

ВІДОМІСТЬ ПРОЕКТУ

№ п/п	Позначення	Найменування документа	Формат	Кількість аркушів
1	ПД.06.01.ПЗ	Пояснювальна записка	A4	61
2	ПД.06.02.ГЧ	Графічна частина	A4	14

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	ПД.06.01.ПЗ		
Розробив		Хохлов М.Л.			Літера	Аркуш	Аркуші
Перевірів		Стенцель Й.І.				3	61
Реценз.		Літвінов К.А.			СНУ ім. В. Даля гр. АТП-170		
Н. Контр.							
Затвердив		Стенцель Й.І.					

Розробити комп'ютерну систему автоматизації сепаратора сокової пари після апаратів нейтралізації ВТН та виконати синтез одноконтурної системи регулювання рівня рідини в сепараторі виробництва аміачної селітри

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 61 стор., 26 рис., 5 літературних джерела.

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, ВИРОБНИЦТВО АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ, СЕПАРАТОР СОКОВОЇ ПАРИ, СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА, ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, СТАТИЧНА ТА ДИНАМІЧНА МНЕМОСХЕМА, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, РІВЕНЬ, ОДНОКОНТУРНА САР, МЕТОД ТРИКУТНИКА, ЕКВІВАЛЕНТНИЙ ОБ'ЄКТ КЕРУВАННЯ, ПЕРЕХІДНИЙ ПРОЦЕС.

Об'єктом дослідження є сепаратор сокової пари (апарат з рідиною під тиском), призначений для часткової конденсації сокової пари, а також для відділення розчину аміачної селітри від сокової пари після апаратів ВТН..

Мета дипломного проекту: розробка технічного проекту комп'ютерної системи управління сепаратора сокової пари та виконання синтезу одноконтурної системи регулювання рівня у виробництві аміачної селітри.

Метод дослідження – теоретичний з використанням персонального комп'ютера, пакета Maple, Trace Mode.

В ході виконання про'кту отримані наступні результати: аналіз сучасного стану автоматизації технологічних процесів, аналіз технологічного процесу стадії нейтралізації азотної кислоти аміаком і газами дистиляції в апаратах ВТН, аналіз сепаратора сокової пари як об'єкта керування, структурно-логічна схема, розрахунки динамічної мат.моделі, еквівалентного об'єкта керування та одноконтурної САР отримання частотних характеристик.

					ПД.06.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Хохлов М.Л.			Розробити комп'ютерну систему автоматизації сепаратора сокової пари після апаратів нейтралізації ВТН та виконати синтез одноконтурної системи регулювання рівня рідини в сепараторі виробництва аміачної селітри	Літера	Аркуш	Аркушіє
Перевірів		Стенцель Й.І.					4	61
Реценз.		Літвінов К.А.				СНУ ім. В. Даля гр. АТП-17д		
Н. Контр.								
Затвердив		Стенцель Й.І.						

ВСТУП

Сучасні хіміко-технологічні процеси характеризуються складністю та високою швидкістю потоку, а також чутливістю до відхилень параметрів режиму від нормальних значень, шкідливих умов праці, вибухонебезпечних та легкозаймистих речовин. Зі збільшенням навантажень машини та потужності машини неможливо виконувати технологічні процеси при дуже високих тисках і температурах, а також швидкості хімічних реакцій за допомогою ручної праці. За таких умов навіть висококваліфікований фахівець не зможе вчасно вплинути на процес у разі відхилення від норми, а це може призвести до погіршення якості продукції, псування сировини, допоміжних речовин, а також аварій, пожеж, вибухи та інше. Деякі технологічні процеси можна виконувати лише з їх повною автоматизацією.

З використанням автоматики покращуються основні показники якості виробництва - збільшується кількість продукції, зростає її якість, зменшується собівартість, покращується продуктивність праці. Автоматизація передбачає контроль, керування, сигналізацію та блокування технологічних параметрів за допомогою відповідних автоматичних пристроїв.

Можлива інформація про вимірювання є основою для планування, управління та контролю на всіх етапах виробництва. Без точних і надійних вимірювань неможливо суворо враховувати і раціонально використовувати матеріальні цінності, забезпечуючи економічну витрату палива, енергії, сировини.

Одним з найважливіших аспектів є оптимізація управління процесами, яка забезпечить належне використання сировини та енергоресурсів, покращить якість продукції, збільшить термін придатності обладнання, зменшить витрати на продукцію, зменшить перевантаження обладнання тощо.

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРИНЦИПІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

1.1. Особливості автоматизації хімічних виробництв

Автоматизація є невід'ємною частиною хімічного виробництва з моменту створення промислової хімії. Еволюція автоматизації процесів була зумовлена особливими вимогами переробної промисловості та інноваційними циклами вимірювальної техніки та теорії управління.

Хімічні виробничі підприємства досі є плідним і надихаючим полем автоматизації, що має великий вплив на економію виробництва. Сьогодні автоматизація - це технологія, яка може підвищити ефективність виробництва та підвищити ефективність хімічних процесів.

Сучасний стан розвитку автоматизації виробництва призвів до створення якісно нової системи технологічних машин із засобами управління, заснованими на застосуванні електронних обчислювальних машин, програмованих логічних контролерів, інтелектуальних засобів вимірювання та управління, інформаційно інтегрованих промислових мереж. Автоматизація виробництва - один з основних напрямків науково-технічного прогресу.

При розробці та впровадженні систем автоматизації хімічних процесів та виробництва застосовуються ті самі підходи, що і в інших галузях. Однак умови хімічного виробництва та сам виробничий процес мають ряд особливостей.

Типова блок-схема хімічних процесів така:

сировина → підготовка сировини → хімічний синтез → ізоляція продукту → продукт

На вході будь-якого хімічного процесу завжди присутня сировина, яку необхідно зберігати і певною мірою готувати до подальшої переробки. Далі йде власне процес отримання продукції. На цій стадії хімічний продукт

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

отримують із заздалегідь підготовленої сировини за допомогою спеціальних пристроїв (змішувачів, сепараторів, колон, реакторів тощо) та / або речовин (каталізаторів). Зазвичай пристрої для отримання одного продукту об'єднують у технологічні установки. Далі отриманий продукт проходить розділення та очищення. Автоматизація хімічного виробництва дозволяє знизити собівартість кожного з цих етапів

Розглянемо деякі особливості хімічного виробництва.

1. Безперервність

В основному для всього хімічного виробництва характерна безперервність, тобто технологічний процес здійснюється в стійкому стані. Існують також хімічні виробництва з періодичним характером, де послідовність операцій з завантаження та підготовки сировини, хімічного синтезу, відбору та очищення продуктів має остаточну тривалість.

Безперервність хімічного виробництва ставить особливі вимоги до розробки систем автоматизації, таких як резервування польового обладнання, контролерів, каналів зв'язку, автоматизованих робочих станцій і серверів, організації резервного живлення обладнання тощо.

2. Розподіленість

Однією з особливостей хімічного виробництва є розміщення технологічних установок та обладнання на відкритих майданчиках, які займають велику площу. Типовий хімічний завод знаходиться на площі від кількох квадратних кілометрів до декількох десятків квадратних кілометрів. Все це потрібно враховувати при проектуванні систем автоматизації. Як правило, в таких випадках використовуються територіально розподілені автоматизовані системи. Швидкісні канали зв'язку, в тому числі ті, що базуються на оптичних лініях, також важливі, оскільки не всі інтерфейси та протоколи зв'язку забезпечують прийнятні швидкості обміну даними на великі відстані.

3. Жорсткі умови експлуатації

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі підприємств хімічної промисловості в робочій зоні постійно присутні різні небезпечні речовини, технологічні процеси в приладах проходять при високих температурах. Особливостями автоматизації хімічних виробництв тисків і температур. Особливо це стосується нафтохімічних підприємств, підприємств крекінгу, виробництва смоли та вуглецю. Все це висуває підвищені вимоги до систем автоматизації хімічних процесів. Як правило, шафи управління з контролерами, робочими станціями та серверами розміщують у спеціальних приміщеннях з примусовою подачею очищеного повітря. Польове обладнання підбирається для особливих показників відповідно до умов експлуатації. Все це зменшує шкідливий вплив шкідливих речовин на автоматику.

Для зменшення шкідливого впливу небезпечних речовин на експлуатаційний персонал, автоматизація хімічних заводів повинна також включати автоматизовані системи попередження про наявність у робочій зоні максимальних концентрацій небезпечних речовин.

4. Вибуховість

Вибухонебезпечні зони є на більшості хімічних підприємств, особливо на нафтохімічних підприємствах. Використання звичайних засобів автоматизації в таких випадках заборонено. Застосовуються засоби автоматизації вибухобезпечного виконання. У таких областях широко використовуються пневмоприводи. Рівень вибухозахисту засобів автоматики повинен відповідати класу вибухонебезпеки зони, де він буде встановлений.

5. Високе споживання енергії

Хімічне виробництво зазвичай характеризується значним споживанням енергії. Залежно від виду виробництва це може бути електроенергія, вугілля, мазут, природний газ, пара. Великі підприємства виробляють електроенергію та пару на власних теплових електростанціях. У зв'язку з цим гостро стоїть проблема обліку енергії. Тому автоматизація хімічного виробництва повинна включати автоматизовану систему інтегрованого обліку енергії.

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПД.06.01.ПЗ				

Як уже зазначалося, автоматизація хімічного виробництва така ж, як і в інших галузях.

Автоматизація хімічного виробництва дозволяє поліпшити якість продукції, знизити витрати, зменшити кількість оперативного персоналу, підвищити продуктивність праці та поліпшити виробничу культуру.

1.2. Застосування SCADA систем в автоматизації технологічних процесів хімічних виробництв

Диспетчерські системи є невід'ємними компонентами сучасних автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП). Вони включають локальні та віддалені пульти управління (DP), роль яких, як правило, виконують персональні комп'ютери у звичайному або промисловому дизайні з відповідним програмним забезпеченням, комунікаційні пристрої з віддаленими DP (модеми, радіомодеми тощо), канали зв'язку.

Автоматизація виробництва здійснюється шляхом впровадження SCADA-систем, що дозволяє вирішити проблеми програмного стикування різних пристроїв системи управління. OPC-сервери використовуються для зв'язку систем SCADA з контролерами.

Метою роботи є вирішення комплексу задач автоматизації, основними з яких є:

- розробка програми в середовищі пакета MasterSCADA, обробка черги повідомлень, переданих контролерами технологічного сервера;
- проектування інтерфейсу оператора-технолога;
- оптимізація режиму опитування технологічних датчиків для формування бази даних Firebird в режимі реального часу;
- вирішення питань аутентифікації оперативного персоналу через інструкції щодо прав користувачів та системи реєстрації дій;

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ПД.06.01.ПЗ

- вирішення питань архівних технологічних даних на основі аналізу характеристик тенденцій у технологічних параметрах.

Виробничі системи зі складними технологічними процесами включають сотні одиниць керованих приводів і спроектовані як паралельні потоки різних матеріалів на одному і тому ж обладнанні. Як правило, кожен конкретний технологічний перерозподіл відповідає своєму потоку, а їх сукупність - це технологічна діяльність.

Треба звернути увагу на ряд структурних особливостей сучасних галузей, що впливають на вибір методів та засобів управління ними.

Перша особливість - "блок" компонування, суть якої полягає в тому, що потік формується із типових одиниць.

Другою особливістю потокової системи виробництва є значні одиничні потужності всієї системи та основні вузли технологічної схеми.

Термін "SCADA" означає програму інструментів для розробки програмного забезпечення систем управління процесами в реальному часі та збору даних. Розглянемо загальний потік технологій SCADA.

На нижчому рівні знаходяться сімейства контролерів, інтегрованих у локальні мережі з автоматизованими робочими станціями (AWP) операторів. Вони управляють пристроями введення / виведення з датчиків (введення / виведення) і реалізують функції індивідуального управління (аварійний та технологічний захист, сигналізація, управління та команди на привід тощо).

На середньому рівні працюють спеціалізовані спеціалісти під керівництвом інтелектуальних інструментів SCADA-систем.

Нарешті, на верхньому рівні - сервери баз даних та завдання управління.

Усі САУ, побудовані на базі відомих SCADA-систем, вписуються в цю схему для систем промислової автоматизації. Представлення САУ на цій діаграмі показує широкий потенціал інтегрованої системи, починаючи від локального вводу-виводу (нижчий рівень) і закінчуючи робочими станціями

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

та серверами як засобом реалізації SCADA-системи та зв'язку з іншими системами.

При побудові АСУ ТП виділяються два незалежних рівні:

- рівень автоматизованих робочих місць (рівень робочої станції, верхній рівень), на якому здійснюється оперативний контроль технологічного процесу;
- рівень промислових контролерів (нижчий рівень), який замикає найбільш «короткі» замикання управління виробництвом.

Розглянемо протокол OLE для управління процесами (OPC). Цей протокол є основним у галузі SCADA-технологій. Стандарт OPC призначений для обміну промисловими даними між програмами різних розробників на основі платформи Microsoft Windows або платформ, що реалізують подібні до Windows механізми обміну (FreeBSD, Linux). Стандарт заснований на технологіях взаємодії між процесами COM / DCOM та .NET, розроблених корпорацією Майкрософт та частково переданих операційним системам інших компаній. Основною метою стандарту OPC є визначення механізму доступу до даних із будь-якого пристрою із програми.

Таким чином, застосування специфікації OPC забезпечує незалежність програмного забезпечення SCADA від програмних та апаратних особливостей промислової мережі та контролерів та дозволяє незалежним розробникам програмного та апаратного забезпечення створювати сумісні продукти.

Для роботи над проектами SCADA потрібно зрозуміти, як працює ця система, а саме її архітектуру. Основним елементом MasterSCADA є об'єкти, які розуміються як реальний пристрій, так і суто абстрактні речі. У середині себе об'єкти можуть містити інші об'єкти, змінні та функціональні блоки (різні бібліотеки служб, що забезпечують інтерфейси для управління та управління об'єктами).

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СЕПАРАТОРА СОКОВОЇ ПАРИ ПІСЛЯ АПАРАТІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВТН У ВИРОБНИЦТВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

2.1. Аналіз виробництва аміачної селітри

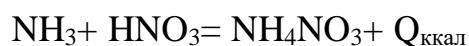
Технологія виробництва аміачної селітри передбачає нейтралізацію азотної кислоти газоподібним аміаком з використанням теплоти реакції (145 кДж / моль) для випаровування розчину нітрату. Після утворення розчину, як правило, з концентрацією 83%, надлишок води випаровується до стану розплаву, в якому вміст аміачної селітри становить 95 - 99,5% залежно від сорту готового продукту. Для використання в якості добрива розплав гранулюють у розпилювальних апаратах, сушать, охолоджують і покривають композиціями для запобігання злежуванню. Колір гранул варіюється від білого до безбарвного. Аміачна селітра для використання в хімії зазвичай зневоднюється, оскільки вона дуже гігроскопічна, і відсоток води в ній (ω (H₂O)) майже неможливо отримати.

На сучасних заводах, які виробляють аміачну селітру, яка майже не злежується, гарячі гранули, які містять 0,4% вологи або менше, охолоджуються в апаратах з киплячим шаром. Охолоджені гранули надходять на фасування в поліетиленові або тришарові паперові бітумні мішки. Щоб надати гранулам більшої міцності, що дозволяє транспортувати навалом, і підтримувати стабільність кристалічної модифікації з більш тривалим терміном зберігання в аміачній селітрі роблять такі добавки, як магнезит, напівводний сульфат кальцію, продукти розкладу сульфатної сировини з азотною кислотою та інші 5% по масі).

Азотна кислота з концентрацією більше 45% (45-58%) використовується для виробництва аміачної селітри, вміст оксидів азоту не повинен перевищувати 0,1%. Аміачна селітра також може бути використана для виробництва аміачної селітри, такої як аміачна вода та баки та продувні

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Процес нейтралізації здійснюється в нейтралізаторі, що дозволяє використовувати тепло реакції для часткового випаровування розчину - ВТН. Він призначений для отримання розчину аміачної селітри шляхом нейтралізації 58 - 60% азотної кислоти газоподібним аміаком з використанням теплоти реакції для часткового випаровування води з розчину при атмосферному тиску за реакцією:



Безпека процесу знешкодження забезпечується автоматичними блокуваннями, які зупиняють подачу сировини до приладів ВТН у разі порушення співвідношення азотної кислоти та газоподібного аміаку або при підвищенні температури в зоні реакції вище 180С; в останньому випадку конденсат водяної пари автоматично подається в ІТН.

Нагрівач азотної кислоти призначений для нагрівання 58 - 60% азотної кислоти від температури, при якій вона зберігається на складі, до температури 80 - 90 0С за рахунок нагрівання сокової пари від апарату ВТН. аміачний газовий нагрівач призначений для нагрівання аміаку до 120 - 180 С. Попередній нейтралізатор призначений для нейтралізації надлишкової кислотності аміаку розчину аміачної селітри, що постійно надходить з апарату ВТН, і вводиться як добавка сірчаної та фосфорної кислот. Висококонцентрований розплав отримують у випарнику за один етап під атмосферним тиском. Промивні та насосні установки необхідні для промивання пилу аміачної селітри, штормового повітря з вишки, аерозольних частинок аміачної селітри з пароповітряної суміші випарника, повітря з веж, сокової пари від приладів ВТН та аміаку з них потоки.

Грануляційна вежа складається з трьох частин: верхньої частини - зі стелею та перехідником для промивання скрубєрів; середня частина - власне будівля; нижня частина - з приймальним конусом. Виріб вивантажується на оборотний конвеєр через прямокутну щілину в нижній частині корпусу. Апарат для охолодження гранул у псевдозрідженому шарі призначений для

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Опис технологічного процесу сепаратора сокової пари стадії нейтралізації азотної кислоти аміаком і газами дистиляції в апаратах ВТН

Одним з основних апаратів виробництва аміачної селітри є сепаратор сокової пари. Передбачена подача парового конденсату в лінії виходу розчину ам.селітри з апаратів ВТН і в аміачні барботери для їх промивання при запусках і зупинках з метою запобігання кристалізації ліній і барботерів. Сокова пара, яка створюється у результаті кипіння розчину за рахунок тепла реакції нейтралізації, з апаратів ВТН поступає у сепаратори сокової пари 27/1,2. Мнемосхема комп'ютерної системи автоматизації технологічним процесом сепаратора сокової пари зображена на рис. 2.1.

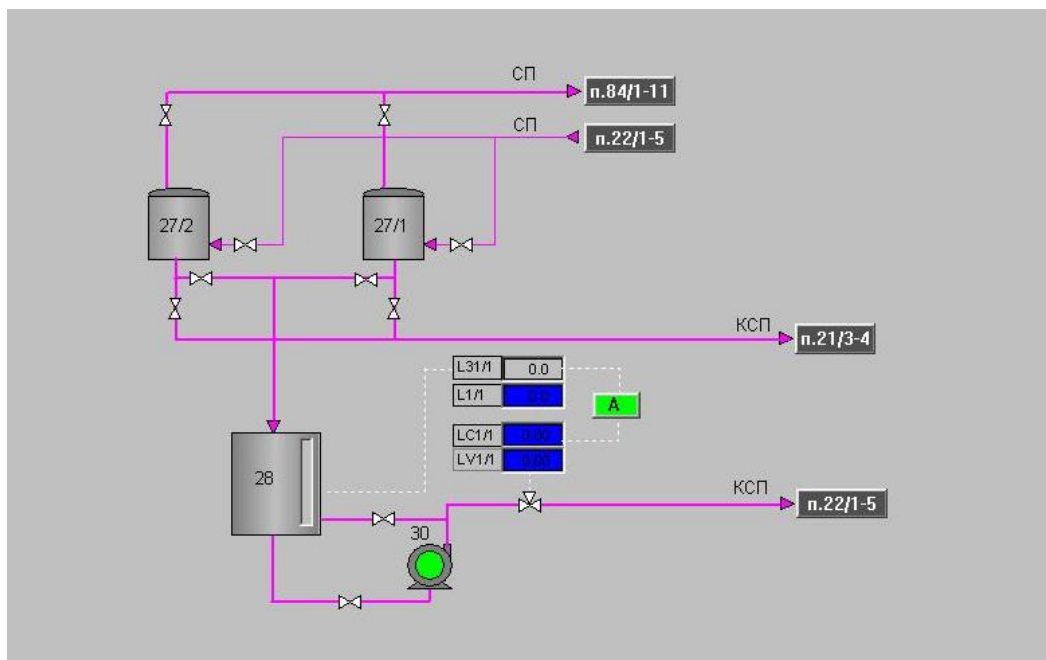


Рис. 2.1. Мнемосхема комп'ютерної системи автоматизації технологічним процесом сепаратора сокової пари

Сепаратор має три сітчасті тарілки, на двох з котрих укладені охолоджувальні оборотною водою змієвики. Частина сокової пари конденсується, за рахунок чого на тарілках створюється шар конденсату, барботуючи через котрий, сокова пара промивається. У верхній частині

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

сепараторів розміщено відбійник з іглопробивного полотна, на котрому проходить відділення та виведення бризків розчину ам.селітри. З сепараторів сокова пара поступає у загальний колектор сокової пари. Тиск сокової пари після апаратів ВТН повинний бути не більшим 20 кПа (0,2 кгс/см²). Сокова пара з донейтралізаторів викидається в атмосферу по свічі. Зконденсована в загальному колекторі сокова пара (конденсат) дренується в резервне сховище слабкого розчину 29/1, 2, збірник конденсату 54, збірник слабкого розчину ам.селітри 15.

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одноконтурні АСР призначені для регулювання однієї технологічної величини (вихідної координати) при дії на об'єкт керування різних збурень.

Апарати з рідиною широко використовуються в хімічній технології як напірні баки, теплообмінники змішування, рідинні реактори, гідрататори, а також як допоміжні складові таких агрегатів як абсорбери, випарні установки, ректифікаційні колони тощо. Вони, як правило, мають один, два та більше вхідних та один вихідний матеріальних потоків. У лінію кожного матеріального потоку може бути влаштований регулюючий орган РО з виконавчим механізмом ВМ, які використовуються для зміни витрати того чи іншого потоку. Його робота заснована на залежності виштовхуючої сили рідини при зміні її рівня.

Апарати та посудини, що працюють під тиском - це герметично закриті ємкості, призначені для здійснення хімічних, теплових та інших технологічних процесів, а також зберігання та перевезення газоподібних, рідких і інших речовин, які перебувають під надлишковим тиском. До них належать парові та водогрійні котли, компресори, холодильні установки, стаціонарні посудини, балони, трубопроводи гарячої води, пари та газу.

Принцип одноконтурної системи керування полягає в наступному. Зміна рівня рідини, яка контролюється рівнемірором 5 у вигляді вихідного електричного чи пневматичного сигналу передається на регулятор 6. Останній згідно з відповідним законом регулювання видає вихідний сигнал на виконавчий механізм 7, який жорстко пов'язаний з регулюючим органом 8. У результаті цього регулюючий орган змінює свій умовний поперечний отвір, що призводить до зміни витрати матеріального потоку, а відповідно до зміни рівня рідини.

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

3.2. Розробка технічного проєкту комп'ютерної системи автоматизації сепаратора сокової пари у виробництві аміачної селітри в статичному режимі роботи

Розробимо мнемосхему управління технологічним процесом за допомогою SCADA-системи Trace Mode. SCADA Trace Mode - це програмний продукт для управління процесами будь-яких промислових та комерційних об'єктів. Створений графічний екран - це візуальне відображення технологічного процесу, для якого створюється інтегрована в комп'ютер система управління. Під час створення необхідно показати апарати стадії, системи регулювання та стабілізації. Текстові блоки використовуються для відображення параметрів на робочому екрані, що дозволяє відображати значення з програми на екрані. Графічні елементи, такі як труби, корпуси, клапани тощо, створюються за допомогою вбудованих графічних бібліотек. Оглядова мнемосхема контролю сепаратора сокової пари показана на рисунку 3.2.

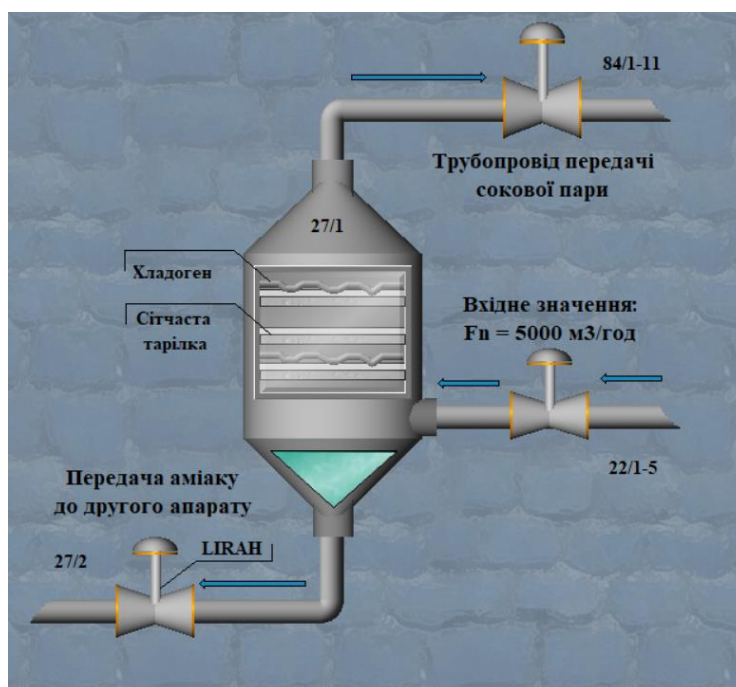


Рис. 3.2. Мнемосхема контролю сепаратора сокової пари

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

3.3. Розробка технічного проєкту комп'ютерної системи автоматизації сепаратора сокової пари у виробництві аміачної селітри в динамічному режимі роботи

3.3.2. Створення графічного екрану управління апаратом

Графічне середовище Trace Mode пропонує інструменти для створення таких графічних примітивів, як лінія, ламані, криві, прямокутники, плоскі фігури, об'ємні фігури, а також різні кнопки, тренди (графіки), вимикачі, прилади для відображення значення величини, регулятор у вигляді повзунка, діаграми. Ряд графічних примітивів дають можливість налаштувати властивості динамічного зображення, що дозволяє зробити зображення динамічним. Можна виділити наступні види динамічного зображення: динамічна заливка, динамічний контур, динамічна трансформація. Багато об'єктів дозволяють налаштувати виконання тієї чи іншої дії при натисканні або відпуску лівої кнопки миші. Багато графічні об'єкти, дозволяють змінювати колір заповнення замкнутої фігури в залежності від приналежності параметра тому чи іншому діапазону.

На рисунку 3.3 показано графічний екран для управління сепаратором сокової пари.

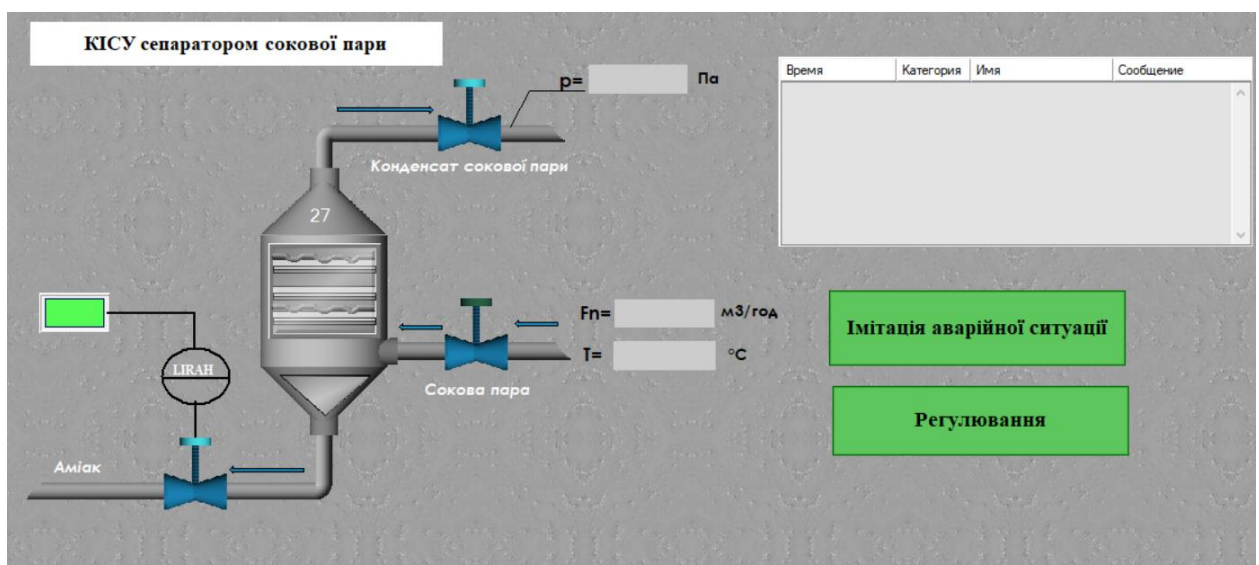


Рис. 3.3. Створення графічного екрану КІСУ

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СЕПАРАТОРА СОКОВОЇ ПАРИ ПІСЛЯ АПАРАТІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВТН

4.1. Структурно-логічний аналіз сепаратора сокової пари після апаратів нейтралізації ВТН

Об'єкт управління (регулювання) - об'єкт, який вимагає спеціально організованих дій з метою забезпечення близьких до бажаних процесів і значень параметрів

В автоматизованих системах об'єктом управління є умовно відокремлена частина системи, на яку впливає система управління для досягнення бажаного результату.

Об'єктом управління може бути окрема машина, апарат, пристрій, процес або сукупність технічних засобів (машини, пристрої, пристрої), які виконують процес, але вимагають спеціально організованих зовнішніх впливів для досягнення мети управління.

Сепаратор сокової пари являє собою апарат з рідиною під тиском - це багатопараметричний об'єкт зі складними взаємопов'язаними внутрішніми зв'язками.

Багатопараметричні об'єкти керування мають багато вхідних і вихідних координат та при їх автоматизації, як правило, розділяють на двохпараметричні з двома входами і двома виходами.

Апарат з рідиною під тиском має дві вхідних координати x_1 і x_2 та дві вихідних - y_1 і y_2 та збурюючі - z_1, z_2 і z_3 .

Структурно - логічна схема апарата зображена на рис. 4.1.

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

$dm_C = F_C dt$ – кількість рідини, яка виходить з апарату;

Залежність витрати стоку від рівня рідини в апараті описується рівнянням:

$$F_C = \alpha_p S_p \rho \sqrt{2gL} \quad (4.3)$$

де ρ – густина кубового залишку;

L – висота рівня рідини в апараті;

S_p – поперечний перетин регулюючого органу на лінії стоку;

α_p – коефіцієнт витрати регулюючого органу;

g – прискорення вільного падіння.

$dm_{n_2} = F_{n_2} dt$ – кількість газу, яка надходить у резервуар;

$dm_V = V_p d\rho$ – кількість газу, яка накопичується в резервуарі об'ємом V_p .

де $d\rho$ – зміна густини газу в резервуарі, яка виникає при зміні тиску.

Для технічних розрахунків цілком достатньо точності у визначенні густини газу, що забезпечує рівняння ідеального газу Менделєєва – Клапейрона:

$$d\rho = \frac{1}{RT} dP \quad (4.4)$$

Враховуючи рівняння (4.4), отримаємо

$$dm_V = \frac{V_p}{RT} dP \quad (4.5)$$

$dm_{C_2} = F_{C_2} dt$ – кількість газу, яка виходить з резервуару.

Витрата стоку через регулюючий орган може бути визначена таким чином:

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_c = \frac{\alpha_p S_p g}{\sqrt{gRT}} CP \quad (4.6)$$

де α_p – коефіцієнт витрати через регулюючий орган;

S_p – поперечний перетин отвору цього органу, м²;

R – універсальна газова стала, Дж/моль·К;

T – температура, °Л;

P – тиск, Па;

g – прискорення вільного падіння, $\frac{м}{с^2}$;

C – стала, яка залежить від показника адіабати для даного газу і визначається за формулою Сен-Венана – Венцеля:

$$C = \left(\frac{2}{K+1}\right)^{\frac{1}{K-1}} \cdot \sqrt{\frac{2K}{K+1}} \quad (4.7)$$

де K – показник адіабати газу, для двохатомних газів дорівнює приблизно 1,4.

Після підстановки (4.3) в рівняння (4.1) воно набуде вигляду:

$$\rho S dL + \alpha_p S_p \rho \sqrt{2gL} dt = F_n dt, \quad (4.8)$$

де S - поперечний перетин апарату;

F_n - витрата рідини на притоці.

Враховуючи формули (4.6) і (4.7), рівняння (4.2) приймає вид:

$$F_n dt = \frac{V_p}{RT} dP + \frac{\alpha_p S_p C g}{\sqrt{gRT}} P dt \quad (4.9)$$

Розділимо ліву і праву частини рівняння (4.8) на dt і в результаті отримаємо:

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$rS \frac{dL}{dt} + \alpha_p S_p \rho \sqrt{2gL} = F_n, \quad (4.10)$$

Розділимо рівняння (4.9) на dt і запишемо його у вигляді:

$$\frac{V_p}{RT} \frac{dP}{dt} + \frac{\alpha_p S_p C g}{\sqrt{gRT}} P = F_n \quad (4.11)$$

Відомо, що рідини можуть значно розширюватися від зміни температури. Враховуючи, що конструктивні параметра апарата мало змінюються від температури і ними можна знехтувати, за сталого поперечного перетину апарата зміна температури може спричинити значне відхилення рівня. Залежність густини від зміни температури має вигляд:

$$\rho = \rho_0 \frac{1}{1 + \beta(T - T_0)}, \quad (4.12)$$

де ρ, ρ_0 - густина рідини відповідно при температурі T і T_0 ;

β - коефіцієнт об'ємного розширення.

Враховуючи залежність (4.5) рівняння (4.4) набуде вигляду:

$$\rho_0 S \frac{dL}{dt} + \alpha_p S_p \rho_0 \sqrt{2gL} = F_n (1 + \beta(T - T_0)) \quad (4.13)$$

До змінних параметрів слід віднести витрати F_n притоку, рівень L та густину r , а якщо має місце стік рідини, то, крім цих параметрів, ще додається поперечний перетин регулюючого органу S_p і температура T .

Зазначимо, що допустима зміна рівня рідини за технологічним регламентом L_0 , тобто $L_0 = L_{max} - L_{min}$, де L_{max} ; L_{min} - відповідно максимальне і мінімальне значення рівня.

Наведемо відхилення цих величин від їх номінальних значень:

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = L_0 + \Delta L, F_n = F_{n0} + \Delta F_n; \rho = \rho_0 + \Delta \rho; S_p = S_{p0} + \Delta S_p;$$

$$T = T_0 + \Delta T.$$

Підставляємо ці значення в рівняння (4.13) та після відповідних перетворень та вилучення доданків малого ступеня важливості отримуємо лінеаризовану математичну модель вигляду:

$$\rho_{00} S \frac{d\Delta L}{dt} + \alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0} \frac{1}{2} \alpha_p S_{p00} \sqrt{2gL_0} \frac{\Delta L}{L_0} + \alpha_p S_{p0} \sqrt{2gL_0} \Delta \rho_0 +$$

$$+ \alpha_p S_{00} \sqrt{2gL_0} \Delta S_p = F_{n0} \beta \Delta T + \Delta F_n \quad (4.14)$$

Проаналізуємо рівняння (4.7). Сталими параметрами нелінійної моделі можна вважати об'єм резервуара $p V$, газову сталу R , коефіцієнт витрати регулюючого органу αp і сталу C .

До змінних параметрів відносяться: тиск P у резервуарі, який є вихідним для об'єкта керування, температура T газу, витрати газу F_n , а також поперечний перетин регулюючого органу S_p .

Змінні параметри задамо через відхилення від номінальних значень параметрів:

$$P = P_0 + \Delta P; T = T_0 + \Delta T; F_n = F_{n0} + \Delta F_n; S_p = S_{p0} + \Delta S_p$$

Ліву і праву частини рівняння (4.11) помножимо на $RT\sqrt{gRT}$ і запишемо у вигляді:

$$V_p \sqrt{gRT} \frac{dP}{dt} + \alpha_p S_p C g R T P = F_n \sqrt{g(RT)^3} \quad (4.15)$$

Функцію $g(RT)^3$ розкладемо у ряд Тейлора навколо номінального значення температури T_0 :

$$\sqrt{g(RT)^3} = \sqrt{g(RT_0)^3} + \frac{3}{2} R \sqrt{gRT_0} \Delta T \quad (4.16)$$

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Підставивши рівняння змінних параметрів і (4.16) у (4.15), дістанемо:

$$V_p \sqrt{gRT_0} \frac{d(P_0 + \Delta P)}{dt} + \alpha_p C g R (S_{p0} + \Delta S_p) (T_0 + \Delta T) (P_0 + \Delta P) = (F_{n0} + \Delta F_n) (\sqrt{g(RT)^3} + 1.5R \sqrt{gRT_0} \Delta T) \quad (4.17)$$

Після перемноження та знехтування складовими малої ступені важності отримаємо:

$$V_p \sqrt{gRT_0} \frac{d\Delta P}{dt} + \alpha_p C g R S_{p0} T_0 P_0 + \alpha_p C g R S_{p0} T_0 \Delta P + \alpha_p C g R S_{p0} P_0 \Delta T + \alpha_p C g R T_0 P_0 \Delta S_p = F_{n0} \sqrt{g(RT)^3} + \sqrt{g(RT)^3} \Delta F_n + 1.5R \sqrt{gRT_0} \Delta T \quad (4.18)$$

З рівняння (4.14) вилучаємо статичну характеристику моделі:

$$\alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0} = F_{n0} \quad (4.19)$$

З рівняння (4.18) вилучимо рівняння статички:

$$\alpha_p C g R T_0 S_{p0} P_0 = F_{n0} \sqrt{g(RT)^3} \quad (4.20)$$

Після (4.19) отримаємо рівняння динаміки апарату з рідиною:

$$\rho_{00} S \frac{d\Delta L}{dt} + \frac{1}{2} \alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0} \frac{\Delta L}{L_0} + \alpha_p S_{p0} \sqrt{2gL_0} \Delta \rho_0 + \alpha_p \rho_{00} \sqrt{2gL_0} \Delta S_p = F_{n0} \beta \Delta T + \Delta F_n \quad (4.21)$$

Переносимо доданки з параметром L в ліву частину рівняння, а всі інші у праву:

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПД.06.01.ПЗ				

$$\rho_{00}S \frac{d\Delta L}{dt} + \frac{1}{2} \alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0} \frac{\Delta L}{L_0} = \Delta F_n + F_{n0} \beta \Delta T - \alpha_p S_{p0} \sqrt{2gL_0} \Delta \rho_0 - \alpha_p \rho_{00} \sqrt{2gL_0} \Delta S_p \quad (4.22)$$

Множимо та ділимо змінні величини обох частин рівняння (4.22) на їх номінальні значення:

$$\rho_{00} L_0 S \frac{d\Delta L}{dt} \frac{\Delta L}{L_0} + \frac{1}{2} \alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0} \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{\Delta F_n}{F_{n0}} F_{n0} + \frac{\Delta T}{T_0} F_{n0} \beta T_0 \frac{\Delta \rho_0}{\rho_{00}} (-\alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0}) + \frac{\Delta S_p}{S_{p0}} (-\alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0}) \quad (4.23)$$

Нехай, тоді поділимо ліву і праву частини рівняння (4.23) на П:

$$+ \frac{\Delta \rho_0}{\rho_{00}} (-2) + \frac{\Delta S_p}{S_{p0}} (-2) \quad (4.24)$$

Після знаходження (4.20) в результаті маємо рівняння динаміки резервуару під тиском:

$$V_p \sqrt{gRT_0} \frac{d\Delta P}{dt} + CgRT_0 S_{p0} \Delta P = \sqrt{g(RT)^3} \Delta F_n + (1.5F_{n0} gR \sqrt{gRT_0} - \alpha_p CgRS_{p0} P_0) \Delta T - \alpha_p CgRS_{p0} P_0 \Delta S_p \quad (4.25)$$

Запишемо рівняння (4.24) у відносній формі, для цього введемо наступні позначення:

$$y = \frac{\Delta L}{L_0}; x_1 = \frac{\Delta F_n}{F_{n0}}; z_1 = \frac{\Delta S_p}{S_{p0}}; z_2 = \frac{\Delta T}{T_0}; z_3 = \frac{\Delta \rho_0}{\rho_{00}}.$$

Тоді отримаємо математичну модель апарату з рідиною:

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau \frac{dy}{dt} + y = x_1 K_1 + z_1 K_2 + x_2 K_3 + z_3 K_4 \quad (4.26)$$

де $\tau = \frac{2L_0 S}{\alpha_p S_{p0} \sqrt{2gL_0}}$ – стала часу;

Враховуючи математичну модель (4.26), одержуємо диференціальне рівняння ланки АСР:

$$\tau \frac{dy}{dt} + y = K_4 \frac{d^3 z_3}{dt^3} + K_3 \frac{d^2 x_2}{dt^2} + K_2 \frac{dz_1}{dt} + K_1 x \quad (4.27)$$

K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнти передачі: $K_1 = \frac{F_{no}}{\Pi}$; $K_2 = \frac{F_{no} \beta T_0}{\Pi}$; $K_3 = -2$; і $K_4 = -2$.

Приведемо рівняння (4.25) до відносної форми, вводячи такі позначення відповідно до структурно-логічної схеми:

$$y = \frac{\Delta P}{P_0}; x = \frac{\Delta F}{F_{no}}; z_1 = \frac{\Delta T}{T_0}; z_2 = \frac{\Delta S_p}{S_{p0}}$$

Тоді розділивши рівняння (4.25) на $\alpha_p C g R S_{p0} P_0$, дістанемо:

$$\frac{V_p}{\alpha_p S_{p0} C \sqrt{gRT_0}} \frac{dy}{dt} + y = \frac{\sqrt{gRT_0} F_{no}}{g \alpha_p C S_{p0} P_0} x + \left(1.5 \frac{F_{no} \sqrt{gRT_0}}{g \alpha_p S_{p0} C P_0} - 1 \right) z_1 - z_2 \quad (4.28)$$

Тоді рівняння математичної моделі резервуара під тиском набуде вигляду:

$$\tau \frac{dy}{dt} + y = K_1 x + K_2 z_1 + K_3 z_2 \quad (4.29)$$

де $\tau = \frac{F_{no}}{\alpha_p S_{p0} C \sqrt{gRT_0}}$ – стала часу;

K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти передачі: $K_1 = \frac{F_{no} \sqrt{gRT_0}}{g \alpha_p C S_{p0} P_0}$; $K_2 = \frac{1.5 F_{no} \sqrt{gRT_0}}{g \alpha_p S_{p0} C P_0} - 1$

і $K_3 = -1$.

Запишемо рівняння (4.26) за допомогою визначника Лапласа:

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$(\tau s + 1)y = x_1(s)K_1 + z_1(s)K_2 + x_2(s)K_3 + z_3(s)K_4 \quad (4.30)$$

Кожний канал характеризується передаточною функцією:

- для каналу регулювання апарата з рідиною $P \rightarrow F_n$:

$$W_p(s) = \frac{K_1}{\tau s + 1} \quad (4.31)$$

- для каналу регулювання резервуару під тиском $P \rightarrow F_n$:

$$W_p(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{K_1}{\tau s + 1} \quad (4.32)$$

- для каналів збурення апарата з рідиною (відповідно $P \rightarrow T$, $P \rightarrow S_p$):

$$W_{z1}(s) = \frac{K_2}{\tau s + 1} \quad (4.33)$$

$$W_{z2}(s) = \frac{K_3}{\tau s + 1} \quad (4.34)$$

$$W_{z3}(s) = \frac{K_4}{\tau s + 1} \quad (4.35)$$

- для каналів збурення резервуару під тиском (відповідно $P \rightarrow T$, $P \rightarrow S_p$):

$$W_{z1}(s) = \frac{Y(s)}{Z_1(s)} = \frac{K_2}{\tau s + 1} \quad (4.36)$$

$$W_{z2}(s) = \frac{Y(s)}{Z_2(s)} = \frac{K_3}{\tau s + 1} \quad (4.37)$$

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Розрахунок математичної моделі сепаратора сокової пари в динамічному режимі його роботи

Регламентні параметри для сепаратора сокової пари є наступними:

Витрата сокової пари, яка поступає $F_n = 5000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Витрата сокової пари, яка виходить $F_c = 3500 \text{ м}^3/\text{год}$.

Тиск в апараті $P = 0.02 \text{ МПа}$ (0.2 кгс/см^2).

Тиск теплоносія $P_T = 0.001 \text{ МПа}$ (0.1 кгс/см^2).

Температура аміачної селітри $T_p = 160 \text{ }^\circ\text{C}$.

Рівень рідини в апараті $L = 1.6 \text{ м}$.

Поперечний перетин регулюючого органу $S_p = 0.06 \text{ м}^2$.

Густина аміачної селітри $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$.

Кількість суміші в апараті $m = 1400 \text{ кг}$.

Об'єм сепаратора сокової пари $V = 10 \text{ м}^3$

Коефіцієнт витрати через регулюючий орган - $\alpha p = 0.6$.

Прискорення вільного падіння - $g = 9.81 \text{ м/с}^2$.

Коефіцієнт об'ємного розширення - $\beta = 0.001 \text{ К}$.

Поперечний перетин апарата знаходимо за формулою:

$$> S := \frac{m}{\rho \cdot L};$$

$$S := 0.5468750000$$

Об'єм суміші в апараті, яка може змінюватися:

$$> V := S \cdot L;$$

$$V := 0.8750000000$$

Знайдемо сталу часу об'єкта керування:

$$> \tau := \frac{2 \cdot V}{\alpha \rho \cdot S p \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L}};$$

$$\tau := 1.2600000000$$

Коефіцієнти передачі об'єкта:

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_p(s) = \frac{K1}{\tau \cdot s + 1}$$

Після розрахунку модель передавальної функції має такий вигляд:

$$W_p(s) = \frac{2}{1.26 \cdot s + 1}$$

Перехідний процес за каналом регулювання, враховуючи 5% зону, зображений на рис. 4.4.

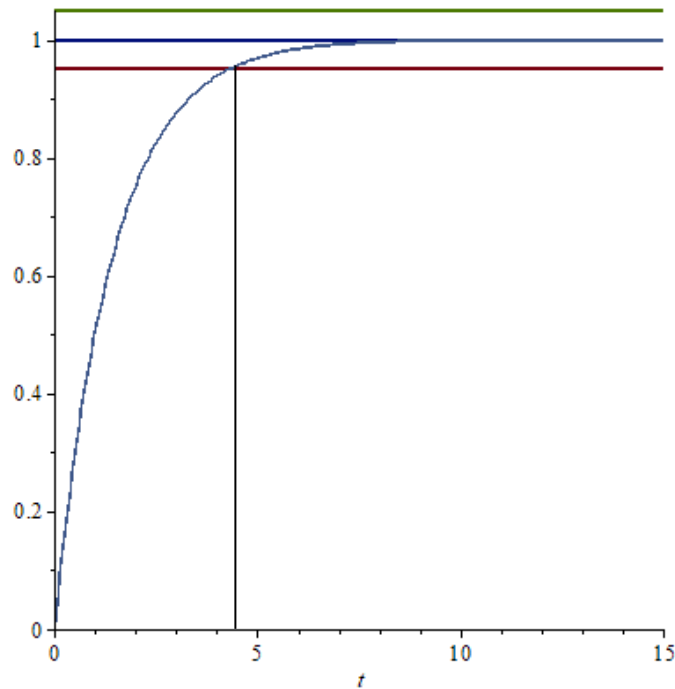


Рис. 4.4. Крива перехідного процесу об'єкта керування за каналом регулювання

Перехідний процес об'єкта керування має аперіодичну форму. Крива на графіку входить до 5 %-вої зони постійного значення вихідної величини, отже, перехідний процес – закінчений. У місці перетину 5 %-вої зони з кривою перехідного процесу опустимо перпендикуляр на числову вісь. Таким чином за графіком знайдемо час регулювання, який становить 4,5 с.

Графіки частотних характеристик показані на рисунках 4.4-4.7.

$$s := I \cdot \omega;$$

$I \omega$

$$R := \text{Re}(Wp);$$

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

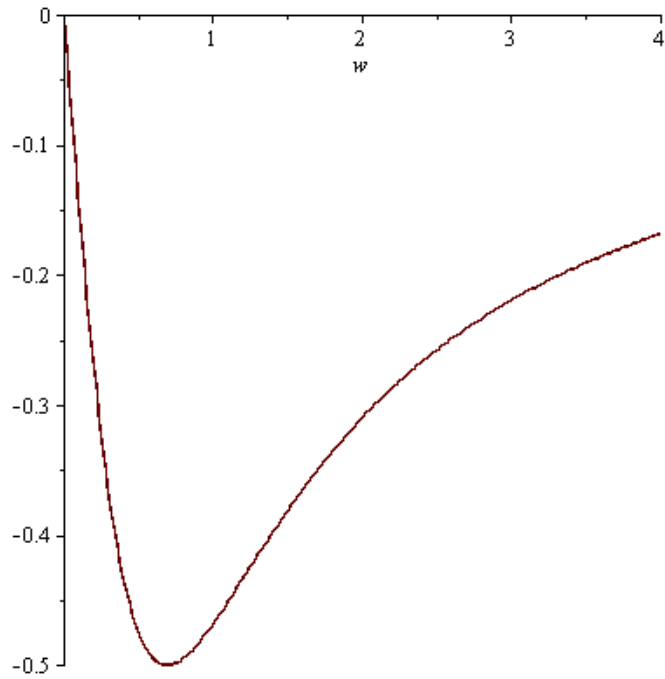


Рис. 4.5. Уявна частотна характеристика

$$> A := \sqrt{R^2 + M^2};$$

$$\left(\frac{2.073600003 \Re(w)^2}{((1 - 1.440000001 \Im(w))^2 + 2.073600003 \Re(w)^2)^2} + \frac{1.000000000 (1 - 1.440000001 \Im(w))^2}{((1 - 1.440000001 \Im(w))^2 + 2.073600003 \Re(w)^2)^2} \right)^{1/2}$$

plot(A, w = 0 .. 6);

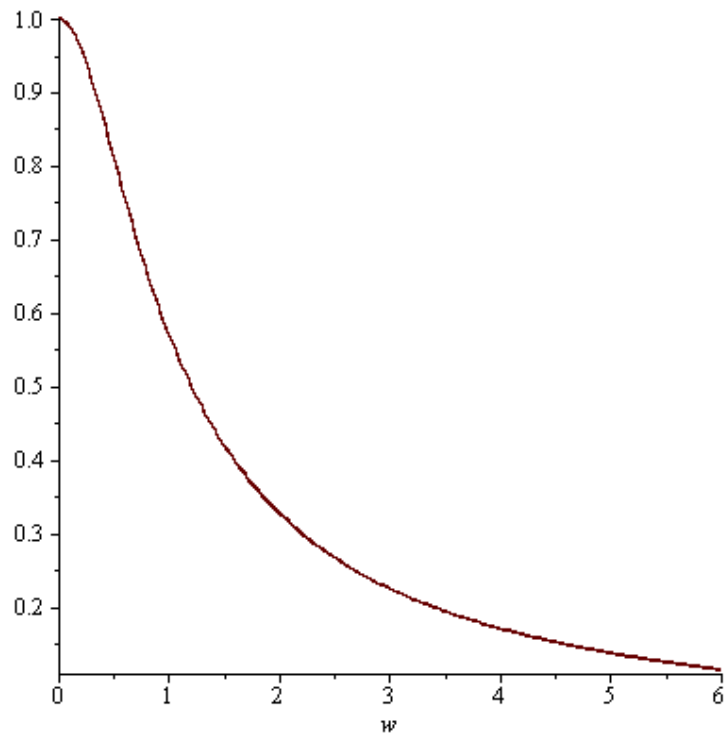


Рис. 4.6. Амплітудо-частотна характеристика

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата


```
> F := arctan( M / R );
```

$$-\arctan\left(\frac{1.440000001 \Re(w)}{1 - 1.440000001 \Im(w)}\right)$$

```
plot(F, w = 0 .. 5);
```

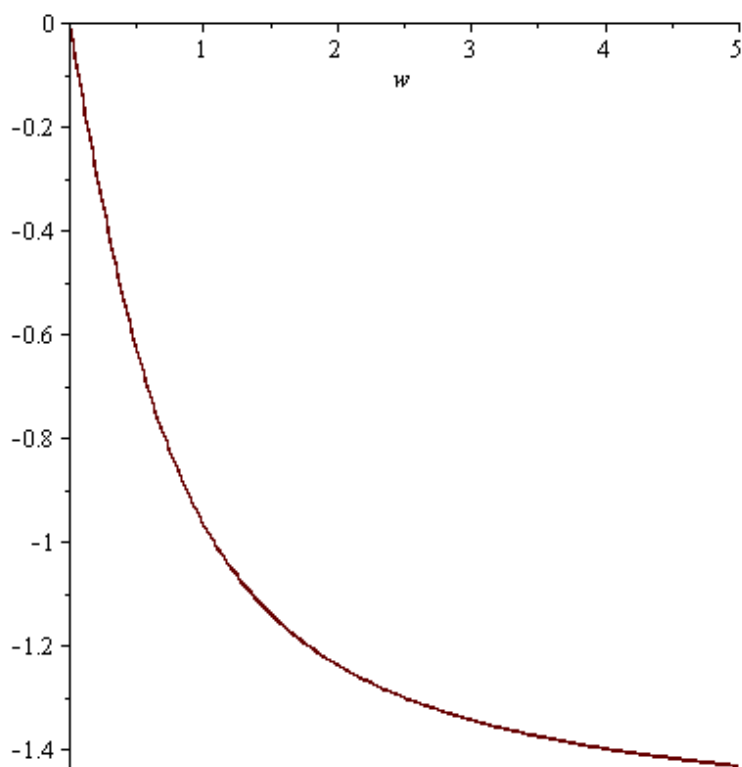


Рис. 4.7. Фазо – частотна характеристика

РОЗДІЛ 5. СИНТЕЗ ОДНОКОНТУРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ (АСР) РІВНЯ РІДИНИ В СЕПАРАТОРІ

5.1. Розробка структурної схеми одноконтурної АСР рівня рідини в сепараторі

Одноконтурні системи автоматичного керування (АСК) призначені для стабілізації одного технологічного параметра (вихідної координати) при дії на об'єкт різних збурень. Одноконтурна АСК має один замкнений контур, який складається з регулятора Р, виконавчого механізму ВМ, регулюючого органу РО, технологічного об'єкта керування ТОК, давача Д і проміжного перетворювача ПП.

У процесі дослідження одноконтурних АСК кожен ланку структурної схеми описують тією чи іншою передавальною функцією, наприклад, регулятор передавальною функцією $W_p(s)$, виконавчий механізм - $W_2(s)$, регулюючий орган - $W_3(s)$, технологічний об'єкт керування - $W_4(s)$, давач - $W_5(s)$ і проміжний перетворювач - $W_6(s)$.

Така АСК має дві вхідні координати: завдання u і збурення z та одну вихідну - y . Канал $u \rightarrow y$ називається каналом регулювання, а $z \rightarrow y$ - каналом збурення. У разі ступінчастої зміни вхідної координати z на виході системи з'явиться сигнал, який змінюватиметься в часі, тобто вихідний сигнал одержить відхилення від усталеного значення, яке з часом зникає. Зі зміною задання u вихідний сигнал також одержить відхилення, яке набуде нового усталеного значення.

Розробимо одноконтурну АСР рівня, а також розробимо або виберемо передавальні функції всіх динамічних ланок АСР. На рисунку 5.1. представлена структурна схема стабілізації АСР рівня.

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

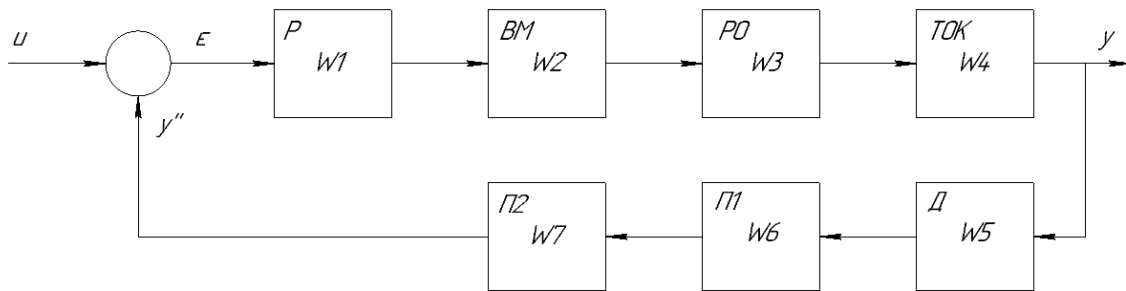


Рис. 5.1. Структурна схема АСР стабілізації рівня рідини

5.2. Розрахунок перехідних процесів і частотних характеристик об'єкта

Для стабілізації рівня використаємо ІІІ-регулятор. Його передавальна функція має вигляд:

$$W_p(s) = k_p + \frac{1}{T_i s}, \quad (5.1)$$

де k_p і T_i - коефіцієнт підсилення та час інтегрування регулятора.

Виконавчий механізм являє собою пневматичний виконавчий механізм. З деяким наближенням передавальну функцію виконавчого механізму запишемо у вигляді:

$$> W_2(s) := \frac{0.8}{20 \cdot s + 1};$$

$$\frac{0.8}{20 s + 1}$$

Регулюючий орган та нормуючий проміжний перетворювач вихідного сигналу рахуватимемо як підсилювальні динамічні ланки, для яких приймемо наступні передавальні функції:

$$> W_3(s) := 0.8;$$

$$0.8$$

$$> W_6(s) := 0.9;$$

$$0.9$$

Технологічний об'єкт керування (ТОК) без часу запізнення описується наступною передавальною функцією:

										Арк.
										45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$> W4(s) := \frac{2}{1.26 s + 1};$$

$$\frac{2}{1.26 s + 1}$$

Рівень в установці вимірюється рівнемірною ультразвуковим, який можна представити підсилювальною динамічною ланкою. Тому передавальна функція датчика рівня:

$$> W5(s) := 0.95;$$

$$0.95$$

Знаходимо передавальну функцію еквівалентного об'єкта керування:

$$> W_{eo}(s) := W2(s) \cdot W3(s) \cdot W4(s) \cdot W5(s) \cdot W6(s);$$

$$\frac{1.299600}{(20 s + 1) (1.26 s + 1)}$$

Підставивши в останнє рівняння вищеназвані передавальні функції, маємо:

$$> s := I \cdot w;$$

$$I w$$

$$> W_{eo}(w) := \frac{1.3}{25.20 s^2 + 21.26 s + 1};$$

$$W_{eo} := \frac{1.3}{-25.20 w^2 + 21.26 I w + 1}$$

З рівняння видно, що еквівалентний об'єкт керування описується диференціальним рівнянням другого порядку.

5.3. Основи розрахунку перехідних процесів САР

Розрахуємо ДЧХ та знайдемо частоту переходу ω_{Π} еквівалентного об'єкта.

$$> R := \text{Re}(W_{eo});$$

$$1.3 \Re \left(\frac{1}{-25.20 w^2 + 21.26 I w + 1} \right)$$

$$> \text{plot}(R, w = 0.15 .. 0.25);$$

										Арк.
										46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДЧХ, УЧХ та АЧХ еквівалентного об'єкта показані на рисунках 5.3-5.5.

> $s := I \cdot w;$

$I w$

$R := \text{Re}(W_{eo});$

$$1.3 \Re \left(\frac{1}{-25.20 w^2 + 21.26 I w + 1} \right)$$

$\text{plot}(R, w = 0 .. 0.5);$

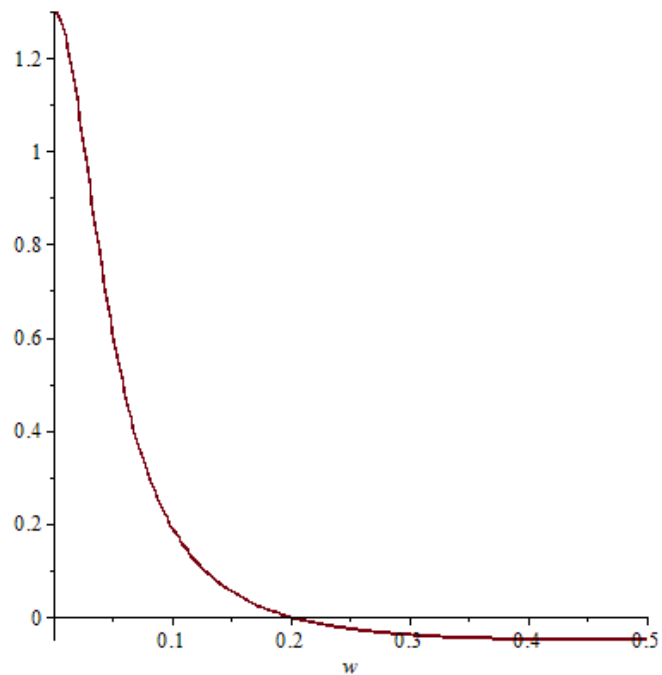


Рис. 5.3. Дійсна частотна характеристика еквівалентного об'єкта

> $M := \text{Im}(W_{eo});$

$$1.3 \Im \left(\frac{1}{-25.20 w^2 + 21.26 I w + 1} \right)$$

> $\text{plot}(M, w = 0 .. 0.3);$

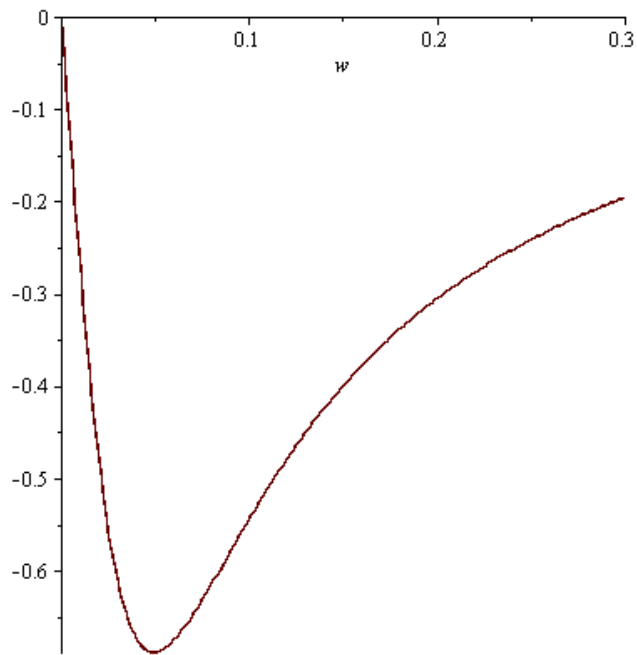


Рис. 5.4. Уявна частотна характеристика еквівалентного об'єкта

```

> A := sqrt(R^2 + M^2);
      (1.69 ℑ( (1 / (-25.20 w^2 + 21.26 I w + 1))^2
      + 1.69 ℑ( (1 / (-25.20 w^2 + 21.26 I w + 1))^2 ))^1/2
> plot(A, w=0..0.2);

```

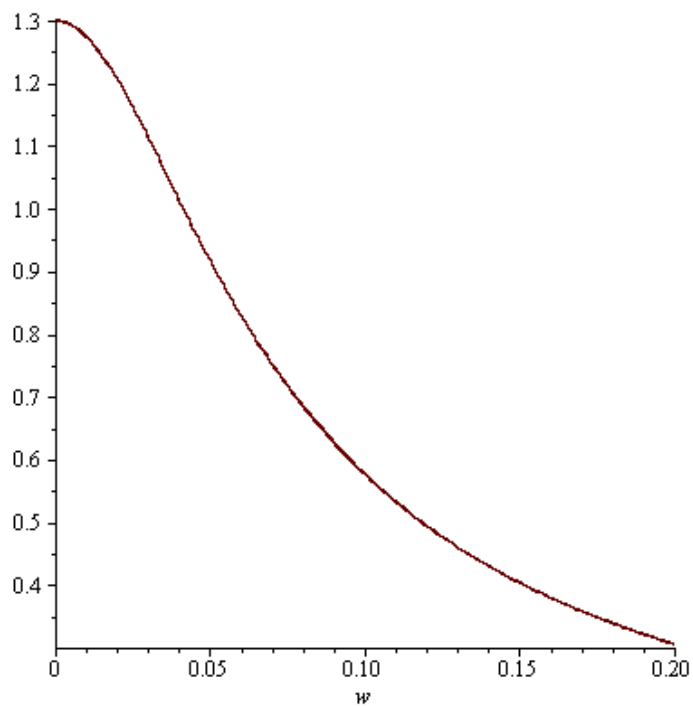


Рис. 5.5. Амплітудно-частотна характеристика еквівалентного об'єкта

Знайдемо відношення постійних часу еквівалентного об'єкта керування:

$$V := \frac{T_{01}}{T_{02}};$$

$$V := 2.000000000$$

Так як відношення $T_1/T_2 = 2$, то робимо висновок, що перехідний процес еквівалентного об'єкта керування матиме критичний характер. Тому розрахунок перехідного процесу виконаємо за формулою:

$$y := k \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{T_{01}} \right) \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_{02}} \right) \right);$$

$$y := 0.75 - 0.07500000000 e^{-0.2000000000 t}$$

Крива перехідного процесу еквівалентного об'єкта керування матиме вигляд, показаний на рисунку 5.6.

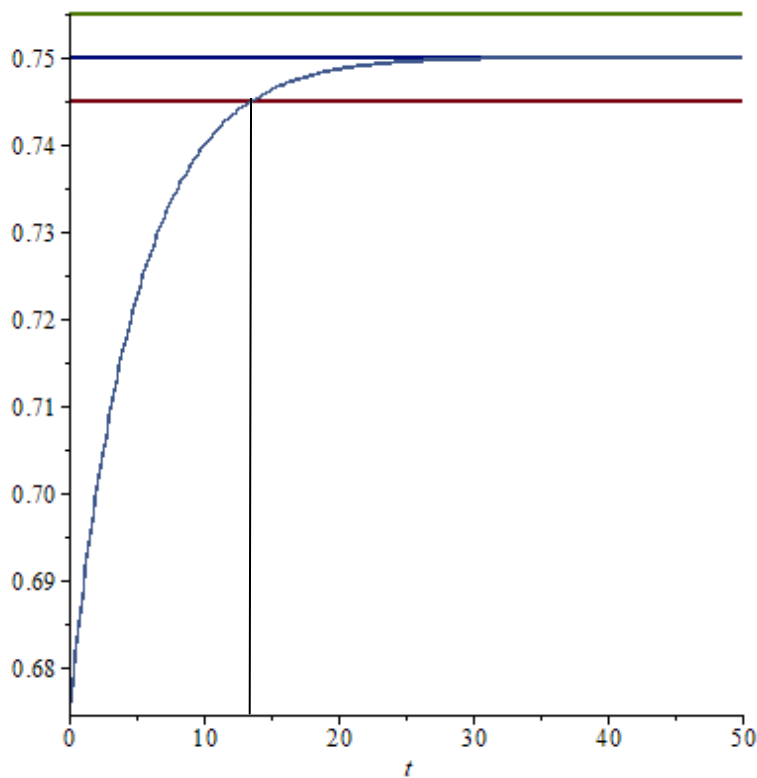


Рис. 5.6. Перехідний процес еквівалентного об'єкта

5.4. Розрахунок оптимальних налагоджень регулятора

Розрахунок оптимальних налагоджень регулятора виконаємо методом трикутника. Для цього використаємо криву перехідного процесу еквівалентного об'єкта керування показану на рис. 5.6. В області максимальної чутливості об'єкта побудуємо трикутник як показано на рисунку 5.7 та знайдемо швидкість його руху за формулою:

$$v_{\max} = \Delta y / \Delta t . \quad (5.3)$$

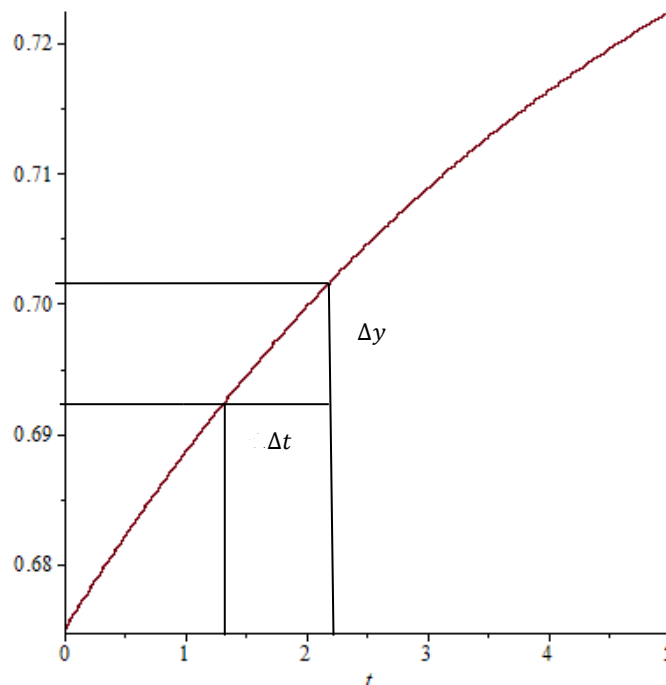


Рис. 5.7. Визначення оптимальних параметрів регулятора методом трикутника.

Розрахунок оптимальних параметрів:

$$> v_{\max} := \frac{0.007}{0.8};$$

$$v_{\max} := 0.008750000000$$

Так як для регулювання використовуємо ПІ-регулятор, то оптимальні налагодження регулятора знаходимо за формулами:

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

- оптимальне значення коефіцієнта регулювання:

$$> K_p := 1.2 \cdot V_{max} \cdot T_z;$$

$$0.006615000000$$

- час інтегрування:

$$> T_i := 100;$$

$$100$$

5.5. Розрахунок математичної моделі САР, передавальної функції і частотних характеристик

Розрахувавши параметри для ПІ-регулятора, отримаємо передавальну функцію регулятора:

$$> W_1(s) := K_p + \frac{1}{T_i \cdot s};$$

$$0.006615000000 + \frac{1}{100 s}$$

Передавальна функція одноконтурної системи керування:

$$W(s) = \frac{W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)}{1 + W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s) \cdot W_5(s) \cdot W_6(s)} \quad (5.4)$$

Підставляємо значення передавальних функцій усіх ланок САР та отримуємо:

$$> W(s) := \frac{W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)}{1 + W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s) \cdot W_5(s) \cdot W_6(s)};$$

$$W := \left(1.520 \left(0.006615000000 + \frac{1}{100 s} \right) \right) / \left((20 s + 1) (1.26 s + 1) \left(\frac{1.299600 \left(0.006615000000 + \frac{1}{100 s} \right)}{(20 s + 1) (1.26 s + 1)} + 1 \right) \right)$$

Частотні характеристики автоматичної системи регулювання показані на рисунках 5.8-5.10.

$$> s := I \cdot w;$$

$$s := I w$$

$$R := \text{Re}(W);$$

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

$$1.520 \Re \left(\left(\left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right) / \left((20 I w + 1) (1.26 I w + 1) \right) \right) \frac{1.299600 \left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right)}{(20 I w + 1) (1.26 I w + 1)} + 1 \right)$$

> plot(R, w=0..0.2);

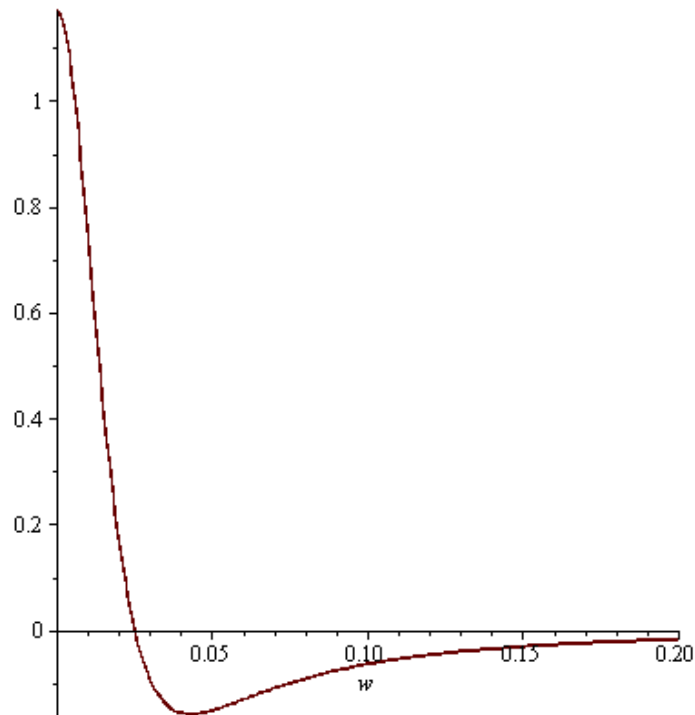


Рис. 5.8. Дійсна частотна характеристика САР

> M := Im(W);

$$1.520 \Im \left(\left(\left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right) / \left((20 I w + 1) (1.26 I w + 1) \right) \right) \frac{1.299600 \left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right)}{(20 I w + 1) (1.26 I w + 1)} + 1 \right)$$

> plot(M, w=0..0.2);

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

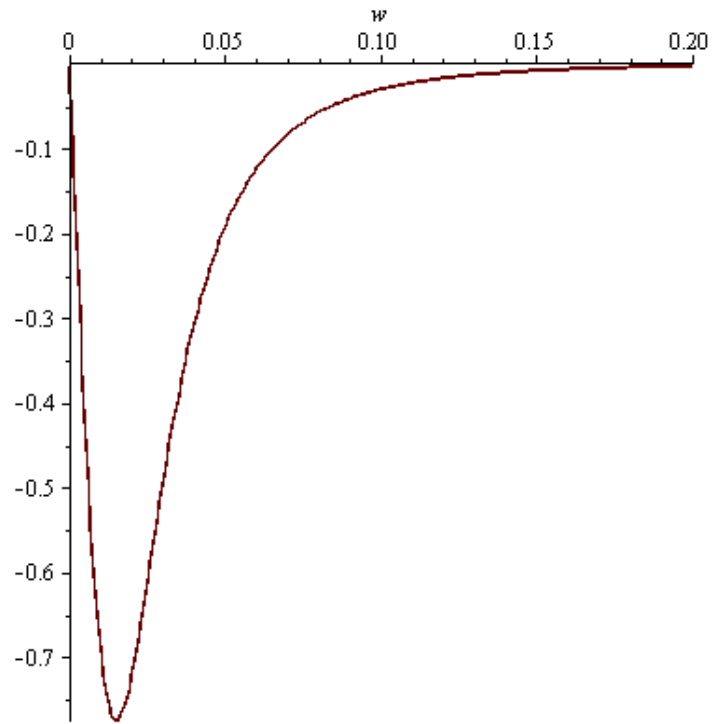


Рис. 5.9. Уявна частотна характеристика САР

> $A := \sqrt{R^2 + M^2};$

$$\left(2.310400 \right.$$

$$\Re \left(\left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right) / \left((20 I w \right.$$

$$\left. + 1) (1.26 I w + 1) \left(\frac{1.299600 \left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right)}{(20 I w + 1) (1.26 I w + 1)} \right) \right.$$

$$\left. + 1) \right)^2$$

$$+ 2.310400$$

$$\Re \left(\left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right) / \left((20 I w \right.$$

$$\left. + 1) (1.26 I w + 1) \left(\frac{1.299600 \left(0.006615000000 - \frac{1}{100} I \right)}{(20 I w + 1) (1.26 I w + 1)} \right) \right.$$

$$\left. + 1) \right)^{1/2}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```
> plot(A, w=0..0.2);
```

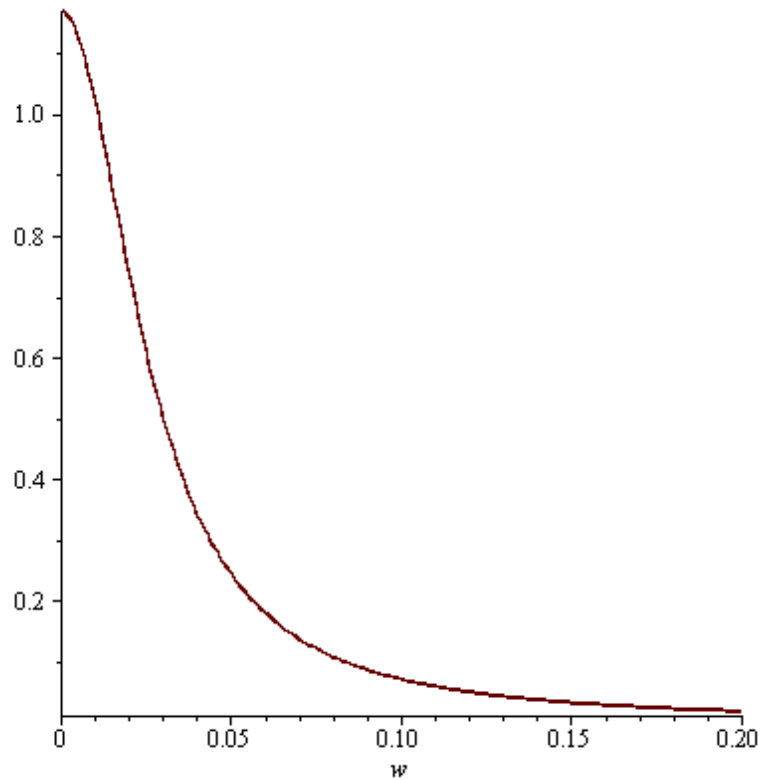


Рис. 5.10. Амплітудно - частотна характеристика САР

Графік кривої перехідного процесу приведений на рис.5.11.

```
> y := invlaplace( $\frac{W}{s}, s, t$ );
```

$$1.169590643 - 0.0006093180831 e^{-0.7940651605 t} + (-0.5844906627 - 2.498312437 I) e^{(-0.02479281659 - 0.005897216342 I) t} + (-0.5844906627 + 2.498312437 I) e^{(-0.02479281659 + 0.005897216342 I) t}$$

```
plot(y, t=0..500);
```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПД.06.01.ПЗ

Арк.

56

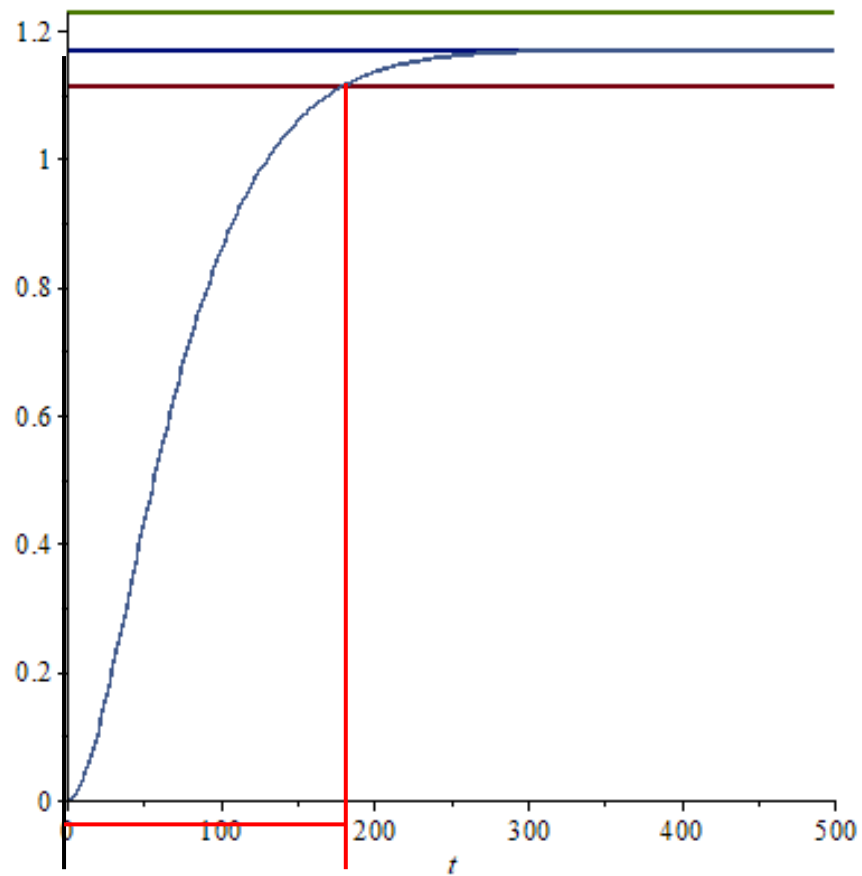


Рис. 5.11. Графік кривої перехідного процесу

З графіка видно, що перехідний процес аперіодичний, час регулювання дорівнює 180 сек., а перерегулювання відсутнє.

ВИСНОВОК

У ході дипломного проекту був зроблен аналіз сучасного стану автоматизації технологічних процесів хімічних виробництв та аналіз технологічного процесу сепаратора сокової пари після апаратів нейтралізації ВТН у виробництві аміачної селітри. Розроблений технічний проєкт КІСУ сепаратора сокової пари у виробництві аміачної селітри в статичному та динамічному режимі роботи. Зроблений структурно-логічний аналіз сепаратора сокової пари після апаратів нейтралізації ВТН як об'єкта керування, розроблена математична модель сепаратора сокової пари в динамічному режимі та зроблені її розрахунки. Розроблена структурна схема одноконтурної САР рівня рідини в сепараторі. Вибрані передавальні функції динамічних ланок одноконтурної САР та розроблена еквівалентна передавальна функція САР за каналом регулювання, повністю зроблен параметричний синтез САР.

За результатами дослідження можна зробити висновок, що КІСУ сепаратором сокової пари у виробництві аміачної селітри має аперіодичний перехідний процес.

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стенцель Й.І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв: Уч. Пос. – К.: ИСИО, 1995. – 360с
2. Стенцель Й.І. Математичне моделювання технологічних об'єктів керування: Навч. посібник. – К: ІСДО. 1993. -328 с.
3. Стенцель Й.І. Автоматика та автоматизація хіміко-технологічних процесів: Навч. посібник. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім.. В.Даля, 2004. – 376 с.
4. Стенцель Й.І., Поркуян О.В. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв: Підручник. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім.. В.Даля, 2010. – 300 с.
5. Стенцель Й.І., Целіщев О.Б., Лорія М.Г. Вимірювання в хімічній технології: Підручник. - Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім.. В.Даля, 2007. – 480 с.

					ПД.06.01.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРИНЦИПІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ.....	6
1.1. Особливості автоматизації хімічних виробництв.....	6
1.2. Застосування SCADA систем в автоматизації технологічних процесів хімічних виробництв.....	9
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СЕПАРАТОРА СОКОВОЇ ПАРИ ПІСЛЯ АПАРАТІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВТН У ВИРОБНИЦТВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ.....	12
2.1. Аналіз виробництва аміачної селітри	12
2.2. Опис технологічного процесу сепаратора сокової пари стадії нейтралізації азотної кислоти аміаком і газами дистиляції в апаратах ВТН	16
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ПРОЄКТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СЕПАРАТОРА СОКОВОЇ ПАРИ У ВИРОБНИЦТВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ В СТАТИЧНОМУ ТА ДИНАМІЧНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ	18
3.1. Розробка функціональної схеми автоматизації сепаратора сокової пари	18
3.2. Розробка технічного проєкту комп'ютерної системи автоматизації сепаратора сокової пари у виробництві аміачної селітри в статичному режимі роботи	20
3.3. Розробка технічного проєкту комп'ютерної системи автоматизації сепаратора сокової пари у виробництві аміачної селітри в динамічному режимі роботи	21
3.3.2. Створення графічного екрану управління апаратом	21

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД.06.01.ПЗ

