр і назва спеціальності)
спеціалізація _____ _____
(назва спеціалізації)

на тему: Розробка КІСУ відпарною колоною 103-Е у виробництві аміаку.

Виконав: студент групи АТП-196д _____ Б. С. Корнюшенко _____
(підпис) (ініціали і прізвище)

Керівник _____ О.І. Проказа _____
(підпис) (ініціали і прізвище)

В.о. завідувача кафедри _____ М.Г. Лорія _____
(підпис) (ініціали і прізвище)

Рецензент _____ Т. Г. Сотнікова _____
(підпис) (ініціали і прізвище)

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Навчально-науковий інститут (факультет): інформаційних технологій та електроніки
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра: комп'ютерно-інтегрованих систем управління
(повна назва кафедри)

Освітній ступінь: бакалавр
(бакалавр, магістр)

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

Спеціалізація: _____
(назва спеціалізації)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри КІСУ

М.Г. Лорія
“ ____ ” _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Корнюшенку Богдану Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка та дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи управління відпарною колоною 103-Е у виробництві аміаку.

Керівник роботи: Проказа Олена Іванівна, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджений наказом університету від “05” травня 2023 року №170/15.13

2. Строк подання роботи здобувачем: 12 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи:

3.1. Технологічний регламент виробництва аміаку.

3.2. Інструкція оператора автоматизованої системи управління та контролю.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1. Вступ.

4.2. Аналіз сучасних принципів автоматизації технологічних процесів хімічних виробництв.

4.3. Аналіз технологічного процесу у відпарній колоні 103-Е у виробництві аміаку.

4.4. Розробка математичних моделей відпарної колони.

4.5. Синтез одноконтурної системи автоматичного регулювання рівня конденсату у відпарній колоні.

4.6. Теоретичні дослідження системи автоматичного регулювання.

4.7. Розробка мнемосхеми комп'ютерно-інтегрованої системи управління (КІСУ) відпарною колоною у виробництві аміаку.

4.8. Висновки.

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

5.1. Функціональна схеми автоматизації відпарної колони у виробництві аміаку.

5.2. Математичні моделі відпарної колони.

5.3. Структурна схема одноконтурної системи автоматичного регулювання.

5.4. Графіки перехідних процесів та частотних характеристик системи автоматичного регулювання.

5.5. Мнемосхема комп'ютерно-інтегрованої системи управління відпарною колоною у виробництві аміаку.

5.6. Елементи КІСУ відпарною колоною (вікна, тренди, програми тощо).

6. Дата видачі завдання: 8 травня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної випускної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Аналіз сучасних принципів автоматизації технологічних процесів хімічних виробництв.	15.05.23	
2.	Аналіз технологічного процесу у відпарній колоні 103-Е у виробництві аміаку.	20.05.23	
3.	Розробка математичних моделей відпарної колони.	25.05.23	
4.	Синтез одноконтурної системи автоматичного регулювання.	04.06.23	
5.	Теоретичні дослідження системи автоматичного регулювання.	09.06.23	
6.	Розробка мнемосхеми комп'ютерно-інтегрованої системи управління (КІСУ) відпарною колоною у виробництві аміаку.	10.06.23	
7.	Оформлення пояснювальної записки бакалаврської дипломної роботи та підготовка презентації.	12.06.23	

Здобувач вищої освіти

_____ **Б.С. Корнюшенко**
(підпис) (ініціали і прізвище)

Керівник дипломного проєкту

_____ **О.І. Проказа**
(підпис) (ініціали і прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 54 сторінок, 31 рисунок, 2 таблиці, 9 літературних джерел.

Ключові слова: АВТОМАТИКА, КОНТРОЛЬ, ОБ'ЄКТ, СИГНАЛ, УПРАВЛІННЯ, КАНАЛ, ПРОЦЕС, ПРИЛАД, РЕЖИМ, ТЕМПЕРАТУРА, СХЕМА, ВИТРАТА, БАЛАНС, ФУНКЦІЯ, МОДЕЛЬ, МНЕМОСХЕМА.

Об'єктом розробки є система контролю відпарної колони 103-Е у виробництві аміаку

Метою дипломного проекту є розробка та дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи управління відпарною колоною 103-Е у виробництві аміаку.

Метод дослідження: теоретичний із використанням ЕОМ.

У ході виконання роботи було виконано аналіз технологічного процесу у відпарній колоні 103-Е, розробленні математичні моделі відпарної колони, проведено синтез одноконтурної системи автоматичного регулювання рівня конденсату у відпарній колоні, виконані теоретичні дослідження системи автоматичного регулювання та розроблені мнемосхеми комп'ютерно-інтегрованої системи управління відпарною колоною.

					ПД 42.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб.	Корнюшенко				Розробка комп'ютерно – інтегрованої системи управління відпарної колони 103-Е у виробництві аміаку	Літ	Аркуш	Аркушів
Перев.	Проказа О.І.						4	54
Н.Контр.						СНУ ім. В.Даля гр. АТП-19-бд		
Затв.	Лорія М.Г.							

ЗМІСТ

Реферат	4
Зміст	5
Вступ	6
Розділ 1. Аналіз сучасних принципів автоматизації технологічних процесів хімічних виробництв.	7
Розділ 2. Аналіз технологічного процесу у відпарній колоні 103-Е у виробництві аміаку.	9
Розділ 3. Розробка математичних моделей відпарної колони.....	16
Розділ 4. Синтез одноконтурної системи автоматичного регулювання рівня конденсату у відпарній колоні.....	30
Розділ 5. Теоретичні дослідження системи автоматичного регулювання.....	36
Розділ 6. Розробка мнемосхеми комп'ютерно-інтегрованої системи управління (КІСУ) відпарною колоною у виробництві аміаку.....	42
Висновки	53
Список використаної літератури	54

ВСТУП

В умовах сучасної економіки, майже для кожного виробничого підприємства, зокрема задіяних в хімічній промисловості, однією з головних цілей є зростання рентабельності, шляхом інтенсивної оптимізації виробництва.

Сучасне хімічне виробництво неможливо уявити без процесів пов'язаних високим та надвисоким тиском, великою швидкістю протікання реакції, малим діапазоном відхилень температури, вихористання токсичних, вибухо- і пожежонебезпечних речовин, тощо. У зв'язку з цим практично всі хімічні та нафтохімічні виробництва на даний момент повністю автоматизовані.

В наслідок автоматизації виробництв покращується їх продуктивність, поліпшується якість продукції, з'являється можливість впроваджувати нові технологічні процеси, зменшується собівартість виробленої продукції, тощо.

Метою даного дипломного проєкту є розробка комп'ютерно-інтегрованої системи управління відпарної колони 103-Е у виробництві аміаку і виконання теоретичного дослідження одноконтурної системи автоматичного регулювання рівня конденсату у відпарній колоні.

Основними завданнями проєкту є:

- Аналіз технологічного процесу у відпарній колоні 103-Е у виробництві аміаку;
- Розробка математичних моделей відпарної колони 103-Е;
- Синтез одноконтурної системи автоматичного регулювання рівня конденсату у відпарній колоні 103-Е;
- Розробка мнемосхеми комп'ютерно-інтегрованої системи управління (КІСУ) відпарною колоною 103-Е у виробництві аміаку.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРИНЦИПІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

В реаліях сучасної економіки, промисловість України стрімко рухається у напрямку автоматизації. Сама по собі автоматизація виробництва передбачає широке використання автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП), що являють собою систему, що складається з людини(оператора) та програмно-технічних засобів яка забезпечує вибору та реалізацію набору впливів направлених на оптимальне керування на технологічний об'єкт керування (ТОК) з метою покращення чи підтримання на відповідному рівні стану ТОК згідно з заданими критеріями керування.

ТОК—сукупність технологічного обладнання, що на ньому реалізується технологічний процес виробництва.

В якості ТОК можуть розглядатися технологічні агрегати і установки; автономні виробництва, які мають закінчений цикл; виробничий процес всього промислового підприємства, якщо керування полягає у виборі й узгодженні режимів роботи взаємопов'язаних агрегатів, діляниць і виробництв.

Сбір та обробка інформації про ТОК виконується автоматично. В АСК ТП прийняття рішень з керування і вибору впливів на об'єкт виконується в режимі реального часу.

Невід'ємною частиною АСК ТП є використання програмно-технічних засобів (ПТК), що є сукупністю засобів вимірювальної та обчислювальної техніки, програмного забезпечення з метою створення та заповнення машинної інформаційної бази та вибору керуючих впливів для забезпечення належної роботи АСК ТП. До складу ПТК входять вимірюючі, перетворювачі, виконуючі механізми, щити керування, обслуговуючий персонал, тощо.

До складу однієї АСК ТП можуть входити декілька автономних ПТК маючи при цьому засоби взаємодії з між собою.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Інформація про ТОК приходить в ПТК від засобів вимірювання у вигляді сигналів струму, напруги, часо-імпульсних сигналів, частотних, дискретних сигналів, тощо.

Інформація про поточний стан технологічного процесу поступає до керуючої систем де порівнюється з моделлю об'єкта з подальшим аналізом для приймають рішення, щодо керування.

До найбільш складних і довершених відносяться адаптивні системи керування. У них керуючий вплив, або алгоритми керування, змінюються автоматично і цілеспрямовано для забезпечення кращого керування об'єктом. При цьому характеристики об'єкта керування або впливу навколишнього середовища можуть змінюватися по заздалегідь невідомим законам.

Електронно обчислювальні машини (ЕОМ), які використовуються для контролю та керування виробничими процесами (в тому числі й для безпосереднього цифрового керування), відносяться до класу керуючих обчислюючих машин (КОМ), на базі яких будуються керуючі обчислювальні комплекси технічних та програмних засобів. ЕОМ, які використовуються в основному для збору, обробки, контролю і представлення інформації оператору, відносяться до класу інформаційних обчислювальних машин (ІОМ), на базі яких будуються інформаційно-обчислювальні комплекси технічних та програмних засобів (ІОК).

Протягом останніх років питання технічного рівня та якості інструментів та вдосконаленої технології зросли. Системи автоматики, які працюють локально на об'єкті, об'єднуються в автоматизований комплекс систем, створюється автоматичний процес керування технологічним процесом. Звичайне керування системою у порівнянні з сучасними автоматизованими методами немає тих оптимальних налагоджувальних для кращого ведення процесу виробництва, замість ручного керування займає місце оптимальне машинне управління. Системи обчислювання, які побудовані на базі сучасних електричних обчислювальних машин – це основний технологічний засіб керування виробництвом та процесом. Коли ведеться керування виробництвом: у

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

промисловій галузі, будівничий галузі, масово застосовуються системи та елементи електронної автоматики, з їхньою допомогою приймаються та переробляються сигнали з різних вимірювальних пристроїв проходячи певні алгоритми та можливі впливи оператора, сигнали надходять до виконавчих органів.

Системи автоматики такі як давачі первинного сигналу та автоматична електронна обчислювальна машина мають різні величини сигналів відносно виходу та входу. Електроавтоматика та її системи, маються на увазі підсилювачі – електронні, напівпровідникові підсилювачі, працюючі за магнітним принципом, а також пристрої, які здійснюють автоматичне регулювання, які перетворюють сигнал, мають на своїх входах та виходах різні значення однієї величини.

Системи автоматики, компоненти та елементи мають відмінності за фізичними властивостями, за методом роботи, схематично, конструкційно, тощо... Елемент (ланка, блок) – це конструктивно не складний сегмент, який виконує деяку певну операцію, обробку, з сигналом, тобто: управління, виправлення, перетворення, розподіл та зберігання. Електроавтоматична система – згуртування електронного автоматичного пристрою, та об'єкту керування, які між собою мають взаємодію.

Електроавтоматичні системи та пристрої, виконують завдання: блокування, сигналізація, контроль, автоматичне керування та захист. Придатність продукції та вірне протікання тех. процесу, а також, забезпечення надійної та безаварійної праці обладнання визначають прибори автоматичного контролю.

Прибори сигналізації перетворюють сигнали, використовувані в автоматичних системах, для сприймання людиною. Цими сигналами – є горіння лампи, горіння стрілок на приладах, горіння на цифрових панелях, електропневматичних індикаторів, також присутні звукові сигнали, такі як сирена, дзвоник, гудок. Сигналізація ще часто супроводжується автоматичним звітом за допомогою реєструю чого обладнання на папері, ще може звітувати

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

на магнітну стрічку. Прибори, які виконують дії блокування та захисту, запобігають невірному порядку роботи електроавтоматичних засобів, або тех. процесу та забезпечують вимикання відповідного обладнання при режимах роботи, які не відповідають нормі.

На цей час існують багато різноманітних пристроїв захисту та блокування. Що до електричних пристроїв, там масово використовуються автоматичні вимикачі та спеціальні запобіжники, які переривають подачу струму в мережу, при перевантаженні. На підприємстві за для запобігання підвищенню тиску в колоні, зниження рівня можуть використовувати баки та інші технологічні апарати. Також на підприємствах використовують різні блокування на основі дискретних дій, це сприяє захисту від неправильного порядку роботи технологічного обладнання, а обслуговуючий персонал від травм. На підприємстві, висока надійність роботи – це є основною вимогою до пристроїв захисту та блокування. За для того, щоб визначити бажаний рух процесу в об'єкті керування, всі системи електроавтоматичних пристроїв працюють за командами персоналу, що обслуговує устаткування, за заданою програмою, або ж автоматично, в залежності від значення яких не будь параметрів.

Щоб досягти постановлене завдання керування, системи електроавтоматичного устаткування впливають на об'єкт керування. Це може робитися зміною кількості речовин, які поступають за рахунок продуктивності апарату, або за рахунок дроселювання потоку. Від теплоносія залежить кількість теплоти, що передається, це може залежити ще і від палива, кількості речовини, від напрямку надходження потоку, чи частоти обертання приводу механізму постачання речовини, періодичності вмикання та вимикання апаратів...

Автоматичний електропривод – це важливий різновид електроавтоматики, як і електромагнітні та електронні прибори автоматики.

На сьогодні складних вимірювань потребують сучасні наукові дослідження, де наукові інститути і організації здійснюють постанову цих

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

завдань та виконання. Вони мають дуже кваліфікованих спеціалістів та фахівців. В ту саму чергу головна дія для всіх вимірювань - це експериментальне дослідження, її суть – це порівняння вимірюваної фізичної величини з одно іменною їй величиною, взятую за одиницю. Визначення кількісної оцінки величини, яку вимірювали, маючої вигляд деякого числа прийнятих для неї одиниць – є метою порівняння.

За помічу необхідного обладнання, які відрізняються принципами дії та складністю, здійснюється вимірювання. Це обладнання має назву – вимірювальні пристрої. Вимірювальна техніка – це деяка кількість технічних засобів, основною дією яких є вимірювання, виконання методів впровадження вимірювання і обробка їх результатів.

Із розвитком суспільства, зростали і його потреби, то ж і вимірювальна техніка дуже тісно пов'язана з цим. Сьогоднішній час можна охарактеризувати як час, де зростає швидкість розвитку науки та виробництва в промисловості. Але це неможливо без широкого застосування різноманітних вимірювань та вимірювального обладнання. Терміном, технологічні вимірювання, визначається областю техніки, що вимірює, яка об'єднує в собі пристрої, що вимірюють та вимірювальні методи, які використовують в технологічних процесах.

Вимірювальні параметри, які включені до технологічних вимірювань, дуже відрізняються для різних промислових галузей, та дуже залежать від самого технологічного процесу.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

Відпарна колона 103-Е представляє собою вертикальний циліндричний апарат, яка всередині оснащена насадками – металеві кільця «Паля», три шари. Насадки покладені на опорні ґратки, низ яких є розподільниками газового та рідинного потоків. Зверху на насадку покладені та закріплені притискні решітки. Над верхнім шаром насадки розташоване розподільний пристрій.

Функціонування відпарної колони 103-Е забезпечується роботою теплообмінника 190-С, кип'ятильника 170-С та сепаратора 150-Ф. Схематично відпарна колона наведена на рис 2.1. Забезпечення нормального режиму роботи відпарної колони виконується стабілізацією рівня та температури конденсату в кубі колони, тиску парів води, збагачених аміаком та діоксидом вуглецю. Окрім того для ефективної роботи колони необхідно контролювати наступні параметри: температуру та тиск конденсату на вході колони, перепад тиску за висотою колони, температуру парів води на виході, масова концентрація аміаку в газовому конденсаті.

Установка працює в такий спосіб. Свіжий розчин (розчин, що потрапляє на у відпарну колону) витратою F_p з температурою T_p потрапляє в кубову частину колони.

Конденсат, що виділився при охолодженні газу відокремлюється в сепараторі 150-Ф і направляється в відпарної колони 103-Е.

Розчин, що стікає в куб колони, утворює рівень L . З кубової частини розчин насосом (показано на рисунку 2.1) прокачується через кип'ятильник 190-С. Тепло від теплоносія в кип'ятильнику 190-С передається до рідини за рахунок чого забезпечується її кипіння.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

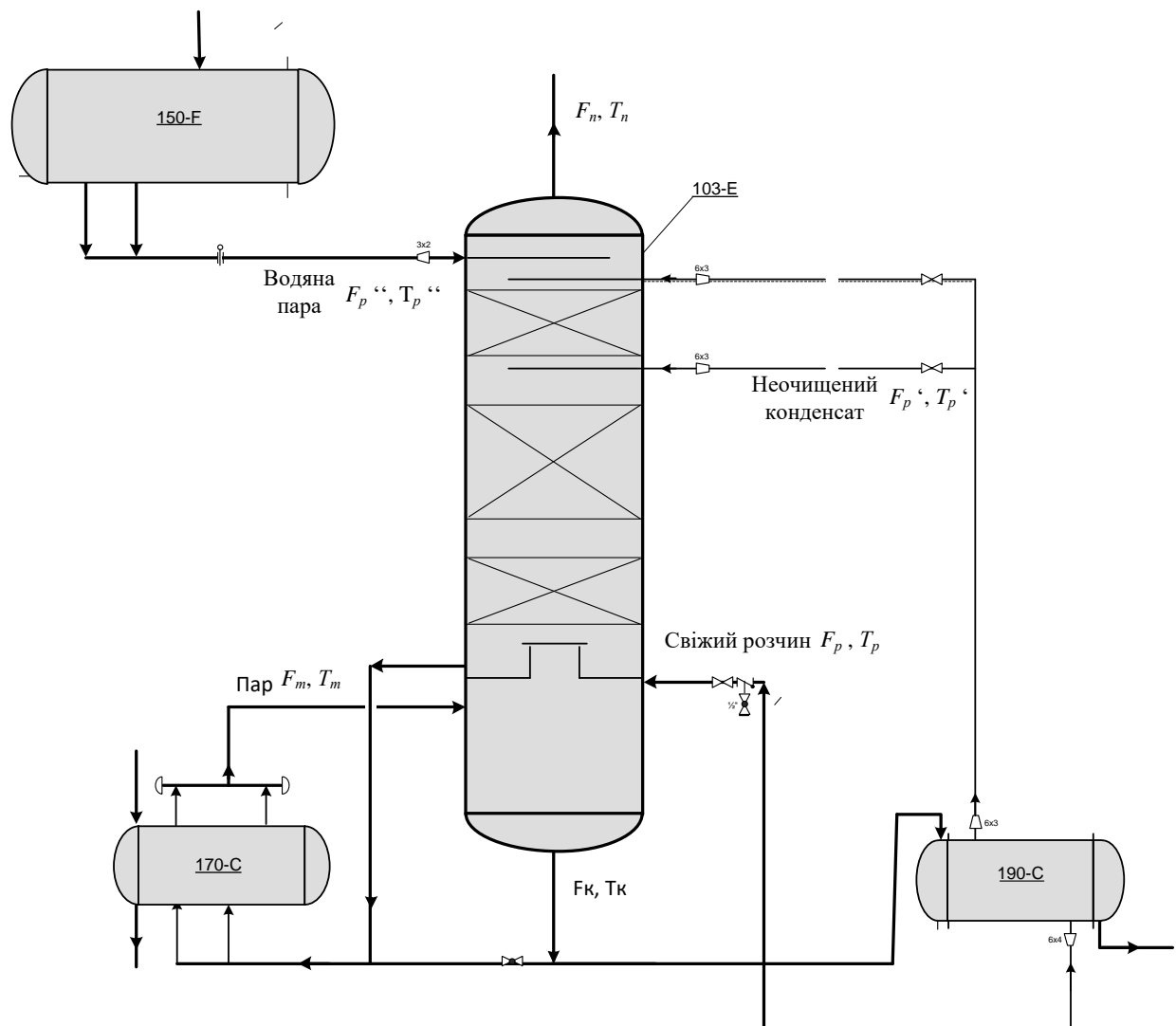


Рис 2.1 - Схема відпарної колони (103-Е- відпарна колона; 170-С— кип'ятильник; 190-С — теплообмінника; 150-Е — сепаратора)

З точки зору аналізу процесу як об'єкта керування відпарна колона є складним об'єктом керування. До вихідних слід віднести такі параметри: температуру в колоні T , рівень у кубовій частині ректифікаційної колони L та тиск P .

Розглянемо структурно-логічну схему для відпарної колони як об'єкта керування зображену на рисунку 2.2.

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

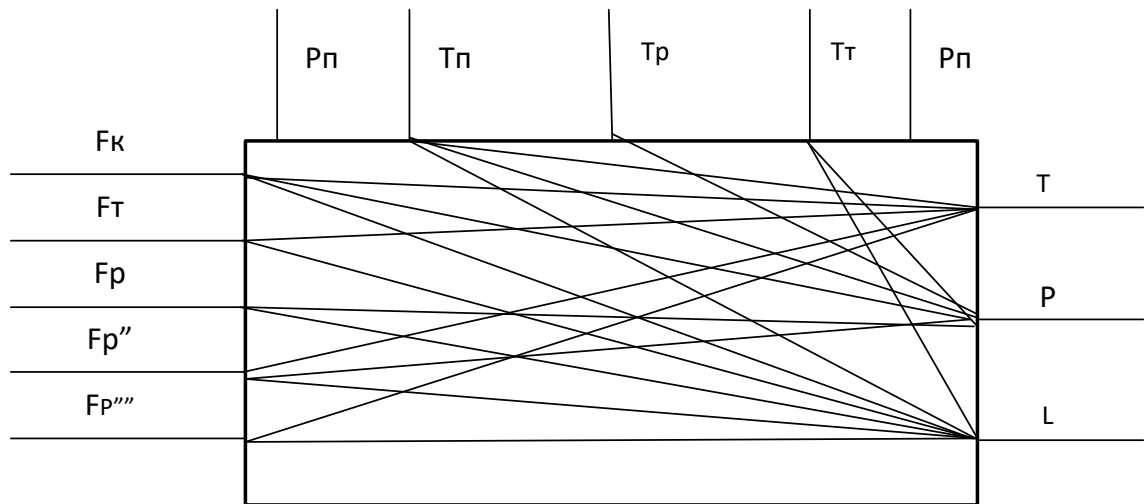


Рис. 2.2 - Структурно-логічна схема відпарної колони

Температура T кипіння справляє сильний вплив на рівень рідини L і тиск P , рівень може спричинити зміну тиску P і мало впливає на температуру T . Зміна тиску сильно впливає на рівень та температуру кипіння.

Для забезпечення нормального режиму роботи відпарної колони необхідно контролювати такі параметри дивись таблиця 2.1:

- Температура конденсату на вході колони;
- Тиск конденсату на вході;
- Тиск в колоні;
- Рівень в кубі;
- Рівень;
- Перепад тиску;
- Температура в кубі;
- Масова витрата пару колони;
- Тиск конденсату на виході;
- Температура парогазової суміші на виході;
- Масова концентрація аміаку в газовому конденсаті (вхід в 103-Е).

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.1.

Параметр, Який регулюється та позиція КІПіА	Норми	Діапазон допустимих значень приладів	Похибка вимірювання параметра	Методика вимірювання
Температура конденсата на вході, °С TG-22	Не менше 125	Не менше 125	± 4	Термометр ДИ от 0 до 200 КТ ± 2 %
Тиск конденсату на вході, МПа(кгс/см ²) PG-32	Не більше 0,26 (2,6)	Не більше 0,26 (2,6)	$\pm 0,01$ ($\pm 0,1$)	Манометр ДИ от 0 до 4 кгс/см ² КТ $\pm 2,5$ %
Тиск в колонні МПа(кгс/см ²) PG-134	Не більше 0,21 (2,1)	Не більше 0,21 (2,1)	($\pm 0,1$)	Манометр ДИ от 0 до 4 кгс/см ² КТ $\pm 2,5$ %
Рівень в кубе, мм LIA-11	350- 510	350-510	$\pm 19,4$	1.Рівнемір пневматичний, ТИП-782 КТ $\pm 1,5$ % 2.Претворювач NOX –120 КТ $\pm 0,25$ % 3.Вторинний прилад SWM- 120 ДИ от 0 до 700 КТ $\pm 1,5$ %
Рівень, мм LISA-11	350- 510	350-510	$\pm 19,4$	Регулятор ТИП-782 ДИ от 0 до 100% (от 0 до 700 мм)

продовження таблиці 2.1

Перепад тиску, кПа(кгс/см ²) Pd-50	Не більше 5 (0,05)	Не більше 5 (0,05)	±0,01 (± 0,001)	Дифманометр J-237X ₁ ДИ от 0 до 0,1 кгс/см ² КТ ± 1 %
LISA-11H	510			Сигнальная лампа
Температура в кубі, °С ТІ-3-3	Не більше 133	Не більше 133	± 3,6	1.Термопара СС КТ ± 0,77 % 2.Потенциометр Е10N5 ДИ от минус 50 до плюс 250 КТ± 0,5
Масова витрата пара в колону, т/год FІ-25	Не більше 5,0	Не більше 5,0	± 0,12	1.Диафрагма 2.Дифманометр с пневмовиходом КДР-11Z КТ ± 0,5 % 3.Вториний прилад МТ-100 ДИ-от 0 до 6 КТ ± 1,5 %
Тиск конденсата на виході, МПа(кгс/см ²) PG-36	Не більше 0,21 (2,1)	Не більше 0,21 (2,1)	±0,01 (± 0,1)	Манометр ДИ от 0 до 4 кгс/см ² КТ ± 2,5 %
Температура парогазової маси на виході, °С ТІ-3-4	Не більше 131	Не більше 131	±3,6	1.Термопара СС КТ±0,77 % 2.Потенциометр Е10N5. ДИ от минус 50 до 250 КТ ± 0,5 %

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ПД.42.01.ПЗ

Арк.

16

Масова концентрація аміака в газозовом конденсаті (вхід в 103-Е), мг/дм ³ Аналізована точка S-31	Не більше 2000			Титриметричний метод, методична інструкція №0-218
---	-------------------	--	--	--

В реальних технологічних процесах відпарна колона не є першим апаратом технологічної схеми, тому, як правило, немає можливості регулювати зміну витрати $F_{кд}$ конденсату на вході, що потрапляє в колону. Зміна витрати свіжого розчину впливає на концентрацію конденсату у кубовому розчині. Ця витрата є найбільшим збуренням (навантаженням), що діє на установку.

Температуру у колоні T_k регулюють зміною витрати теплоносія P_m , яка є вхідною регулюючою координатою.

Вихідні параметри, які підлягають стабілізації:

1. температура в колоні T ;
2. тиск P колони;
3. рівень L кубового залишку у колоні.

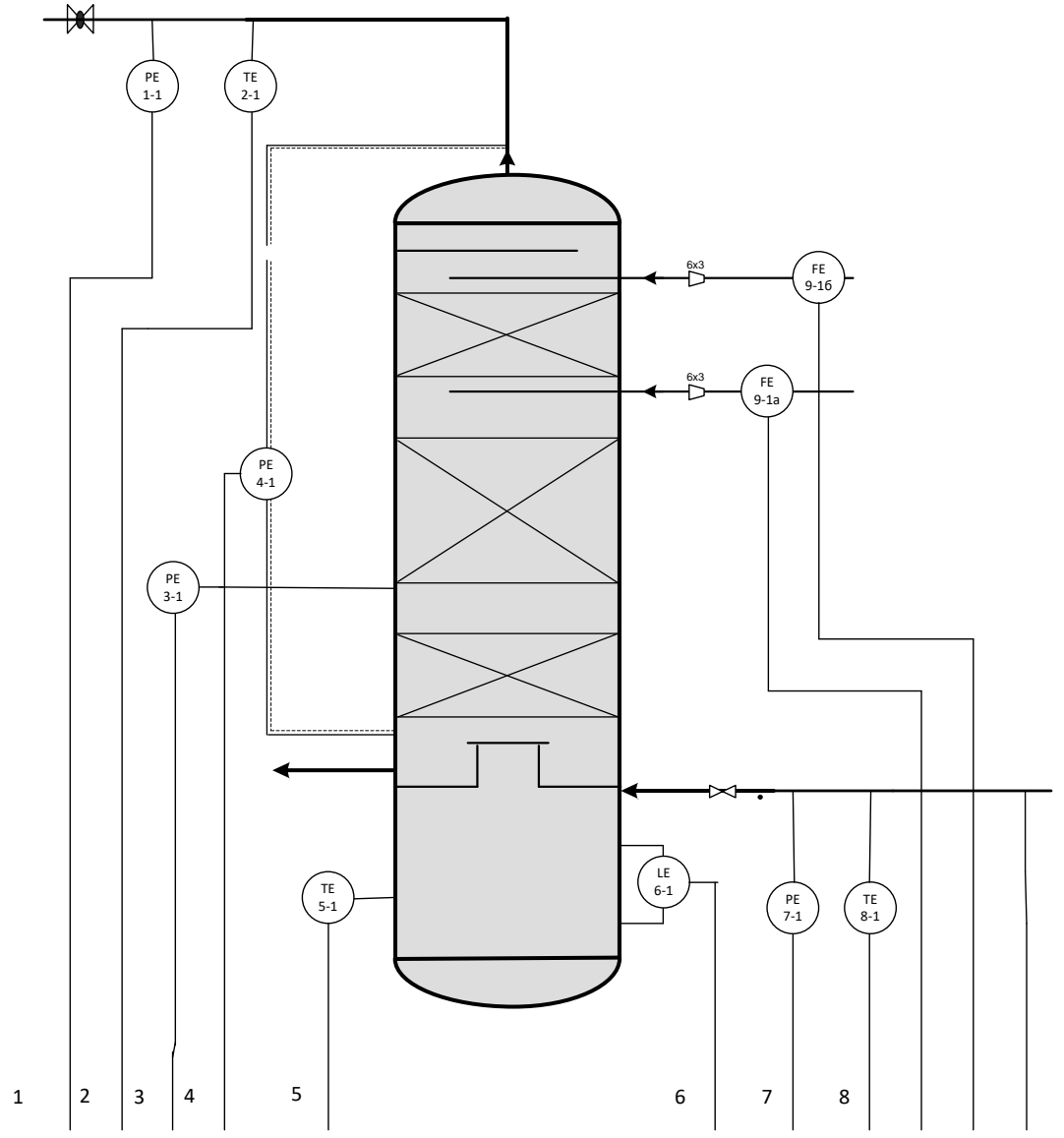
Вхідними параметрами будуть: витрати теплоносія F_T , свіжого розчину F_p , флегми F_f , пари із закріплюючої частини F_p , кубового залишку F_k та холодноносія F_x .

Вихідними параметрами будуть: витрати теплоносія F_T , свіжого розчину F_p , флегми F_f , пари із закріплюючої частини F_p , кубового залишку F_k та холодноносія F_x .

Збуреннями є зміна витрат вхідних параметрів, температури $T_{кд}$ вхідного конденсату, а також зміна властивостей теплопередаючих поверхонь, зміна температури навколишнього середовища та інші.

Функціональну схему відпарної колони представлена на рисунку 2.3.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прилади місцеві			PT 3-2	PT 4-2			PT 7-2	TT 8-2	FT 9-2	QT 10-1
Щит місцевий	PIR 1-2									
ЦПУ		TY 2-2 TIR 2-3			TY 5-2 TIR 5-3		LY 6-2 LIR 6-3			

Рис. 2.3 Функціональна схема відпарної колони

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ПД.42.01.ПЗ

Арк.

18

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВІДПАРНОЇ КОЛОНИ

Для розробки математичних моделей відпарної колони необхідні рівняння матеріального та теплового балансу. В загальному випадку має три вихідні параметри. Отже, для її дослідження необхідно скласти наступні рівняння:

Для подальшого дослідження необхідно врахувати, що

$$V = LS \quad (3.1)$$

$$F_k = \alpha_k S_k \sqrt{2gL} \quad (3.2)$$

$$F_n = \frac{\alpha_n S_n}{\sqrt{RT}} CP \quad (3.3)$$

1. Розрахуємо рівняння матеріального балансу:

$$dm_g + dm_p = dm_v + dm_n + dm_k \quad (3.4)$$

Маса речовини, яка випарюється:

$$dm_g = F_g dt \quad (3.5)$$

Маса свіжого розчину:

$$dm_p = F_p dt \quad (3.6)$$

Маса парів:

$$dm_v = V_n dp_n \quad (3.7)$$

Маса парів, які відбираються з верхньої частини:

$$dm_n = F_n dt \quad (3.8)$$

Маса упареного розчину, що призводить до зміни рівня рідини:

$$dm_{\kappa} = F_{\kappa} dt \quad (3.9)$$

Враховуючи ці рівняння, маємо:

$$F_e dt + F_p dt = V_n d\rho_n + F_n dt + F_{\kappa} dt \quad (3.10)$$

Оскільки витрати F_c є регулюючою величиною рівня L , то кількість свіжого розчину, яка надходить в установку, дорівнює кількості упареного розчину і пари, тобто можна записати, що

$$F_p = F_c + F_e \quad (3.11)$$

де F_e – витрати розчинника з парою.

$$F_c = \alpha_p S_p \sqrt{2gL} \quad (3.12)$$

Витрати пари, які створюються у процесі кипіння розчину,

$$F_B = \frac{rF_T - F_p C_p T_p}{C_p T_p + C_K T} \quad (3.13)$$

де r – теплота фазового переходу; F_T – витрати теплоносія; C_p, C_K – теплоємності відповідно свіжого розчину та упареного.

Витрати вторинної пари зв'язані з тиском подальшою залежністю

$$F_n = \frac{\alpha_n S_n C_g}{\sqrt{gRT}} P \quad (3.14)$$

Отримаємо математичну модель установки для тиску. Рівняння матеріального балансу (3.10) перепишемо у вигляді:

$$V_n \frac{d\rho_n}{dt} + F_n = F_e + F_p - F_{\kappa} \quad (3.15)$$

Рівняння матеріального балансу (3.12) запишемо у наступному вигляді використавши (3.13), (3.14), (3.15) отримаємо:

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$\frac{V_n}{RT} - \frac{d\rho_n}{dt} + \frac{g\alpha_n S_n C}{\sqrt{gRT}} P = \frac{rF_\tau - F_p C_p T_p}{C_p T_p + C_k T_0} \alpha_p S_p \sqrt{2gL} + F_p \quad (3.16)$$

Запишемо рівняння (3.15) у відносній формі, для чого введемо подальші позначення:

$$y_1 = \frac{\Delta P}{P_0}; y_2 = \frac{\Delta L}{L_0}; y_3 = \frac{\Delta T}{T_0}; y_4 = \frac{\Delta Q}{Q_0} \quad x_1 = \frac{\Delta F}{F_{T_0}}; z_1 = \frac{\Delta Q_p}{Q_{p_0}}; z_2 = \frac{\Delta F_p}{F_{p_0}}; z_3 = \frac{\Delta S_p}{S_{p_0}}; z_4 = \frac{\Delta S_n}{S_{n_0}}; z_5 = \frac{\Delta T}{T_{P_0}}; \quad (3.17)$$

Тоді отримуємо лінеаризовану математичну модель установки для тиску:

$$\begin{aligned} \frac{V_n}{RT_0} \frac{d\Delta P}{dt} + \frac{g\alpha_n S_{n_0} C P_0}{\sqrt{gRT_0}} \left(\frac{\Delta P}{P_0}\right) &= \left(1 - \frac{C_p T_{p_0}}{C_p T_{p_0} + C_k T_0}\right) \Delta F_p + \left(1 - \frac{C_p' T'_{p_0}}{C_p' T'_{p_0} + C_k T_0}\right) \\ + \Delta F'_p + \left(1 - \frac{C''_p T''_{p_0}}{C''_p T''_{p_0} + C_k T_0}\right) \Delta F''_p + \frac{rF_{T_0}}{C_p T_{p_0} + C_k T_0} \left(\frac{\Delta F_\tau}{F_{T_0}}\right) \\ - \left[\frac{g\alpha_n S_{n_0} C P_0}{2\sqrt{gRT_0}} + \frac{(rF_{T_0} - F_{p_0} C_p T_{p_0}) C_k T_{p_0}}{(C_p T_{p_0} + C_k T_0)^2} \right] \left(\frac{\Delta T}{T}\right) - \end{aligned} \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned} &\left[\frac{F_{p_0} C_p T_{p_0}}{C_p T_{p_0} + C_k T_0} + \frac{(rF_{T_0} - F_{p_0} C_p T_{p_0}) C_p T_{p_0}}{(C_p T_{p_0} + C_k T_0)^2} \right] \left(\frac{\Delta T_p}{T_{p_0}}\right) - \\ &\left[\frac{F'_{p_0} C'_p T'_{p_0}}{C'_p T'_{p_0} + C_k T_0} + \frac{(rF_{T_0} - F_{p_0} C'_p T'_{p_0}) C_p T_{p_0}}{(C_p T_{p_0} + C_k T_0)^2} \right] \left(\frac{\Delta T'_p}{T'_{p_0}}\right) - \\ &\left[\frac{F''_{p_0} C''_p T''_{p_0}}{C''_p T''_{p_0} + C_k T_0} + \frac{(rF''_{T_0} - F''_{p_0} C_p T''_{p_0}) C_p T''_{p_0}}{(C''_p T''_{p_0} + C_k T_0)^2} \right] \left(\frac{\Delta T''_p}{T''_{p_0}}\right) - \alpha_p S_{p_0} \sqrt{2gL_0} \left(\frac{\Delta L}{L_0}\right) - \\ &- \frac{g\alpha_n S_{n_0} C P_0}{\sqrt{gRT_0}} \left(\frac{\Delta S_n}{S_{n_0}}\right) \end{aligned}$$

Запишемо рівняння (3.18) у відносній формі, внаслідок чого маємо

$$\tau' \frac{dy_1}{dt} + y_1 = K_1 x_1 + K_2 z_1 + K_3 z_2 + K_4 z_3 + K_5 z_4 + K_6 z_5 + K_7 z_6 + K_8 y_3 + K_9 y_4 \quad (3.19)$$

Де стала часу:

$$\tau' = \frac{\delta V_0}{F_{C_0}} \quad (3.20)$$

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

А коефіцієнти дорівнюють:

$$K_1 = \frac{rF_{T0}}{F_{C0}(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \quad (3.21)$$

$$K_2 = \left(1 + \frac{(rF_{T0} - F_{p0} C_p T_{p0}) p_c}{(C_p T_{p0} + C_k T_0) p_p F_c} + \frac{F_{p0}}{F_{n0}} \right) \frac{Q_{p0}}{Q_0} \quad (3.22)$$

$$K_3 = \frac{F_{p0} C_p T_{p0} Q_{p0}}{F_{C0} \rho_p Q_0 (C_p T_{p0} + C_k T_0)} \quad (3.23)$$

$$K_4 = \frac{Q_{p0} - Q_0}{Q_0} \quad (3.24)$$

$$K_5 = \frac{F_{n0}}{F_{C0}} \quad (3.25)$$

$$K_6 = \frac{F_{p0} C_p T_{p0} Q_{p0}}{F_{C0} \rho_p Q_0 (C_p T_{p0} + C_k T_0)} \left(1 + \frac{C_p T_{p0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \right) \quad (3.26)$$

$$K_7 = \frac{(rF_{T0} - F_{p0} C_p T_{p0}) C_p T_{p0}}{F_{C0} \rho_p (C_p T_{p0} + C_k T_0)} - \frac{g \alpha_n S_{n0} C P_0}{2 F_{C0} \sqrt{g R T_0}} \quad (3.27)$$

$$K_8 = 0,5 \frac{Q_{p0} - Q_0}{Q_0} \quad (3.28)$$

$$K_9 = \frac{g \alpha_n S_{n0} C P_0 Q_{p0} P_0}{F_{C0} Q_0 \sqrt{g R T_0}} \quad (3.29)$$

2. Рівняння матеріального балансу за рівнем:

$$dm_p = dm_v + dm_k + dm_n + dm_\delta \quad (3.30)$$

Масові витрати потоку рідини, яка надходить в установку:

$$dm_p = F_p dt \quad (3.31)$$

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Густина рідини упареного розчину:

$$dm_v = \rho S dL \quad (3.32)$$

Маса продукту, яка виходить із установки:

$$dm_k = \alpha_k S_k \sqrt{2gL} dt \quad (3.33)$$

Із рівнянь (3.18) – (3.20) отримаємо:

$$F_p dt = \rho S dL + \alpha_k S_k \sqrt{2gL} dt - + \frac{\alpha_n S_n}{\sqrt{RT}} CP dt + F_\delta dt \quad (3.34)$$

Рівняння матеріального балансу (3.35) запишемо у вигляді:

$$dm_\delta + dm_p = dm_v + dm_k + dm_n \quad (3.35)$$

Рівняння матеріального балансу за рівнем. Дамо відхилення змінним параметрам: $T, L, P, S_p, S_n, F_p, F_T, T_p$. Після відповідного перемноження, знехтування складовими малого ступеня, а також вилучення рівняння статички отримуємо:

$$\begin{aligned} \rho_p S \frac{d\Delta L}{dt} + \alpha_p S_{p0} \sqrt{2gL_0} \left(\frac{\Delta L}{L_0} \right) = \\ \Delta F_p - \alpha_p \sqrt{2gL_0} \left(\frac{\Delta S_p}{S_{p0}} \right) - \frac{rF_{T0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \left(\frac{\Delta F}{F_{T0}} \right) + \frac{F_{p0} C_p T_{p0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \left(\frac{\Delta F_p}{F_{p0}} \right) + \\ \frac{(rF_{T0} - F_{p0} C_p T_{p0}) C_k T_0}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)^2} \left(\frac{\Delta T}{T_0} \right) + \left[\frac{F_{p0} C_p T_{p0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} + \frac{(rF_{T0} - F_{p0} C_p T_{p0}) C_k T_0}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)^2} \right] \left(\frac{\Delta T_p}{T_{p0}} \right) \\ - \frac{g \alpha_n S_{n0} CP_0}{\sqrt{gRT_0}} \left(\frac{\Delta P}{P_0} \right) - \frac{g \alpha_n S_{n0} CP_0}{\sqrt{gRT_0}} \left(\frac{\Delta S_n}{S_{n0}} \right) + \frac{g \alpha_n S_{n0} CP_0}{2\sqrt{gRT_0}} \left(\frac{\Delta T}{T_0} \right) \end{aligned} \quad (3.36)$$

Запишемо рівняння (3.36) у відносній формі, внаслідок чого маємо

$$\tau''' \frac{dy_3}{dt} + y_3 = K_{17} x_1 + K_{18} z_2 + K_{19} z_3 + K_{20} z_4 + K_{21} z_5 - K_{22} y_2 + K_{23} y_4 \quad (3.37)$$

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Де стала часу:

$$\tau''' = \frac{2\rho SL_0 \delta}{F_{c0}} \quad (3.38)$$

А коефіцієнти дорівнюють:

$$K_{18} = \frac{2F_{p0}}{F_{c0}} \left(1 + \frac{C_p T_{p0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \right) \quad (3.39)$$

$$K_{19} = 2 \quad (3.40)$$

$$K_{20} = \frac{2F_{n0}}{F_{c0}} \quad (3.41)$$

$$K_{21} = \frac{(rF_{T0} - F_{p0} C_p T_{p0}) C_p T_{p0}}{0,5 F_{c0} (C_p T_{p0} + C_k T_0)^2} \quad (3.42)$$

$$K_{22} = \frac{(rF_{T0} - F_{p0} C_p T_{p0}) C_p T_{p0}}{0,5 F_{c0} (C_p T_{p0} + C_k T_0)^2} + \frac{g \alpha_n S_{n0} C P_0}{F_{c0} \sqrt{g R T_0}} \quad (3.43)$$

$$K_{23} = \frac{2g \alpha_n S_{n0} C P_0}{F_{c0} \sqrt{g R T_0}} \quad (3.44)$$

3. Рівняння теплового балансу :

$$dq_p' + dq = dq_v + dq_n + dq_k + dq_{sm} \quad (3.45)$$

Кількість теплоти, яка надходить зі свіжим розчином:

$$dq_p' = F_p C_p T_p' dt \quad (3.46)$$

Кількість теплоти dq , яка надходить із кип'ятильника 3;

$$dq_v = m_k C_k dt \quad (3.47)$$

Кількість теплоти, яка виходить із вторинною парою:

$$dq_n = F_n C_n T dt \quad (3.48)$$

Кількість теплоти, яка виходить з упареним розчином:

$$dq_k = F_k C_k T dt \quad (3.49)$$

Кількість теплоти, яка втрачається у навколишнє середовище:

$$dq_{em} = \alpha S (T - T_0) dt \quad (3.50)$$

Враховуючи рівняння (3.23) – (3.27) отримаємо:

$$F_p C_p T_p dt + r_p F_\delta dt = \delta m_k C_k dt + F_n C_n T dt + F_c C_c T dt \quad (3.51)$$

Знайдемо математичну модель для температури кипіння розчину. Рівняння теплового балансу установки (3.22) запишемо у подальшій формі (втрати dq_{em} теплоти знехтуємо):

$$\delta m_c C_k \frac{dT}{dt} + (\alpha_p S_p \sqrt{2gL_0} C_k + \frac{\alpha_n S_n C_n P}{\sqrt{gRT}}) T = F_p C_p T_p + \Gamma_p \frac{r F_\tau - F_p C_p T_p}{C_p T_p + C_k T} \quad (3.52)$$

де r_δ – теплота фазового переходу для упареного розчину; F_δ – витрати упареного розчину із кип'ятильника; m_c – маса розчину у кубовій частині установки.

Враховуючи рівняння (3.13), (3.14), (3.15) та

$$dm_v = V_p d\rho \quad (3.53)$$

Розрахуємо лінеаризовану математичну модель за температурою. Із рівняння (3.52) видно, що температура кипіння розчину є функцією тиску парів, рівня, витрат свіжого розчину, теплоносія та ін. Зазначимо, що температура T залежить також і від густини (концентрації) упареного розчину. Для цього змінюється теплота фазового переходу r_p .

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Цей зв'язок не дуже сильний і для малих відхилень концентрації Q від номінального значення можна взяти, що $r_p = const$.

Підставивши ці відхилення у рівняння (3.54) після відповідного перемноження, знехтування складовими малого ступеня і вилучення рівняння статички отримаємо лінеаризовану математичну модель:

$$\delta m_k C_k \frac{d\Delta T}{dt} + (F_{c0} C_k + 0,5 F_{п0} C_{п} T_0 + r_p \frac{(r F_{т0} - F_{р0} C_p T_{р0}) C_k}{C_p T_{р0} + C_k T_0}) \Delta T =$$

$$\frac{r_p r}{C_p T_{р0} + C_k T_0} \Delta F_{т} - \left[\frac{r_p C_p T_{р0}}{C_p T_{р0} + C_k T_0} - C_p T_{р0} \right] \Delta F_p +$$

$$\left[F_{р0} C_p - r_p \frac{F_{р0} C_p (C_p T_{р0} + C_k T_0) + (r F_{т0} - F_{р0} C_p T_{р0}) C_p}{(C_p T_{р0} + C_k T_0)^2} \right] \Delta T_p - \quad (3.54)$$

$$F_{п0} C_{п} T_0 \Delta P - F_{c0} C_k T_0 \left(\frac{\Delta S_p}{S_{р0}} \right) + F_{п0} C_{п} T_0 \left(\frac{\Delta S_{п}}{S_{п0}} \right) + F_{c0} C_k T_0 \left(\frac{\Delta L}{2L_0} \right)$$

Запишемо рівняння (3.54) у відносній формі, внаслідок чого маємо:

$$\tau'' \frac{dy_2}{dt} + y_2 = K_{10} x_1 + K_{11} z_2 + K_{12} z_3 + K_{13} z_4 + K_{14} z_5 + K_{15} y_3 + K_{16} y_4 \quad (3.55)$$

Де стала часу:

$$\tau''' = \frac{\delta m_k C_k T_0}{\Pi} \quad (3.56)$$

А коефіцієнти дорівнюють:

$$K_{10} = \frac{r F_{т0} r_p}{\Pi (C_p T_{р0} + C_k T_0)} \quad (3.57)$$

$$K_{11} = \frac{C_p F_{т0} T_{р0} r_p}{\Pi (C_p T_{р0} + C_k T_0)} - \frac{C_p F_{т0} T_{р0}}{\Pi} \quad (3.58)$$

$$K_{12} = - \frac{C_p F_{c0} T_0}{\Pi} \quad (3.59)$$

$$K_{13} = \frac{C_k F_{п0} T_0}{\Pi} \quad (3.60)$$

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$\Delta = \begin{vmatrix} -(\tau' s + 1) & -K_7 & -K_8 & -K_9 \\ 0 & -(\tau'' s + 1) & -K_{15} & -K_{16} \\ 0 & -K_{22} & -(\tau''' s + 1) & -K_{23} \\ 0 & -K_{29} & -K_{30} & -(\tau''' s + 1) \end{vmatrix} \quad (3.67)$$

$$y_1 = \frac{\begin{vmatrix} B_1 & -K_7 & -K_8 & -K_9 \\ B_2 & -(\tau'' s + 1) & -K_{15} & -K_{16} \\ B_3 & -K_{22} & -(\tau''' s + 1) & -K_{23} \\ B_4 & -K_{29} & -K_{30} & -(\tau''' s + 1) \end{vmatrix}}{\Delta} \quad (3.68)$$

$$y_2 = \frac{\begin{vmatrix} -(\tau' s + 1) & B_1 & -K_8 & -K_9 \\ 0 & B_2 & -K_{15} & -K_{16} \\ 0 & B_3 & -(\tau''' s + 1) & -K_{23} \\ 0 & B_4 & -K_{30} & -(\tau''' s + 1) \end{vmatrix}}{\Delta} \quad (3.69)$$

$$y_3 = \frac{\begin{vmatrix} (\tau' s + 1) & -K_7 & B_1 & -K_9 \\ 0 & -(\tau'' s + 1) & B_2 & -K_{16} \\ 0 & -K_{22} & B_3 & -K_{23} \\ 0 & -K_{29} & B_4 & -(\tau''' s + 1) \end{vmatrix}}{\Delta} \quad (3.70)$$

$$y_3 = \frac{\begin{vmatrix} (\tau' s + 1) & -K_7 & -K_8 & B_1 \\ 0 & -(\tau'' s + 1) & -K_{15} & B_2 \\ 0 & -K_{22} & -(\tau''' s + 1) & B_3 \\ 0 & -K_{29} & -K_{30} & B_4 \end{vmatrix}}{\Delta} \quad (3.71)$$

Не важко бачити, що детермінант, який описується матрицею (3.71), становить ні що інше, як ліву частину математичної моделі, яка називається характеристичним рівнянням. Праві частини моделі визначаються чисельником матриць (3.77) – (3.79). Знаменник цих матриць один і той же для всіх вихідних параметрів.

Математична модель за рівнем

$$\begin{aligned} \tau_4 \frac{d^4 y_1}{dt^4} + \tau_3 \frac{d^3 y_1}{dt^3} + \tau_2 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + \tau_1 \frac{dy_1}{dt} + y_1 = \tau_5 \frac{d^2 B_1}{dt^2} + \tau_6 \frac{dB_1}{dt} + B_1 - \\ K_7 \tau_8 \frac{d^2 B_2}{dt^2} + K_8 \tau_9 \frac{dB_2}{dt} + K_{15} (K_7 K_{23} - K_9 K_{22}) B_4 + (K_8 K_{16} K_{29} + 1) B_3 - K_7 K_{23} K_{30} B_2 \end{aligned} \quad (3.72)$$

де

$$\tau_1 = \tau' + \tau'' + \tau''' + \tau^{iv} \quad (3.72)$$

$$\tau_2 = \tau'(\tau'' + \tau''' + \tau^{iv}) + \tau''(\tau''' + \tau^{iv}) + \tau''' + \tau^{iv} \quad (3.73)$$

$$\tau_3 = \tau'(\tau''' \tau^{iv} + \tau'' \tau^{iv}) \tau'' \tau''' \tau^{iv} \quad (3.74)$$

$$\tau_4 = \tau' \tau'' \tau''' \tau^{iv} \quad (3.75)$$

$$\tau_5 = \tau'' \tau''' \tau^{iv} \quad (3.76)$$

$$\tau_6 = \tau'' \tau''' + \tau'' \tau^{iv} + \tau''' + \tau^{iv} \quad (3.78)$$

$$\tau_7 = \tau'' + \tau''' + \tau^{iv} \quad (3.79)$$

$$\tau_8 = \tau'' + \tau^{iv} \quad (3.80)$$

$$\tau_9 = \tau'' + \tau^{iv} \quad (3.81)$$

Після підстановки рівняння для B_2 дістанемо

$$\begin{aligned} \tau_3 \frac{d^3 y_2}{dt^3} + \tau_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} + \tau_1 \frac{dy_2}{dt} + y_2 = K_{12} \left(\tau_4 \frac{d^2 z_1}{dt^2} + \tau_5 \frac{dz_1}{dt} + z_1 \right) + K_{13} \left(\tau_4 \frac{d^2 z_2}{dt^2} + \right. \\ \left. \tau_5 \frac{dz_2}{dt} + z_2 \right) + K_{14} \left(\tau_4 \frac{d^2 z_3}{dt^2} + \tau_5 \frac{dz_3}{dt} + z_3 \right) + K_{15} \left(\tau_4 \frac{d^2 z_4}{dt^2} + \tau_5 \frac{dz_4}{dt} + z_4 \right) + \\ K_{16} \left(\tau_4 \frac{d^2 z_5}{dt^2} + \tau_5 \frac{dz_5}{dt} + z_5 \right) \end{aligned} \quad (3.82)$$

Проведемо розрахунок коефіцієнтів та сталих часу:

$$F_{c0} = F_{p0} \frac{Q_{p0}}{Q_0} \quad (3.83)$$

Кількість випареної води

$$F_{в0} = F_{p0} - F_{c0} \quad (3.84)$$

Кількість вторинної пари, яка створюється у вичерпній частині

$$F_{п0} = 1,7 \cdot F_{c0} \cdot 100 \quad (3.85)$$

Знайдемо поперечний перетин $S_{п0}$ регулюючого органу, розміщеного у трубопроводі на виході вторинної пари

$$S_{п0} = \frac{\rho_{п0} F_{п0} \sqrt{gRT_0}}{g \alpha_{п} C P_0} \quad (3.86)$$

Поперечний перетин регулюючого органу на лінії стоку упареного розчину

$$S_{п0} = \frac{F_{c0}}{\alpha_p \sqrt{2gL_0}} \quad (3.87)$$

Знайдемо витрати теплоносія:

$$F_{т0} = \frac{F_{в0} (C_p T_{p0} + C_k T_0) + F_{p0} C_p T_{p0}}{r} \quad (3.88)$$

Об'єм упареного розчину у кубі:

$$V_k = \frac{\pi D^2}{4} L_0 \quad (3.89)$$

$$\Pi = C_k F_{c0} T_0 + 0,5 C_{п} F_{п0} T_0 + r_p \frac{(r F_{т0} - F_{p0} C_p T_{p0}) C_k T_0}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)^2}$$

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$\begin{array}{llll}
 \text{Tp1} := 125 + 273 & \text{Fp1} := 26000 & \text{Cp1} := 2740 & V := 45.3 & r := 2056 \\
 \text{Tp2} := 160 + 273 & \text{Fp2} := 160 & \text{Cp2} := 2800 & D := 1.7 & Q0 := 0.975 \\
 \text{Tp3} := 105 + 273 & \text{Fp3} := 5000 & \text{Cp3} := 2680 & \text{Ck} := 2710 & Q1 := 0.35 \\
 \text{T0} := 133 + 273 & & R := 8.31 & L1 := 1.53 & \text{ar} := 0.6 \\
 & & & g := 9.81 & q := 3600
 \end{array}$$

$$V_k := \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L1}{4} = 3.472795$$

$$F_c := \text{Fp1} \cdot \frac{Q1}{Q0} = 9333.333333$$

$$F_b := \text{Fp1} - F_c = 16666.666667$$

$$S_n := \frac{F_c}{\text{ar} \sqrt{2 \cdot g \cdot L1}} = 2839.162887$$

$$F_n := 1.7 \cdot F_b \cdot 100 = 2.833333 \times 10^6$$

$$F_t := \frac{F_b \cdot (\text{Cp1} \cdot \text{Tp1} + \text{Ck} \cdot \text{T0}) + \text{Fp1} \cdot \text{Cp1} \cdot \text{Tp1}}{r} = 3.154986 \times 10^7$$

$$N := \text{Ck} \cdot F_c \cdot \text{T0} + 0.5 \cdot \text{Cp1} \cdot F_n \cdot \text{T0} + r \cdot \frac{(r \cdot F_t - \text{Fp1} \cdot \text{Cp1} \cdot \text{Tp1}) \cdot \text{Ck} \cdot \text{T0}}{(\text{Cp1} \cdot \text{Tp1} + \text{Ck} \cdot \text{T0})^2} = 1.586243 \times 10^{12}$$

Знайдемо сталі часу та коефіцієнти:

$$\tau'' = \frac{2\delta S L_0 \rho}{F_{c0}}$$

$$\tau' = \frac{V_n}{\alpha_n S_{n0} C \sqrt{gRT_0}}$$

$$\tau''' = \frac{\delta m_k C_k T_0}{\Pi}$$

$$\tau_1 = \tau' + \tau'' + \tau'''$$

$$\tau_2 = \tau'(\tau'' + \tau''') + \tau''\tau'''$$

$$\tau_3 = \tau'\tau''\tau'''$$

$$\tau_4 = \tau'\tau'''$$

$$\tau_5 = \tau' + \tau'''$$

$$K_{12} = \frac{2F_{p0}}{F_{c0}} \left(1 + \frac{C_p T_{p0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \right)$$

$$K_{13} = \frac{2F_{p'0}}{F_{c0}} \left(1 + \frac{C_p T_{p0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \right)$$

$$K_{14} = \frac{2F_{p''0}}{F_{c0}} \left(1 + \frac{C_p T_{p0}}{(C_p T_{p0} + C_k T_0)} \right)$$

$$K_{15} = 2$$

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПД.42.01.ПЗ

Арк.

31

$$K_{16} = \frac{2F_{п0}}{F_{с0}}$$

$$tz1 := \frac{Vk \cdot 3600}{ar \cdot Sn \cdot \sqrt{g \cdot R \cdot T0}} = 0.040341$$

$$tz2 := \frac{2 \cdot Vk \cdot q}{Fc} = 2.679013$$

$$tz3 := \frac{Ck \cdot T0 \cdot Vk \cdot q}{N} = 0.008672$$

$$t1 := tz1 + tz2 + tz3 = 2.728026$$

$$t2 := tz1 \cdot (tz2 + tz3) + (tz2 \cdot tz3) = 0.131655$$

$$t3 := tz1 \cdot tz2 \cdot tz3 = 0.000937$$

$$t4 := tz1 \cdot tz3 = 0.00035$$

$$t5 := tz1 + tz3 = 0.049012$$

$$K_{12} := \frac{2 \cdot Fp1}{Fc} \cdot \left[1 + \frac{Cp1 \cdot Tp1}{(Cp1 \cdot Tp1 + Ck \cdot T0)} \right] = 8.344758$$

$$K_{13} := \frac{2 \cdot Fp2}{Fc} \cdot \left[1 + \frac{Cp2 \cdot Tp2}{(Cp2 \cdot Tp2 + Ck \cdot T0)} \right] = 0.05226$$

$$K_{14} := \frac{2 \cdot Fp3}{Fc} \cdot \left[1 + \frac{Cp3 \cdot Tp3}{(Cp3 \cdot Tp3 + Ck \cdot T0)} \right] = 1.585033$$

$$K_{16} := \frac{2 \cdot Fn}{Fc} = 607.142857$$

Підставимо отримані коефіцієнти та сталі у рівняння:

$$0,0009 \frac{d^2 y_3}{dt^2} + 0,132 \frac{d^2 y_3}{dt^2} + 2,728 \frac{dy_3}{dt} + y_3 = 8,34 \left(0,00035 \frac{d^2 z_1}{dt^2} + 0,049 \frac{dz_1}{dt} + z_1 \right) + 0,052 \left(0,00035 \frac{d^2 z_2}{dt^2} + 0,049 \frac{dz_2}{dt} + z_2 \right) + 1,585 \left(0,00035 \frac{d^2 z_3}{dt^2} + 0,049 \frac{dz_3}{dt} + z_3 \right) + 2 \left(0,00035 \frac{d^2 z_4}{dt^2} + 0,049 \frac{dz_4}{dt} + z_4 \right) + 60,7 \left(0,00035 \frac{d^2 z_5}{dt^2} + 0,049 \frac{dz_5}{dt} + z_5 \right) \quad (3.89)$$

Тоді передавальна функція за каналом регулювання рівня:

$$W_{z_1} = \frac{8,34(0,00035s^2 + 0,049s + 1)^{-0,04 s}}{0,009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (3.90)$$

$$W_{z_2} = \frac{0,052(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{-0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (3.91)$$

$$W_{z_3} = \frac{1,585(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{-0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (3.92)$$

$$W_{z_4} = \frac{2(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{-0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (3.93)$$

$$W_{z_5} = \frac{60,7(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{-0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (3.94)$$

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Виконавчий механізм представляє собою передавальною функцією поперечного перетину регулюючого органу на лінії стоку упареного розчину

$S_{п0}$:

$$W_2 = W_{z_5} = \frac{60,7(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (4.1)$$

Регулюючий орган описується наступною передавальною функцією поперечний перетин $S_{п0}$ регулюючого органу:

$$W_3 = W_{z_4} = \frac{2(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (4.2)$$

Згідно зі завданням технологічний об'єкт керування (ТОК) описується наступною передавальною функцією:

$$W_4 = W_{z_1} = \frac{8,34(0,00035s^2 + 0,049s + 1)^{-0,04 s}}{0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (4.3)$$

Рівень в установці вимірюється датчиками температури. Тому передавальна функція:

$$W_5 = W_{z_2} = \frac{0,052(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (4.4)$$

$$W_6 = W_{z_3} = \frac{1,585(0,00035s^2 + 0,049s + 1)}{0,0009s^3 + 0,132s^2 + 2,728s + 1} \quad (4.5)$$

2. Знаходимо еквівалентну передавальну функцію замкненої системи регулювання по каналу завдання:

$$W_e(s) = \frac{W_1(s)W_2(s)W_3(s)W_4(s)}{1 + W_1(s)W_2(s)W_3(s)W_4(s)W_5(s)W_6(s)}. \quad (4.6)$$

3. Знаходимо передавальну функцію еквівалентного об'єкта керування

$$W_{eo}(s) = W_2(s)W_3(s)W_4(s)W_5(s)W_6(s). \quad (4.7)$$

Підставивши в останнє рівняння вищеназвані передавальні функції, маємо:

>with (inttrans);

[addtable , fourier , fouriercos , fouriersin , hankel , hilbert , invfourier , invhilbert ,
invlaplace , invmellin , laplace , mellin , savetable]

>Y:=invlaplace(Wzy(s)/s,s,t);

$$Y := 83.44827192 - 0.4380332370 \cdot 10^{-36} t^4 (0.166670 \cdot 10^{28} e^{(-121.8697513 t)} - 0.3870 \cdot 10^{25} e^{(-24.42362094 t)} + 0.1564839052 \cdot 10^{36} e^{(-0.3732944343 t)}) + 0.18960 \cdot 10^{-10} e^{(-121.8697513 t)} + 0.10914 \cdot 10^{-7} e^{(-24.42362094 t)} - 83.44827194 e^{(-0.3732944343 t)} + 0.3841900870 \cdot 10^{-44} (-0.44171 \cdot 10^{36} e^{(-121.8697513 t)} + 0.39 \cdot 10^{36} e^{(-24.42362094 t)} - 0.1513367659 \cdot 10^{46} e^{(-0.3732944343 t)}) t^2 + 0.5256398844 \cdot 10^{-35} t^3 (0.392840 \cdot 10^{27} e^{(-121.8697513 t)} + 0.17 \cdot 10^{26} e^{(-24.42362094 t)} - 0.1376333260 \cdot 10^{36} e^{(-0.3732944343 t)}) + 0.5762851305 \cdot 10^{-44} (0.76 \cdot 10^{35} e^{(-121.8697513 t)} + 0.14 \cdot 10^{37} e^{(-24.42362094 t)} - 0.5405444898 \cdot 10^{46} e^{(-0.3732944343 t)}) t$$

>plot(Y,t=0..70);

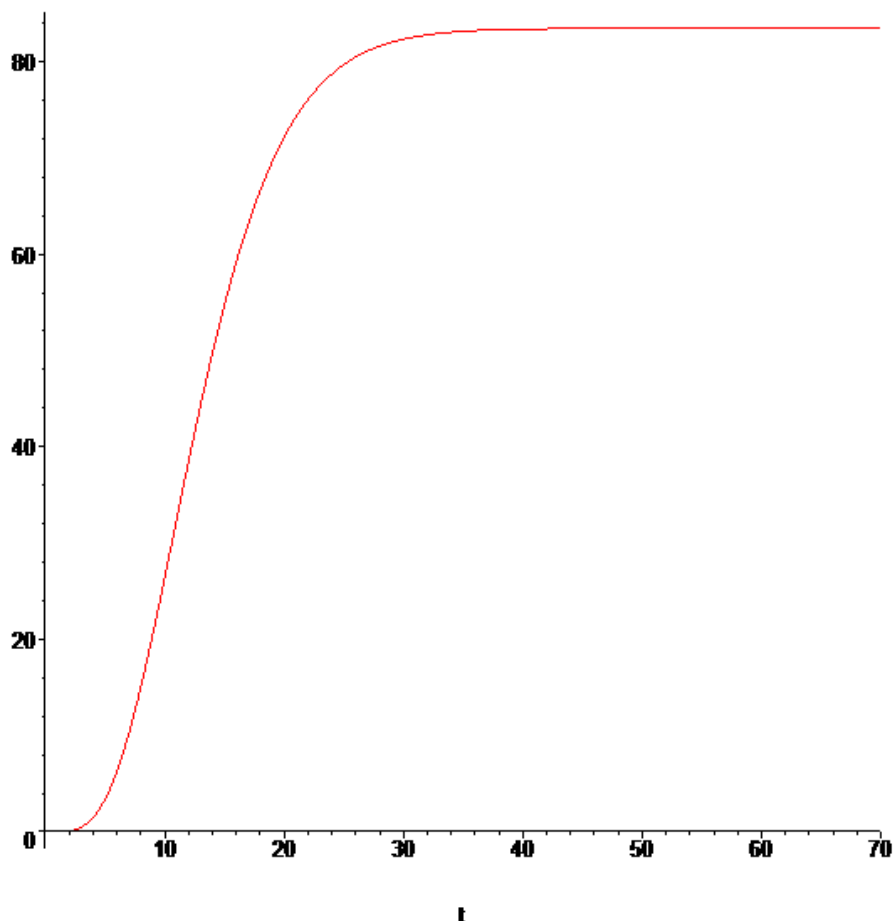


Рисунок 4.2 - Крива перехідного процесу еквівалентного об'єкта керування.

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

В області максимальної чутливості об'єкта побудуємо трикутник і знайдемо швидкість його руху за формулою: $v_{\max} = \Delta y / \Delta t$ (Рис.4.3).

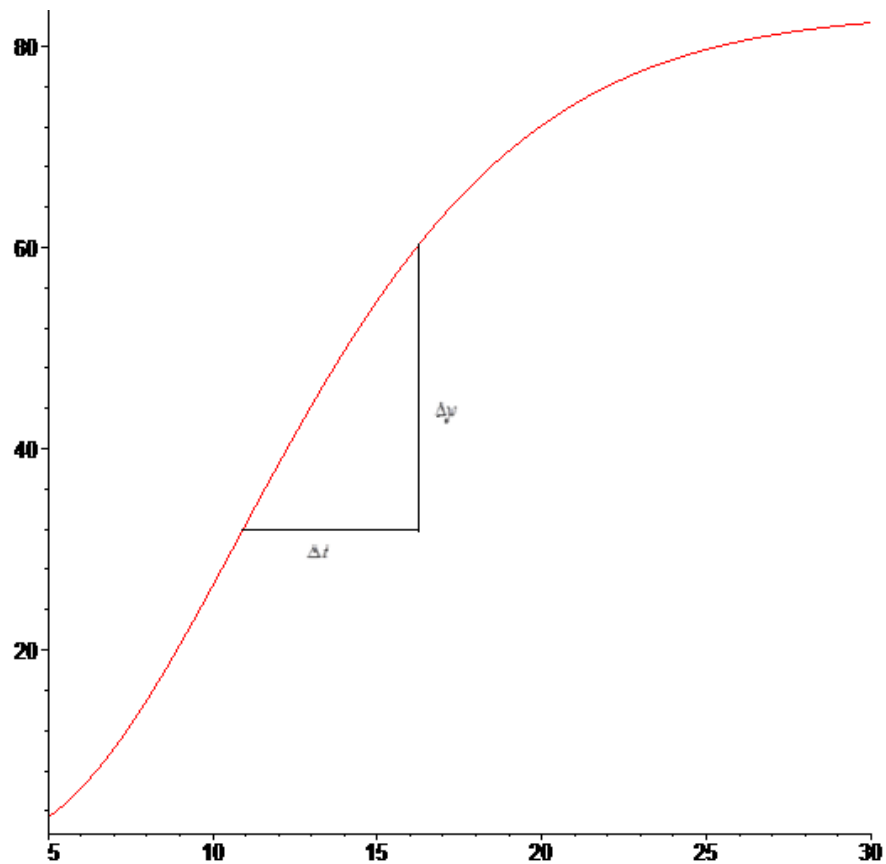


Рисунок 4.3 - Визначення оптимальних параметрів регулятора методом трикутника.

Максимальна швидкість наростання перехідного процесу $v_{\max} = \Delta y / \Delta t = 28 / 6 = 4,66$ 1/с. Так як згідно зі завданням для регулювання використовується ПІ-регулятор, то оптимальні налаштування регулятора знаходимо за формулами: оптимальне значення коефіцієнта регулювання $k_{\text{opt}} = 1,2 \cdot v_{\max} \cdot \tau_3 = 1,2 \cdot 4,66 \cdot 0,04 = 0,22$; час інтегрування $T_i = 2\tau_3 = 2 \cdot 0,04 = 0,08$ сек.

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Передавальна функція замкненої АСР має вигляд

$$W_e(s) = \frac{W_p(s)W_2(s)W_3(s)W_4(s)}{1 + W_p(s)W_{eo}(s)}, \quad (4.9)$$

$$\text{де } W_p(s) = \frac{(k_p T_i s + 1)}{T_i s} = \frac{(0,18 * 0,08s + 1)}{0,08s}$$

– передавальна функція регулятора.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$\begin{aligned}
& + 0.8525000000 \cdot 10^{26} I w^2 - 0.1313898397 \cdot 10^{28} I w^4 + 0.1289443940 \cdot 10^{28} I w^6 \\
& - 0.2478542104 \cdot 10^{26} I w^8 + 0.4915915178 \cdot 10^{23} I w^{10} - 0.1610875966 \cdot 10^{20} I w^{12} \\
& + 0.8498135250 \cdot 10^{15} I w^{14} - 0.3690562500 \cdot 10^{10} I w^{16} \\
& - 0.6519396244 \cdot 10^{28} I e^{(-0.04000000000 I w)} + 0.1909400772 \cdot 10^{27} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^2 \\
& \quad - 0.5029072759 \cdot 10^{24} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^4 \\
& \quad + 0.2468280548 \cdot 10^{21} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^6 \\
& \quad - 0.2467487402 \cdot 10^{17} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^8 \\
& \quad + 0.3793912934 \cdot 10^{12} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^{10}
\end{aligned}
\tag{5.4}$$

Знаходимо дійсну, уявну, амплітудну та фазову характеристики, та будемо їх графіки.

Розрахунок частотних характеристик та побудова графіків здійснені за допомогою пакета Maple. Графіки отриманих залежностей показані на рисунках 5.1– 5.4.

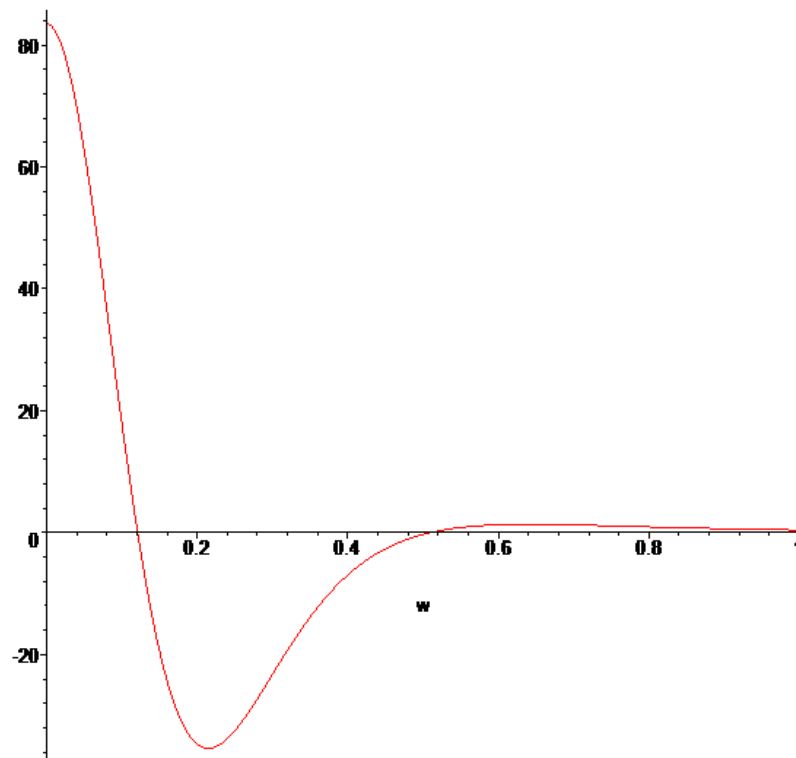


Рисунок 5.1 - Дійсна частотна характеристика АСР

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

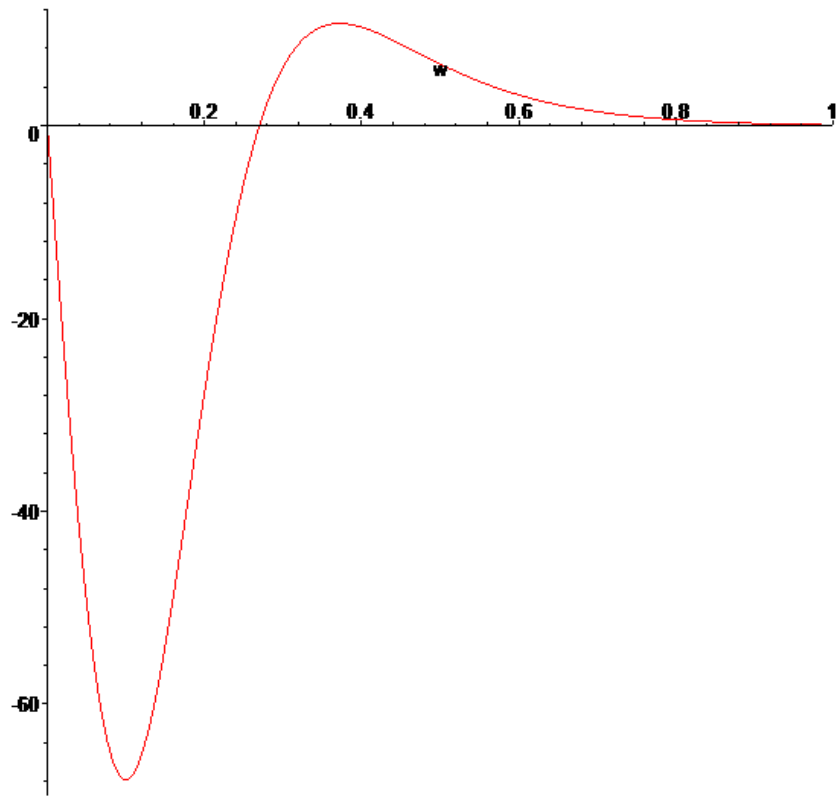


Рисунок 5.2 - Уяана частотна характеристика

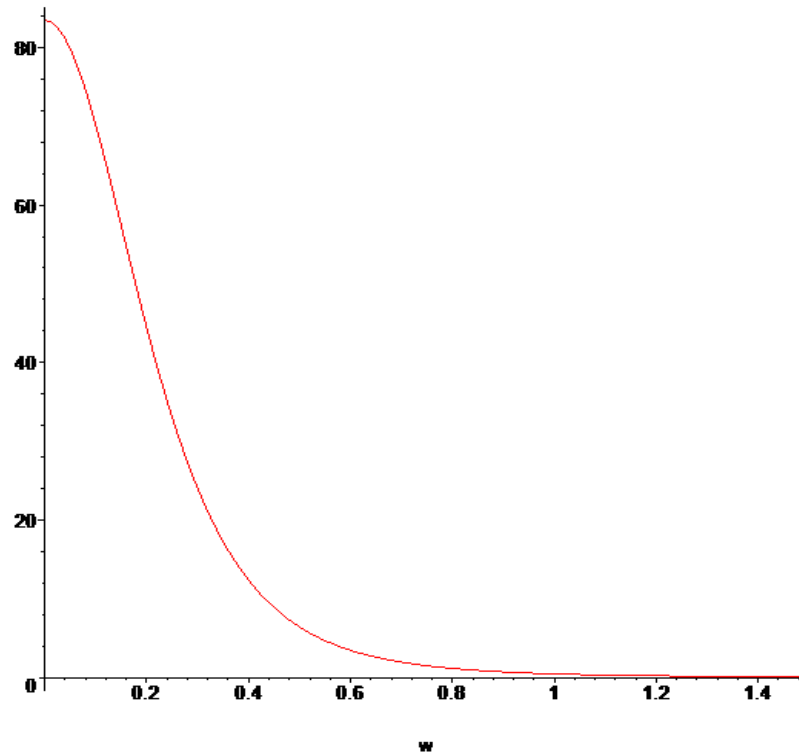


Рисунок 5.3 - Амплітудно-частотна характеристика АСР

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПД.42.01.ПЗ

Арк.

41

>f(w) := arctan(Imv(w) / Rev(w));

$$f(w) := -\arctan(1.000000000 \Re((-7. w^2 + 980. I w + 20000.)^3 e^{(-0.04000000000 I w)} (9. I w + 625.) (9. I w^3 + 1320. w^2 - 27280. I w - 10000.)^2 / (0.6250000000 10^{25} w - 0.4692490000 10^{27} w^3 + 0.1916307686 10^{28} w^5 - 0.2553176318 10^{27} w^7 + 0.1397930986 10^{25} w^9 - 0.1108414728 10^{22} w^{11} + 0.1492701311 10^{18} w^{13} - 0.2706412500 10^{13} w^{15} + 0.1276547022 10^{15} e^{(-0.04000000000 I w)} w^9 - 0.3029207672 10^{19} e^{(-0.04000000000 I w)} w^7 + 0.1691131386 10^{28} e^{(-0.04000000000 I w)} w - 0.1232448831 10^{26} e^{(-0.04000000000 I w)} w^3 + 0.1357227548 10^{23} e^{(-0.04000000000 I w)} w^5 - 0.493071717 10^9 e^{(-0.04000000000 I w)} w^{11} + 0.8525000000 10^{26} I w^2 - 0.1313898397 10^{28} I w^4 + 0.1289443940 10^{28} I w^6 - 0.2478542104 10^{26} I w^8 + 0.4915915178 10^{23} I w^{10} - 0.1610875966 10^{20} I w^{12} + 0.8498135250 10^{15} I w^{14} - 0.3690562500 10^{10} I w^{16} - 0.6519396244 10^{28} I e^{(-0.04000000000 I w)} + 0.1909400772 10^{27} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^2 - 0.5029072759 10^{24} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^4 + 0.2468280548 10^{21} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^6 - 0.2467487402 10^{17} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^8 + 0.3793912934 10^{12} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^{10})) / \Im((-7. w^2 + 980. I w + 20000.)^3 e^{(-0.04000000000 I w)} (9. I w + 625.) (9. I w^3 + 1320. w^2 - 27280. I w - 10000.)^2 / (0.6250000000 10^{25} w - 0.4692490000 10^{27} w^3 + 0.1916307686 10^{28} w^5 - 0.2553176318 10^{27} w^7 + 0.1397930986 10^{25} w^9 - 0.1108414728 10^{22} w^{11} + 0.1492701311 10^{18} w^{13} - 0.2706412500 10^{13} w^{15} + 0.1276547022 10^{15} e^{(-0.04000000000 I w)} w^9 - 0.3029207672 10^{19} e^{(-0.04000000000 I w)} w^7 + 0.1691131386 10^{28} e^{(-0.04000000000 I w)} w - 0.1232448831 10^{26} e^{(-0.04000000000 I w)} w^3 + 0.1357227548 10^{23} e^{(-0.04000000000 I w)} w^5 - 0.493071717 10^9 e^{(-0.04000000000 I w)} w^{11} + 0.8525000000 10^{26} I w^2 - 0.1313898397 10^{28} I w^4 + 0.1289443940 10^{28} I w^6 - 0.2478542104 10^{26} I w^8 + 0.4915915178 10^{23} I w^{10} - 0.1610875966 10^{20} I w^{12} + 0.8498135250 10^{15} I w^{14} - 0.3690562500 10^{10} I w^{16} - 0.6519396244 10^{28} I e^{(-0.04000000000 I w)} + 0.1909400772 10^{27} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^2 - 0.5029072759 10^{24} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^4 + 0.2468280548 10^{21} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^6 - 0.2467487402 10^{17} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^8 + 0.3793912934 10^{12} I e^{(-0.04000000000 I w)} w^{10})))$$

>plot(f(w), w=0..0.7);

										Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						42

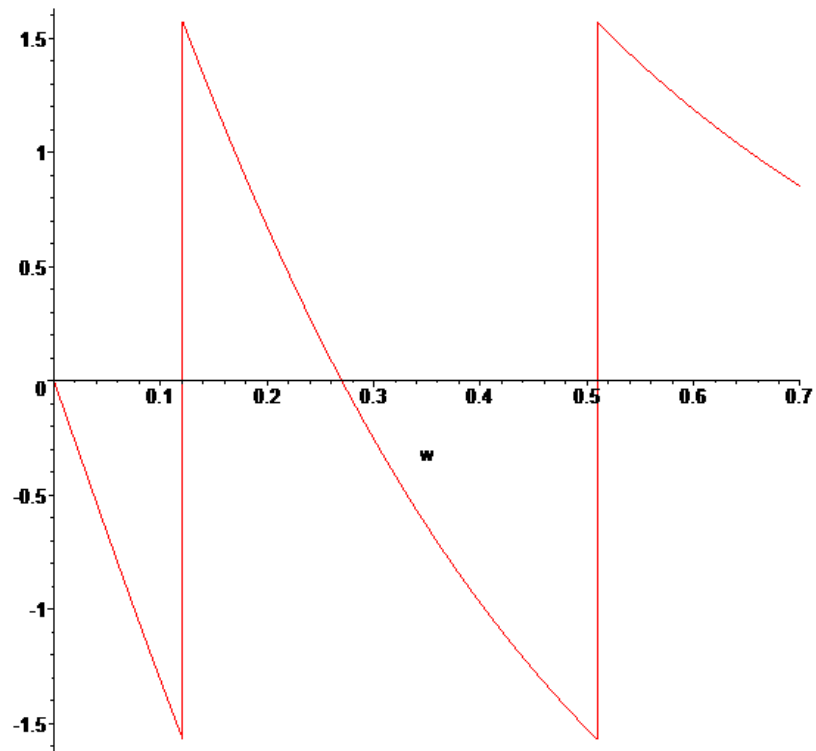


Рисунок 5.4 - Фазочастотна характеристика АСР

Прямі оцінки якості роботи АСР одержують за кривою перехідного процесу $h(t)$ під час дії одиничної ступінчатої функції

$$g(t) = 1(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t > 0 \\ 0 & \text{при } t \leq 0 \end{cases} \quad (5.5)$$

та за нульових початкових умов.

Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

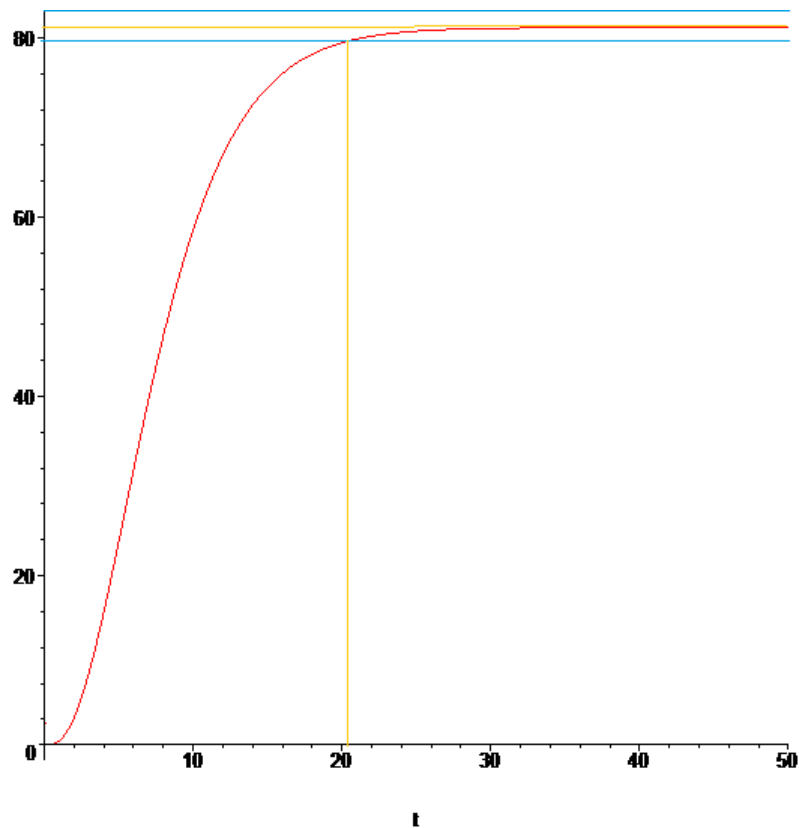


Рисунок 5.5 - Перехідний процес

Визначимо якість регулювання перехідного процесу даної САР з ПІ – регулятором:

- Час регулювання $t_p=20,5$ сек.

Перелічені показники свідчать про те, що якість регулювання виконується з достатньою точністю.

Проаналізував отриманий графік характеристики перехідного процесу ПІ-регулятора можна визначити, що перехідний процес стійкий та являється аперіодичним, використання ПІ-регулятора привело до зменшення часу регулювання у два рази.

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА МНЕМОСХЕМИ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ (КІСУ) ВІДПАРНОЮ КОЛОНОЮ У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ

Мнемосхему контролю технологічного процесу розробимо за допомогою програми TracemodeTracemode - один із сучасних SCADA і SoftLogic-пакетів для розробки інтегрованих систем керування технологічними процесами (КІСУ ТП), в якому реалізована сукупність засобів і методів, які забезпечують скорочення трудовитрат і підвищення надійності створюваної системи.


Комплекс програм TRACE MODE 6 можна розділити на 3 частини.

1. Інтегроване середовище розробки проєкту - єдина програмна оболонка, яка містить всі необхідні засоби для розробки проєкту. Під проєктом у TRACE MODE 6 розуміється вся сукупність даних і алгоритмів функціонування розподіленої КІСУ (КІСУ ТПта/або T-FACTORY), заданих засобами TRACE MODE. Підсумком розробки проєкту інтегрованої системи (ІС) є створення файлів, які містять необхідну інформацію про алгоритми роботи КІСУ. Ці файли потім розташовуються на апаратних засобах (комп'ютерах і контролерів) і виконуються під управлінням виконавчих модулів TRACE MODE.

2. Виконавчі модулі (монітори) це - програмні модулі різноманітного призначення, під управлінням яких в реальному часі виконуються складові частини проєкту, які розміщені на окремих комп'ютерах або контролерах. Складова частина проєкту, яка розташовується на окремому комп'ютері або в контролері і виконується під управлінням одного або кількох виконавчих модулів TRACEMODE, називається вузлом проєкту. У загальному випадку розташування вузла натому ж апаратному засобі, на якому він повинен виконуватися під управлінням монітора, не є обов'язковим - монітори можуть завантажувати вузли з віддалених апаратних засобів.

3. Драйвери обміну це - драйвери, які використовуються моніторами TRACE MODE для взаємодії з пристроями, протоколи обміну з якими не влаштовані в монітори. При старті монітор відраховує параметри сайту, які

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

задані в ході розробки проєкту інтегрованої середовищі (ІВ), а також параметри інших вузлів для коректної взаємодії з ними. **Завантажити інструментальну систему** подвійним натисканням лівої клавіші(ЛК) миші на іконку  робочого стола Windows і за допомогою іконки інструментальної панелі створимо новий проєкт. При цьому в діалозі, що відкрився на екрані, виберемо стиль розробки **Стандартний**. Після натискання ЛК миші на екранній кнопці Створити, в лівому вікні Навігатора проєкту з'явиться дерево проєкту зі створеним вузлом АРМ RTM_1. У правому вікні Навігатора проєкту відобразиться вміст сайту - порожня група Канали і один канал класу Виклик Екран # 1, призначений для відображення на вузлі АРМ графічного екрану (рис.6.1):

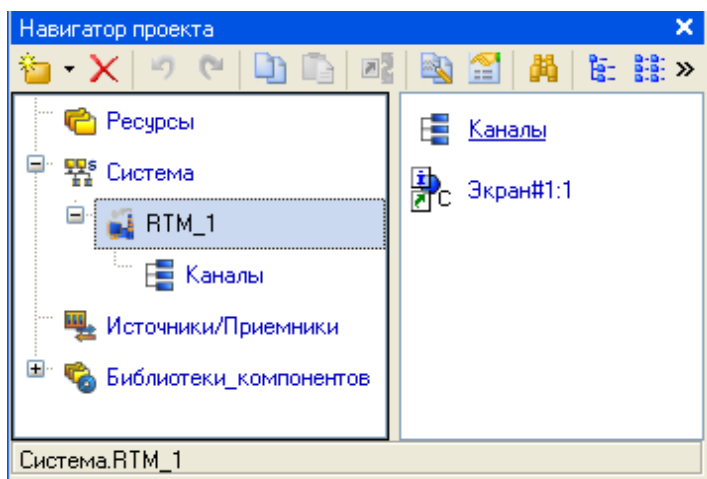


Рис. 6.1

На створеному графічному екрані за допомогою графічного редактора створити необхідні елементи для відображення об'єкта управління, а саме отпарной колони, відповідно до принципової схемою на рисунку 2.1. Для метрологічного відображення параметрів колони побудуємо графічні елементи Текст. В ході побудови мнемосхеми ми використовуємо: анімацію, кнопки, різні малюнки і види заливок, об'ємних фігур і т. Д. І в результаті отримаємо вікно мнемосхеми об'єкта управління:

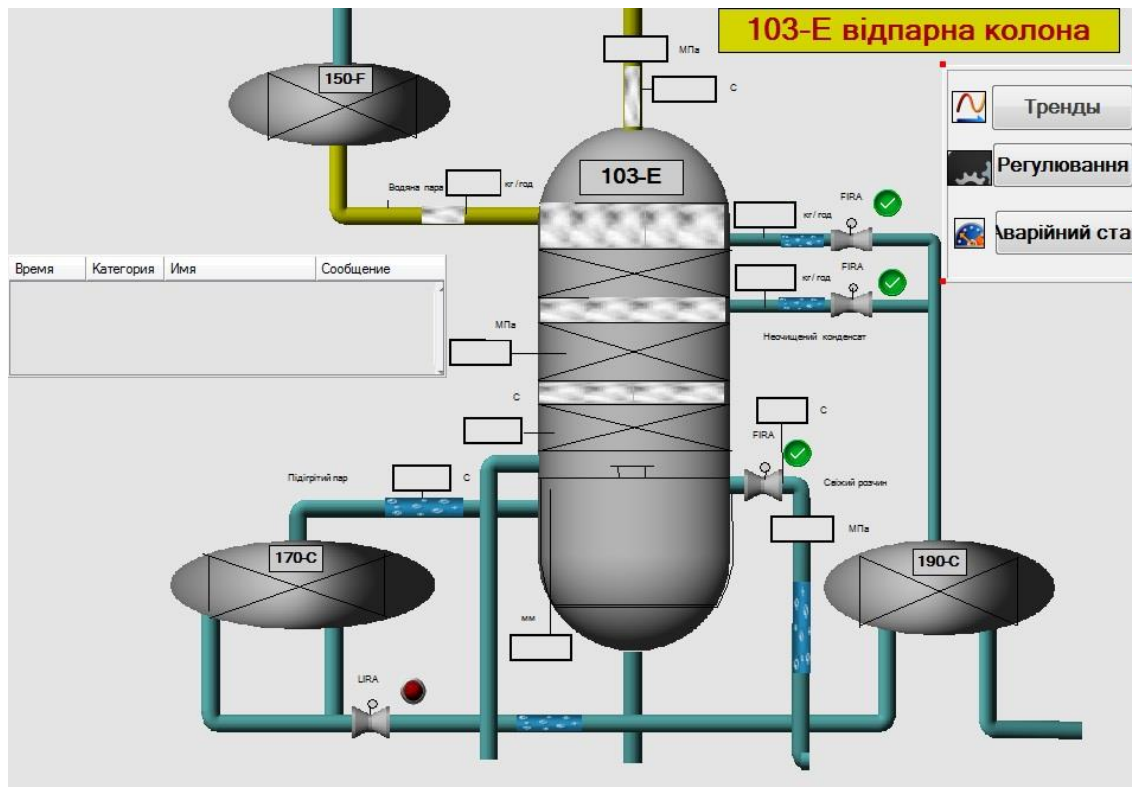


Рис 6.2- Мнемосхема відпарної колони

В вузлі АРМ **RTM_1** створимо групи каналів, які будуть відповідати за зміну метрологічних параметрів: температури, витрати, тиску та рівня, також групу каналів, що відповідає за тренди, регулювання, аварійної сигналізації та звіту тривоги:

- Уровень
- Витрати
- Температура
- Тиск
- Словари сообщений
- Тренди
- Регулювання
- Аварійний стан
- Мнемосхема

Рис 6.3- Групи каналів вузла **RTM_1**

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Далі приступимо до створення імітатора об'єкту ділянки метрологічних показаній. В шарі **Витрати, Температура, Рівень та Тиск** створимо програму імітатор значень вхідних сигналів з претворювачів на вторинний прилад і задамо їм аргументи відповідних вихідних параметрам апарата.

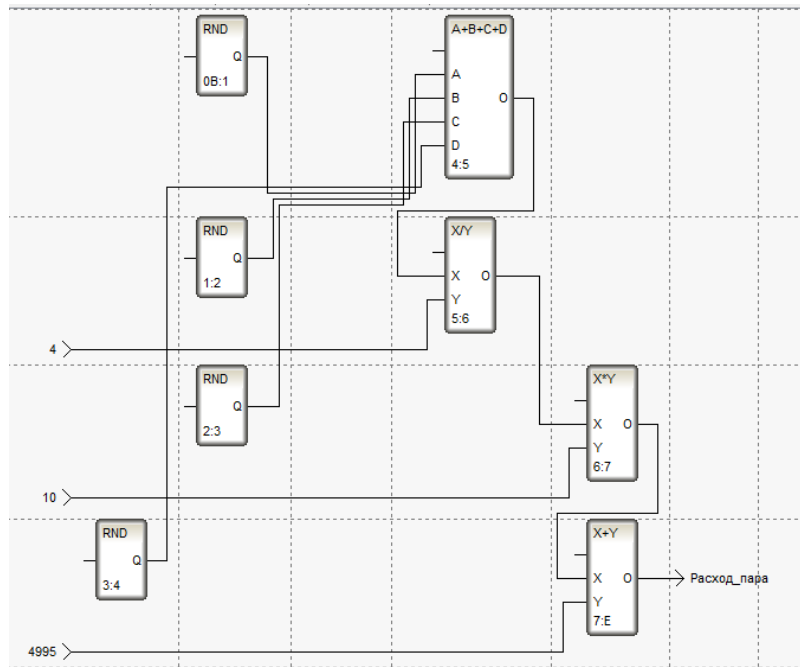


Рис 6.4 – Програма імітатор зміни витрати пару

Прив'яжемо показаники на мнемосхемі зі значеннями вихідних змінних програм імітаторів вхідних сигналів:

Программа_1_2_Расход_пара	↑	OUT	REAL	Программа#1:2:Расход_пара (Система.RTM_1.Витрати)
Программа_5_6_Температура_Теплоносителя	↑	OUT	REAL	Программа#5:6:Температура_Теплоносителя (Система.RTM_1.Температура)
Программа_3_4_Температура_куба	↑	OUT	REAL	Программа#3:4:Температура_куба (Система.RTM_1.Температура)
Программа_4_5_Температура_пара	↑	OUT	REAL	Программа#4:5:Температура_пара (Система.RTM_1.Температура)
Программа_2_3_Температура_конденсату	↑	OUT	REAL	Программа#2:3:Температура_конденсату (Система.RTM_1.Температура)
Программа_6_7_Уровень	↑	OUT	REAL	Программа#6:7:Уровень (Система.RTM_1.Уровень)
Программа_8_9_Тиск_конденсату	↑	OUT	REAL	Программа#8:9:Тиск_конденсату (Система.RTM_1.Тиск)
Программа_7_8_Тиск_колони	↑	OUT	REAL	Программа#7:8:Тиск_колони (Система.RTM_1.Тиск)
Программа_9_10_Тиск_пары	↑	OUT	REAL	Программа#9:10:Тиск_пары (Система.RTM_1.Тиск)
Программа_10_11_Расход_конденсату	↑	OUT	REAL	Программа#10:11:Расход_конденсату (Система.RTM_1.Витрати)

Рис 6.5 – Прив'язка аргументів програми до мнемосхеми

Створимо кнопки для переходів на додаткові екрани проекту:

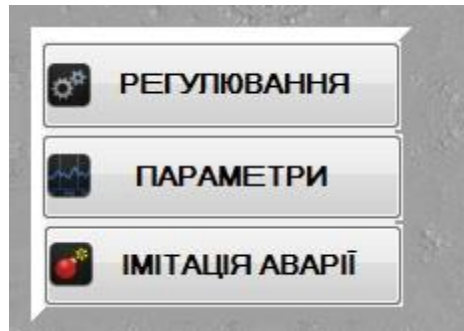


Рис 6.6 – Кнопки переходу на додаткові екрани

Побудуємо у вузлі **Регулювання** екран з трендом, що буде відображати зміну регульованого сигналу, та кнопки для задання основних параметрів об'єкта та регулятора:

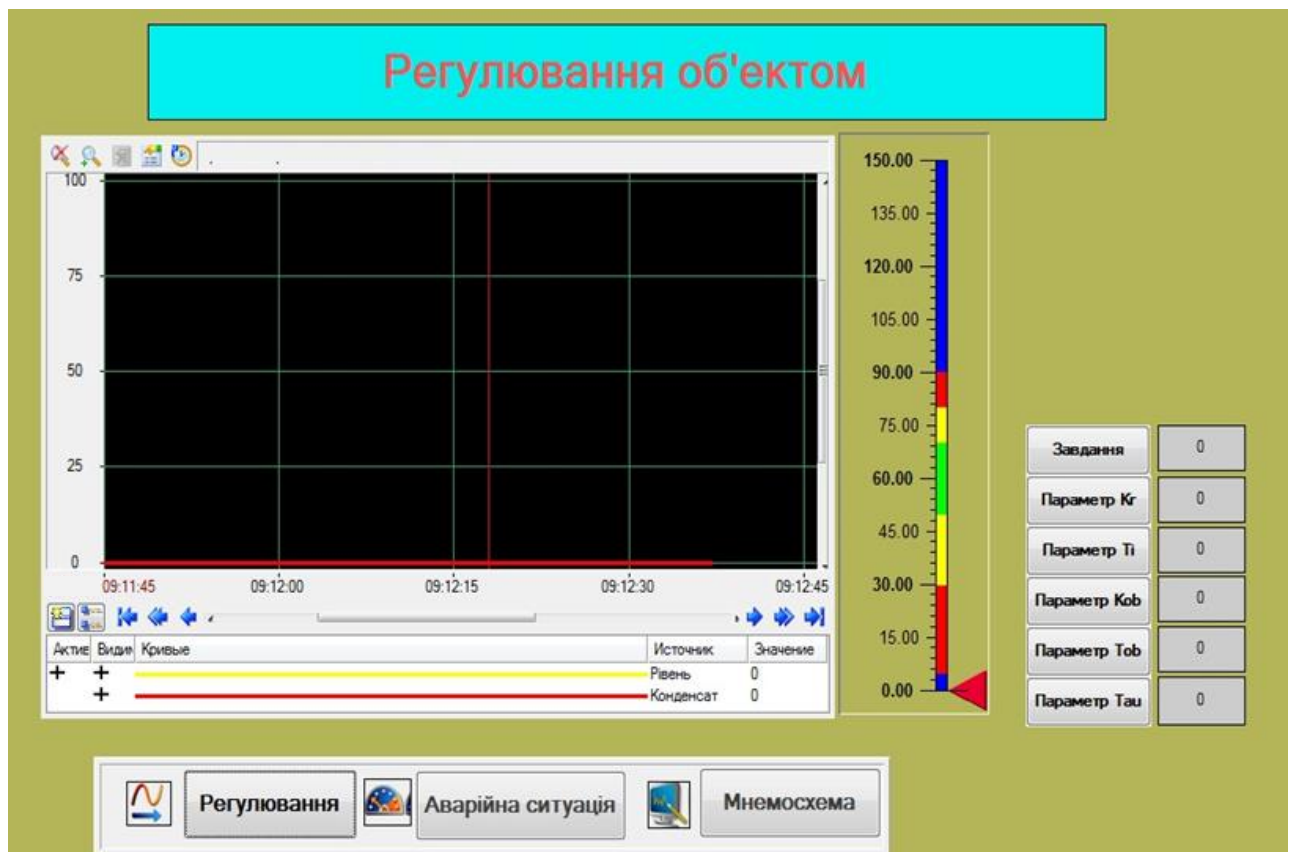


Рис 6.7 – Екран регулювання

Наступним кроком буде створення програми регулювання одноконтурної АСР, якій ми задамо наступні змінні:

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Kp	↓ IN	REAL	
Td	↓ IN	REAL	
Ti	↓ IN	REAL	
Tob	↓ IN	REAL	
Tau	↓ IN	REAL	
Завдання	↓ IN	REAL	
Вихід	↑ OUT	REAL	
Kob	↓ IN	REAL	

Рис 6.8 – Аргументи програми регулювання

Після чого розробимо саму програму:

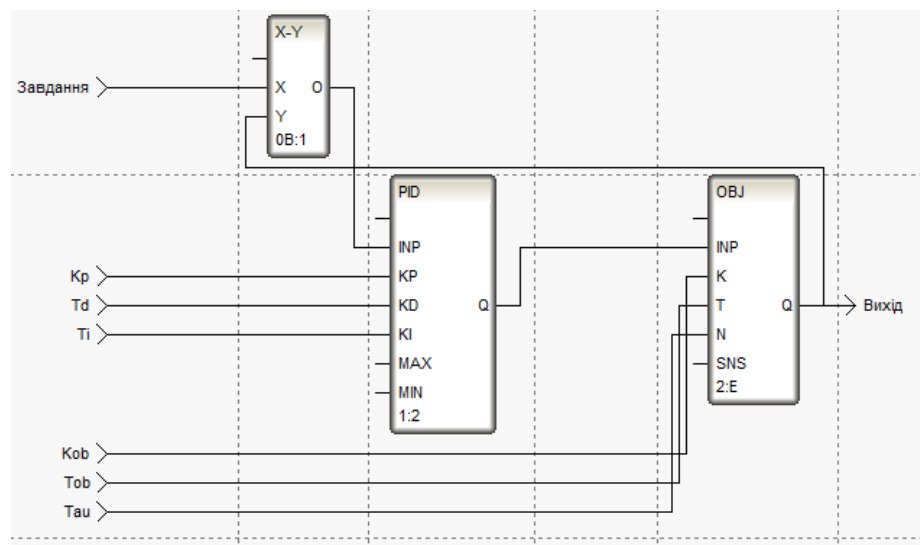



Рис 6.9 – Програма регулювання

Створимо аргументи Kob, Tob, Tau, Kp, Ti, Td, Zадание, Vihod шаблону екрана нові канали і відредагуємо їх прив'язку. В шарі Система відкриємо вузол **RTM_1**. З допомогою ПК відкриємо контекстне меню властивості компонента **Екрана Регулювання** і виберемо команду **Властивості** (рис. 6.10). Виберемо вкладку **Аргументи**, ЛК при нажатій клавіші **Ctrl**, виділимо по черзі аргументи Kob, Tob, Tau, Kp, Ti, Td, Zадание, Vihod і з допомогою іконки  створимо нові канали.

Kob	↓ IN	REAL	● Kob:Реальное значение (Система.RTM_1)
Tob	↓ IN	REAL	● Tob:Реальное значение (Система.RTM_1)
Tau	↓ IN	REAL	● Tau:Реальное значение (Система.RTM_1)
Kr	↓ IN	REAL	● Kr:Реальное значение (Система.RTM_1)
Ti	↓ IN	REAL	● Ti:Реальное значение (Система.RTM_1)
Td	↓ IN	REAL	● Td:Реальное значение (Система.RTM_1)
Zadanie	↓ IN	REAL	● Zadanie:Реальное значение (Система.RTM_1)
Vihod	↑ OUT	REAL	● Vihod:Входное значение (Система.RTM_1)

Рис. 6.10. Вікно властивості екрана

В результаті, у вузлі **RTM_1**, будуть автопобудовані наступні канали (рис. 6.11).

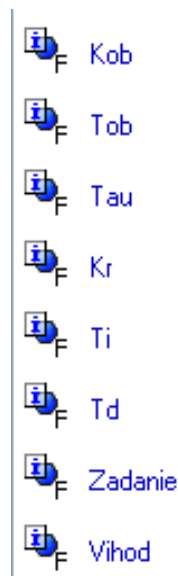


Рис. 6.11. Автопобудування каналів

Побудуємо у вузлі **Тренди** екран з трендами, що буде відображати зміну технологічних параметрів апарату:

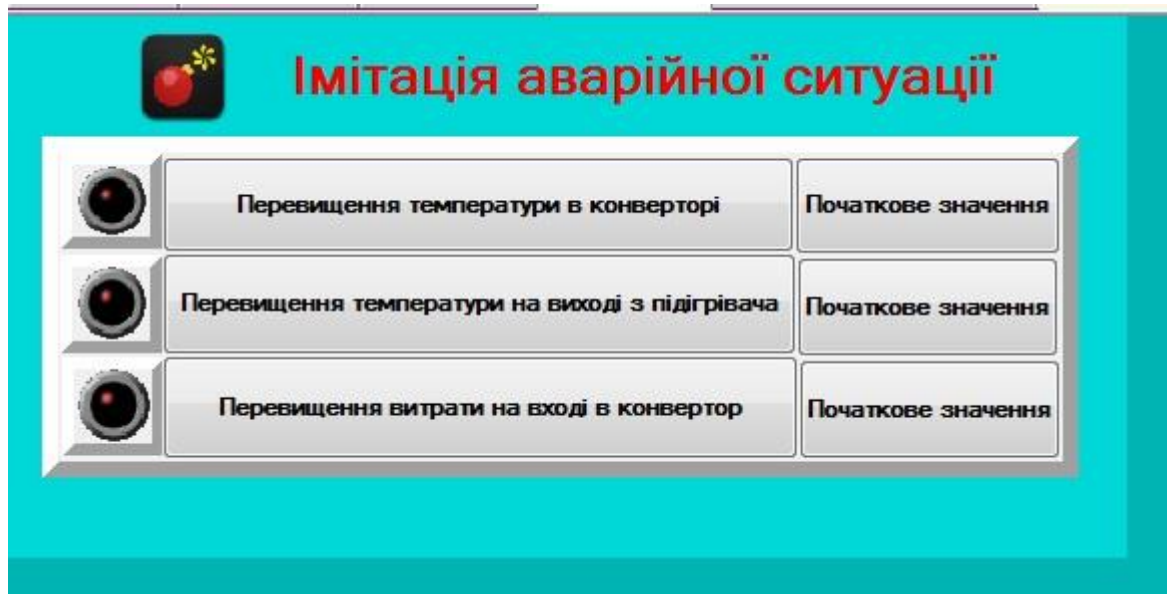


Рис 6.14 – Екран імітації аварійного стану

Створемо словник повідомлень.

Для цього необхідно:

1. Виберіть вузол **RTM** і викликати контекстне меню (рис. 6.15).

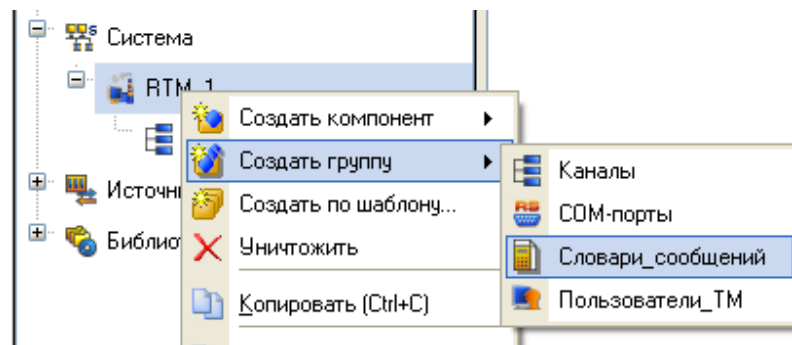


Рис 6.15 – Створення групи для словників повідомлень

2. Вибрати рядок **Створити групу**. Серед запропонованих груп виберіть рядок **Словники_повідомлень**. Виберіть нову створену групу **Словники_повідомлень** і відобразіть меню. Серед запропонованих виберіть словники **Словник_для_FLOAT** (рис. 6.16).

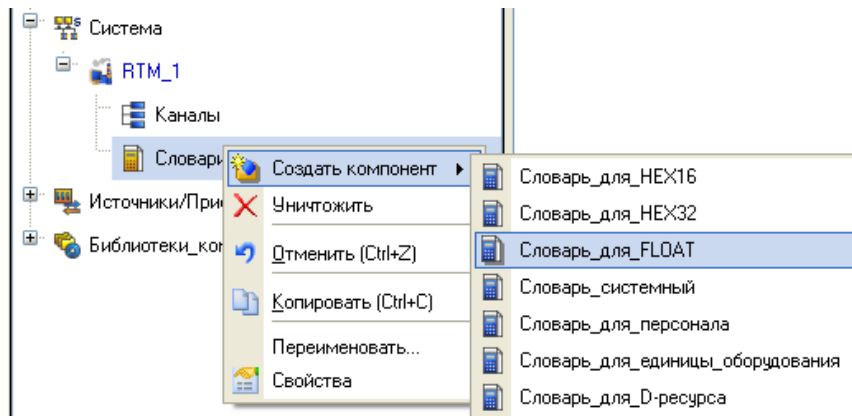


Рис. 6.16. Створення повідомлення словник



Редагуючи всі повідомлення, налаштуємо словник повідомлень, як показано на рис.6.17.

AR+G	<M> Сообщение	Нормальне значення температури
AR+G	<W> Предупреждение	Попередження підвищення температури
AR+G	<W> Предупреждение	Попередження зниження температури
AR+G	<A> Тревога	Аварійне значення
AR+G	<A> Тревога	Аварійне значення
AR+G	<E> Ошибка	Датчик не працює
AR+G	<E> Ошибка	Датчик не працює

Рис 6.17 – Редактор словника повідомлень

У вікні редагування каналу **Рівень** задамо граничні значення, на закладці **Архівация** налаштуємо архівацію і створення звіту тривоги, як показано на рис. 6.18.

Рисунок 6.18 – Редагування каналу

Перед налаштуванням і включенням до складу проєкту розроблений шаблон програми необхідно скомпілювати. Для цього використаємо іконку  на панелі інструментів, або натиснемо функціональну клавішу F7. Результат компіляції показується у вікні «Вивод», котре може бути відкрито з допомогою іконки  на панелі інструментів або з основного меню інтегрованого середовища розробки (рис.6.19).

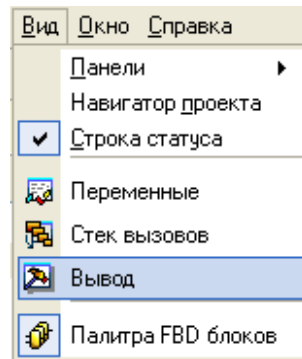


Рис.6.19 Вікно індикації результату компіляції шаблону програми

У нашому разі дане вікно містить повідомлення про успішне закінчення процесу компіляції (рис.6.20).

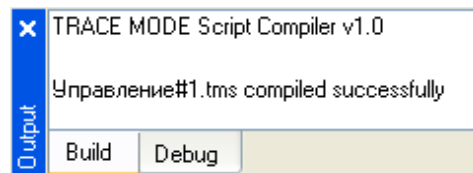





Рис. 6.20 Вікно повідомлення про успішне закінчення процесу компіляції

Виконуючи вище приведену послідовність створюються інші програми. Збережемо виконану роботу, натиснувши ЛКМ на іконку .

Середовище виконання запускається кнопкою , попередньо зберігши для МРВ .

ВИСНОВКИ

У даному дипломному проєкті розроблено та досліджено комп'ютерно – інтегровану систему управління відпарної колони 103-Е у виробництві аміаку.

В ході дипломного проєкту були розроблені математичні моделі відпарної колони 103-Е. Проведено синтез одноконтурної системи автоматичного регулювання рівня конденсату відпарної колони. Побудовані частотні характеристики та перехідні процесія.

Також, за допомогою SCADA-системи Trace Mode була побудована комп'ютерно – інтегровану систему управління відпарною колоною 103-Е.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Елисеев В. В., Программно-технические комплексы АСУ ТП. [Текст] /В. В. Елисеев, В. А. Ларгин, Г. Ю. Пивоваров. Учебное пособие. – К.: Издательско-полиграфический центр «Киевский университет», 2003. – 429 с.
2. Стенцель Й. І. Компютерні системи автоматизації виробництва синтетичного аміаку [Текст] /Й. І. Стенцель, О. В. Поркуян, Т. Г. Сотнікова, К. А. Літвінов. Підручник. – Сєвєродонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2020. – 353 с.
3. Стенцель Й. І. Вимірювання в хімічній технології. [Текст] /Й. І. Стенцель, О. Б. Цєліщєв, М. Г. Лорія. Підручник. /Під ред. проф. Й. І. Стенцєля. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2007. – 480 с.
4. Стенцель Й. І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв [Текст] /Й. І. Стенцель. Навч. Посібник. – К.: ІСДО, 1995. – 360 с.
5. Теория автоматического регулирования. Ч1 [Текст] /Под ред. А. А. Воронова. – М.: Высш. шк., 1986. – 364 с.
6. Стенцель Й. І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв [Текст] /Й. І. Стенцель, О. В. Поркуян. Підручник. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – 300 с.
7. Лэм Г. Аналоговые и цифровые фильтры. Расчет и реализация. [Текст] /Г. Лэм. - М.: Изд-во «Мир», 1982. – 327 с.
8. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры [Текст] /Р. В. Хемминг. -М.: Недра, 1987. – 286 с.
9. Постійний діючий технологічний регламент виробництва аміаку.

					ПД.42.01.ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57