

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 сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

Виконав: студент групи АТП-196д _____ В.В. Татарінов _____
(підпис) (ініціали і прізвище)

Керівник _____ П.Й. Єлісєєв _____
(підпис) (ініціали і прізвище)

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

Рецензент _____ М.Г. Лорія _____
(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

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ
Татарінову Владиславу Вячеславовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка КІСУ сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

Керівник роботи: Єлісеєв Петро Йосипович, 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 метанолу.

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 сховищі аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

4.4. Розробка математичних моделей сховища аміачної селітри.

4.5. Синтез одноконтурної системи автоматичного регулювання рівня конденсату у сховищі аміачної селітри.

4.6. Теоретичні дослідження системи автоматичного регулювання.

4.7. Розробка мнемосхеми комп'ютерно-інтегрованої системи управління (КІСУ) сховища аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

4.8. Висновки.

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

5.1. Функціональна схеми автоматизації сховища аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

5.2. Математичні моделі сховища аміачної селітри.

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 сховища аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

5.6. Елементи КІСУ сховища аміачної селітри (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 сховища аміачної селітри.	20.05.23	
3.	Розробка математичних моделей сховища аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.	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) сховища аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.	10.06.23	
7.	Оформлення пояснювальної записки бакалаврської дипломної роботи та підготовка презентації.	12.06.23	

Здобувач вищої освіти

_____ **В.В. Татарінов**
(підпис) (ініціали і прізвище)

Керівник дипломного проєкту

_____ **П.Й. Єлісєєв**
(підпис) (ініціали і прізвище)

Відомість проекту

№ п/п	Позначення	Найменування документа	Формат	Кіл. аркушів
1	ПД.48.01.ПЗ	Пояснювальна записка	A4	57
2	ПД.48.02.ГЧ	Графічна частина	A4	

					ПД.48.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Татарінов В.В			Розробка КІСУ сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.	Літерє	Лист	Листів
Перевірив		Сліссєв П.Й.						57
						СНУ ім. В Даля		
Н.Контр.						гр. АТП-19БД		
Затвердив								

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 50 сторінок, 21 рисунок, 6 таблиць, 9 джерел.

Ключові слова: ВИРОБНИЦТВО АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ, ВХІДНІ-ВИХІДНІ КООРДИНАТИ, ЗБІРНИК СЛАБКОГО РОЗЧИНУ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ, СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА, МНЕМОСХЕМА, ПЕРЕДАВАЛЬНА ФУНКЦІЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, РІВЕНЬ, ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, НАСТРОЮВАННЯ РЕГУЛЯТОРА ПЕРЕХІДНИЙ ПРОЦЕС, СИНТЕЗ САР.

Об'єктом дослідження є система управління сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

Метою дипломного проекту є розробка комп'ютерно - інтегрованої системи управління сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.

Метод дослідження - теоретичний із застосуванням ЕОМ.

У процесі роботи виконаний аналіз процесу управління сховищем аміачної селітри як об'єкта керування, розроблена комп'ютерно-інтегрована система управління сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри, виконаний синтез автоматичної системи регулювання, розроблений технічний проект комп'ютерно-інтегрованої системи управління (КІСУ) сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри, розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

					ПД.48.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Татарінов В.В			Розробка КІСУ сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри.	Літерє	Лист	Листів
Перевірив		Сліссєв П.Й.						57
						СНУ ім. В Даля		
Н.Контр.						гр. АТП-19БД		
Затвердив								

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Аналіз сучасного стану автоматизації технологічних процесів у виробництві аміачної селітри.....	9
1.1. Аналіз технологічного процесу виробництва аміачної селітри.....	12
1.2. Характеристика продукції.....	15
1.3. Область застосування	22
1.4. Опис технологічного процесу	22
Розділ 2. Аналіз технологічного процесу сховищем аміачної селітри як об'єкта управління	24
2.1. Структурно-логічна та функціональна схема сховища аміачної селітри як об'єкта управління	28
Розділ 3. Синтез автоматичної системи регулювання.....	34
3.1. Розробка математичної моделі ТОК	34
3.2. Параметричний синтез АСК ТП	44
Розділ 4. Розробка технічного проекту комп'ютерно – інтегрованої системи управління (КІСУ) сховищем аміачної селітри в виробництві аміачної селітри	48
4.1. Розробка програмного забезпечення сховища аміачної селітри....	48
4.2. Створення графічного екрану управління сховища.....	49
4.3. Створення програмних елементів для КІСУ.....	50
4.4. Динамічний режим роботи КІСУ	51
4.5. Звіт тривоги.....	52
Розділ 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	52
Висновок	57
Список використаної літератури	58

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

ВСТУП

Аміачна селітра є однією з важливих хімічних речовин, яка має стратегічне значення в промисловості. Щорічне виробництво аміаку по всьому світу становить 150 мільйонів тонн. Головним застосуванням цієї речовини є виробництво азотних добрив, таких як нітрат амонію, сульфат амонію і сечовина. Крім того, аміачна селітра використовується у виробництві вибухових речовин, полімерів, азотної кислоти, соди (за аміачними методами) та інших хімічних продуктів. Рідкий аміак також використовується як розчинник.

Аміачна селітра застосовується в різних галузях, включаючи сільське господарство, будівництво, типографію та інші. Проте, виробництво аміаку є складним завданням. Процес отримання аміаку ґрунтується на його синтезі з азоту та водню. Азот видобувають з повітря, а для отримання водню використовують водяну пару та природний газ. Щоб підтримати цю промисловість і збільшити обсяги виробництва, необхідні сучасні методи автоматизації технологічного процесу.

Незважаючи на широке застосування аміачної селітри, у виробництві існують деякі недоліки. По-перше, вартість природного газу, який використовується як сировина, є досить високою. Це може позначатися на загальних витратах підприємств, особливо у порівнянні з конкурентами, які мають доступ до дешевших сировинних матеріалів.

По-друге, багато підприємств, що займаються виробництвом аміачної селітри, застосовують застаріле обладнання та методи автоматизації. Це може обмежувати їхню продуктивність, якість виробництва і здатність конкурувати на міжнародному ринку. Сучасні підприємства, які використовують більш передові технології, можуть мати перевагу, що ставить під загрозу позицію підприємств, що виробляють аміачну селітру за застарілими методами.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Отже, для підтримки та збільшення виробництва аміачної селітри необхідні більш сучасні методи автоматизації технологічного процесу, а також зусилля для зниження витрат на сировинні матеріали. Це допоможе підприємствам зберегти конкурентоспроможність на міжнародному ринку і забезпечити стабільне виробництво аміачної селітри, яка відіграє важливу роль у багатьох галузях економіки.

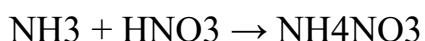
Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРИНЦИПІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

1.1 Загальна характеристика виробництва аміачної селітри

Нітрат амонію є хімічною сполукою, яка широко використовується в різних галузях. Ця біла кристалічна речовина добре розчиняється у воді і має високий вміст азоту, що робить її популярною у сільському господарстві. Крім того, нітрат амонію застосовується як складова вибухонебезпечних сумішей у гірничодобувній промисловості, кар'єрах та цивільному будівництві.

Для отримання нітрату амонію використовується процес нейтралізації азотної кислоти (HNO₃) аміаком (NH₃). Усі виробничі підприємства нітрату амонію виробляють його водний розчин, шляхом реакції аміаку з азотною кислотою у спеціальних реакторах:



Цей процес включає кілька технологічних операцій, таких як формування розчину, формування твердих частинок, обробка поверхні, сортування та упаковка продукту. Залежно від технічних характеристик продукту, кількість використовуваних технологічних кроків може варіюватись. Наприклад, підприємства, що виробляють лише розчини нітрату амонію, проводять операції з формування розчину, змішування та упаковку. Тоді як підприємства, що виробляють тверді продукти, включають в себе всі етапи процесу.

Додаткові компоненти, такі як нітрат магнію або оксид магнію, можуть бути додані під час процесу, щоб змінити температуру кристалічного переходу, вплин на вологовміст продукту або запобігти затвердінню. Іноді продукт покривають глиною або діатомітовою землею для захисту від агломерації під час зберігання та транспортування. Кінцеві тверді продукти

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

піддаються калібруванню, а дрібні частинки розчиняються і повторно використовуються у процесі.

Нітрат амонію доступний на ринку у різних формах, залежно від призначення. Рідка форма нітрату амонію може продаватися як зручний розчин, часто з мочевиною, або як концентрований розчин для використання у процесах формування твердих частинок. Тверда форма нітрату амонію може бути вироблена у вигляді гранул, кристалів або зерен.

Під час виробництва нітрату амонію утворюються тверді частинки, а також у відпрацьованій воді знаходяться залишки аміаку та азотної кислоти. Викиди аміаку та азотної кислоти виникають під час процесу формування розчинів (у нейтралізаторах та концентраторах) та під час грануляції. Тверді частинки є основним джерелом викидів під час процесу формування твердих частинок. Башти грануляторів є головними джерелами утворення твердих частинок. Мікрочастинки можуть утворюватися та забивати отвори, спричиняючи збільшення кількості дрібного пилу та викидів.

Підприємства, що виробляють азотну кислоту та нітрат амонію, також утворюють стічні води, які містять ці сполуки та аміак. Ці стічні води потребують нейтралізації для отримання нітрату амонію. Цей процес включає хімічну реакцію, під час якої аміак та азотна кислота нейтралізуються, утворюючи нітрат амонію.

Виробництво аміачної селітри вимагає сукупності технологічних операцій, які включають формування розчину, концентрацію, утворення твердих частинок, обробку поверхні, просіювання, покриття та упакування продукту. Кількість кроків залежить від виробничих потреб та характеристик кінцевого продукту. Заводи, які виробляють розчини нітрату амонію, можуть обмежуватись операціями формування розчину, змішування та упакування. Тимчасово робочі продукти, такі як гранули або кристали нітрату амонію, включають усі технологічні операції.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Заводи, що виробляють аміачну селітру, також звертають увагу на управління викидами та стічними водами, щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Застосування ефективних систем очищення повітря та води допомагає зменшити викиди аміаку, азотної кислоти та інших забруднюючих речовин.

Виробництво аміачної селітри є складним технологічним процесом, який вимагає дотримання високих стандартів безпеки та охорони праці. Заводи повинні дотримуватись встановлених норм та правил щодо обробки, зберігання та транспортування нітрату амонію, щоб запобігти можливим аваріям та небезпеці. Окрім того, важливо зазначити, що виробництво аміачної селітри пов'язане з певними ризиками, особливо в контексті використання її вибухонебезпечних властивостей у горно-добувній промисловості та цивільному будівництві. Тому заводи повинні дотримуватись суворих стандартів безпеки, використовувати відповідні заходи контролю та моніторингу, а також проводити навчання та своєчасну перевірку обладнання, щоб забезпечити безпечну роботу та запобігти можливим аваріям.

Усі ці аспекти здоров'я, безпеки та охорони навколишнього середовища повинні бути тісно контрольовані та виконувані виробниками аміачної селітри. Регулярні перевірки, аудити та оцінки ризиків є необхідними для забезпечення відповідності промислових стандартів та міжнародних норм.

Загальна характеристика виробництва аміачної селітри підкреслює його важливість у сільському господарстві та промислових секторах, але водночас вимагає строгого дотримання стандартів безпеки, охорони здоров'я та довкілля. Необхідність постійного вдосконалення технологій та використання екологічно чистих процесів стає все більш важливою у світі, де збереження природних ресурсів та збалансований розвиток є першочерговими завданнями

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

1.2 Аналіз технологічного процесу стадії нейтралізації азотної кислоти аміаком і газами дистиляції в апаратах ВТН

Один з основних елементів у виробництві аміачної селітри - це резервне сховище для слабкого розчину аміачної селітри. Це ємність з рідиною, яка має стік. На трубопроводі азотної кислоти є дренаж, через який кислота направляється в резервні сховища слабкого розчину під номером 29/1,2.

Для безпечної обробки газів дистиляції передбачена подача азоту в апарати ВТН (великі трубчасті насоси) у кількості не менше 500 м³/год на кожен працюючий апарат. Тиск і температура азоту на вході в цех не регламентуються.

Конденсат сокового пару подається в напірний бак під номером Е-100 за допомогою насосу під номером 42/5 зі сховища під номером 29. Щоб уникнути переливу конденсату під час заповнення напірного бака, передбачена лінія переливу з напірного бака в сховище під номером 29. Конденсат сокового пару, що сконденсувався в загальному колекторі, відводиться в резервне сховище слабкого розчину під номером 29/1,2.

У разі забивання вакуум-насосів солями жорсткості передбачена схема промивання вакуум-насосів розчином азотної кислоти з дренажного бака, а потім промивний розчин відкачується в резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри під номером 29/1,2.

У резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри під номером 29/1-2 подається циркуляційний розчин за допомогою

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

насоса під номером 42/5. Тим же насосом відкачується розчин аміачної селітри з апаратів ВТН під номером 22/1-5 і донейтралізаторів під номером 22/1-4 у разі їх зупинки.

В резервне сховище під номером 29/1,2 надходять різні розчини, такі як розчин аміачної селітри, утворений під час промивання конусів і решітки "киплячого" шару грануляційного апарату №3. Також сюди потрапляє азотна кислота з дренажу лінії азотної кислоти, азотна кислота з піддонів апаратів ВТН під номером 22/4,5, конденсат зі збірки під номером 54 у разі його забруднення, паровий конденсат з випарних апаратів під номером 44/1,2 під час їх запуску та зупинки, а також розчин нітрату амонію, що є відходом виробництва алюмінію гідрату оксиду переосадженням.

Розчин, який використовується для промивання вакуум-насосів від солей жорсткості, надходить до сховища під номером 29/2 зі збірки замкнутого циклу. Також передбачена схема відкачування розчину аміачної селітри зі збірок упареного розчину насосом до сховища під номером 29/1,2.

Існує також схема промивання поверхневих конденсаторів грануляційного апарату №3 розчином зі сховища під номером 29/3 за допомогою насоса під номером 42/5.

Розчин, що утворився під час промивання обладнання, комунікацій, з дренажного бака під номером 61, відкачується насосом під номером 69 до сховища під номером 29.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

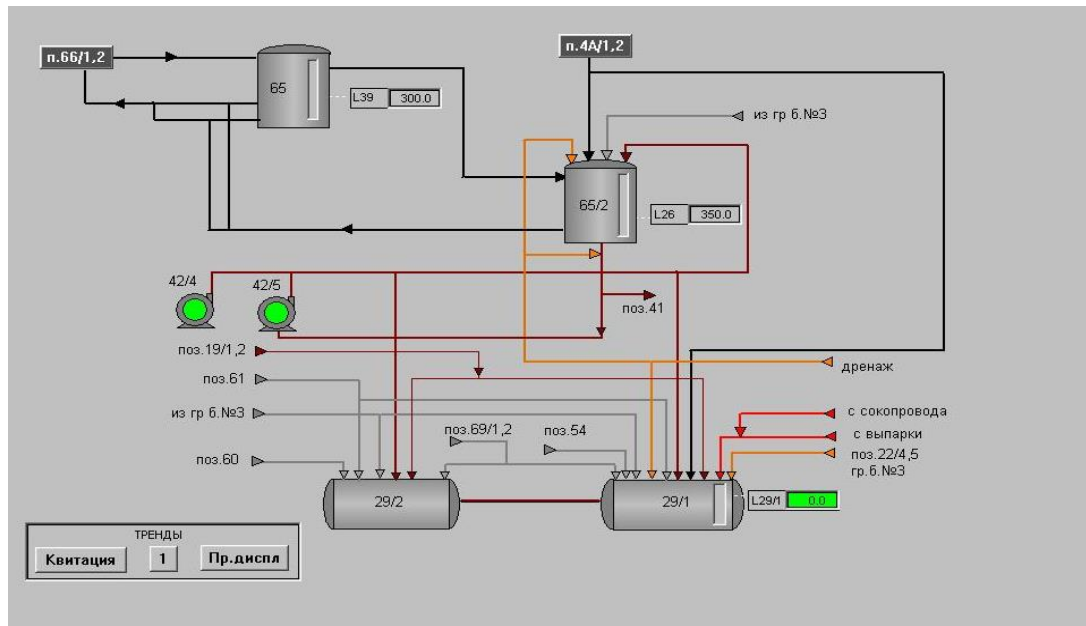


Рис. 2.1 Мнемосхема комп'ютерної системи автоматизації технологічним процесом сховища аміачної селітри

Мнемосхема комп'ютерної системи автоматизації технологічного процесу сховища аміачної селітри зображена на рисунку 2.1. Ця система включає різні компоненти і пристрої, які дозволяють контролювати, регулювати та керувати процесами, що відбуваються у сховищі.

Один з важливих компонентів системи - резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри, яке має стік. Це ємність з рідиною, куди надходять різні розчини з дренажних ліній і апаратів. Наприклад, на трубопроводі азотної кислоти є дренаж, з якого кислота направляється в резервне сховище під номером 29/1,2. Це забезпечує безпечне ведення процесу нейтралізації газів дистиляції.

Для забезпечення безпечності процесу нейтралізації газів дистиляції також передбачена подача азоту в апарати ВТН. Кількість азоту, яка подається в кожен ВТН, повинна бути не менше 500 м³/год. Тиск і температура азоту на вході в цех не нормуються, що дає деяку гнучкість у керуванні процесом.

Для уникнення переливу конденсату під час заповнення напірного бака під номером Е-100, передбачена лінія переливу з напірного бака до сховища під номером 29.

Для ефективного управління процесами в сховищі аміачної селітри використовується циркуляційний розчин, який подається насосом під номером 42/5 до резервного сховища під номером 29/1,2. Цей самий насос використовується і для відкачування розчину аміачної селітри з апаратів ВТН та донейтралізаторів у разі їх зупинки.

У процесі роботи сховища під номером 29/1,2 надходять різні розчини, утворені під час промивання обладнання та комунікацій. Ці розчини відкачуються насосом під номером 69 і направляються до резервного сховища під номером 29, забезпечуючи безпеку та оптимальну роботу процесу.

Одним із важливих етапів у процесі роботи сховища є промивання поверхневих конденсаторів грануляційного апарату під номером 3. Для цього застосовується розчин зі сховища під номером 29/3, який насосом під номером 42/5 направляється на промивання конденсаторів, що забезпечує їх ефективну роботу та запобігає утворенню накипу.

Враховуючи складність технологічних процесів у сховищі аміачної селітри, комп'ютерна система автоматизації грає важливу роль у контролі, регулюванні та оптимізації всіх етапів. Вона дозволяє забезпечувати безпеку, ефективність та стабільність роботи сховища, а також забезпечує збір та аналіз даних для подальшого удосконалення процесу виробництва аміачної селітри

1.3. Сучасні системи управління виробництвом

Сучасні інформаційні технології та технології управління виконують два основні завдання:

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

1. Підвищення ефективності виробництва шляхом поліпшення процесу збирання, обробки та використання інформації для управління.

2. Забезпечення простоти рішення першого завдання шляхом реалізації дружнього інтерфейсу між людиною та машинами (ЛІМІ).

Автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ ТП) має 2-3 рівні та виконує наступні функції:

- Збирання інформації.
- Підтримування заданих значень технологічних параметрів.
- Контроль технологічних параметрів, для яких не виконується функція регулювання.

- Сигналізація.
- Блокування управління, що виникає внаслідок помилкових дій персоналу.

- Протиаварійний захист (ПАЗ) у разі аварійних ситуацій.

Перший (нижній) рівень АСУ ТП складається з датчиків, виконавчих механізмів та контролерів, які встановлюються безпосередньо на технологічних об'єктах. Їх функції включають визначення параметрів процесу, подання їх у зрозумілій формі для подальшої передачі на вищий рівень (датчики) та отримання керуючих сигналів і виконання відповідних дій (виконавчі механізми).

Завдання цього рівня включають:

- Збирання інформації про вимірювані технологічні параметри процесу.

- Здійснення керуючих дій на технологічний процес для підтримки заданих значень технології

Розвиток сучасних інформаційних технологій та технологій управління сприяє вирішенню двох основних завдань: підвищенню ефективності виробництва та створенню дружнього людино-машинного інтерфейсу.

Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) мають декілька рівнів, кожен з яких виконує свої функції. На нижньому рівні розташовуються датчики, виконавчі механізми і контролери, які збирають інформацію про параметри процесу, генерують керуючі сигнали і виконують необхідні дії. Цей рівень забезпечує збір інформації, підтримку заданих значень параметрів, контроль, сигналізацію та протиаварійний захист.

Другий рівень АСУ ТП є рівнем виробничої ділянки або цеху. На цьому рівні здійснюється збір, обробка і зберігання інформації, аналіз даних, генерація управляючих сигналів і складання звітів. Також проводиться діагностика та захист від збоїв. Цей рівень дозволяє оптимізувати технологічні процеси за різними показниками, включаючи якість продукції і техніко-економічні показники.

Третій рівень входить до складу системи управління підприємством (АСУП) і забезпечує контроль за виробництвом та оптимізацію за техніко-економічними та економічними показниками.

На третьому рівні АСУП здійснюється збір даних, обробка і аналіз інформації, а також формування управляючих рішень на вищому рівні підприємства. Система може використовувати алгоритми прогнозування, оптимізації та інтелектуального аналізу даних для покращення ефективності виробництва, зниження витрат і забезпечення якості продукції.

Дружній людино-машинний інтерфейс також відіграє важливу роль у сучасних системах управління. Це означає створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів, які дозволяють операторам легко спілкуватися з системою, отримувати необхідну інформацію і здійснювати управління процесами. Інтерфейси можуть включати графічні дисплеї, сенсорні панелі, голосові команди та інші технології, які роблять взаємодію з системою більш простою і ефективною.

Загалом, розвиток сучасних технологій управління інформаційними системами та технологій управління сприяє підвищенню продуктивності, якості і ефективності виробництва. Впровадження автоматизованих систем управління дозволяє знизити витрати, підвищити якість продукції, забезпечити безпеку та оптимізувати процеси управління на всіх рівнях виробничої діяльності.

Роз.				.	ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ.

2.1. Структурно-логічний аналіз сховища слабкого розчину аміачної селітри

Технологічний об'єкт керування (ТОК) – це сукупність технологічного обладнання і реалізованого на ньому за відповідним регламентом технологічного прогресу. Технологічні процеси хімічної промисловості характеризуються великою кількістю різних параметрів.

Сукупність значень технологічних параметрів, які забезпечують виконання поставленої задачі процесом керування, називається технологічним режимом. Технологічний процес називається нормальним, якщо він проводиться за номінальних значень параметрів, зазначених у регламенті. Усякі зміни вхідних і впливових параметрів спричиняють відхилення технологічного процесу від нормального.

Технологічний апарат для зберігання слабкого розчину аміачної селітри являє собою горизонтальний зварний апарат зі сферичними кришками. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т. Вхідною координатою є витрата F_n аміачної селітри, впливовими – витрата стоку F_c , температура T та густина ρ , а вихідною – рівень L .

Структурно-логічна схема об'єкта показана на рис. 4.1.

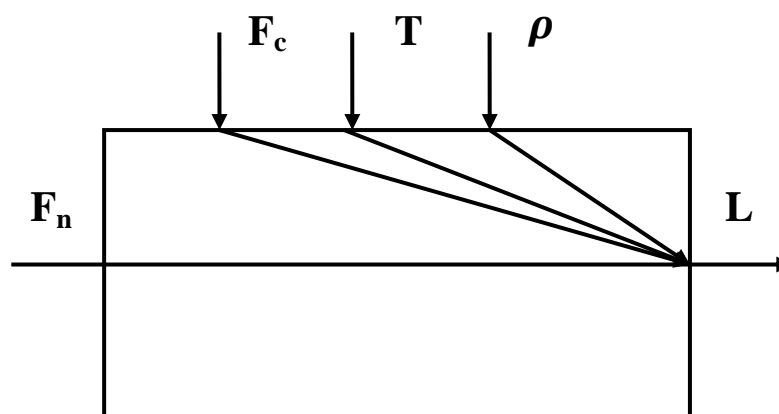


Рис. 4.1. Структурно - логічна схема сховища, як об'єкта керування

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Висновок: в ході виконання розділу було розроблено структурно-логічний аналіз сховища слабкого розчину аміачної селітри, було побудовано структурно – логічну схему сховища, як об'єкта керування

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ

3.1. Розробка математичних моделей технологічного апарату

Можна зазначити три способи подання рідини у резервуар: на поверхню рідини, від дна резервуара і у герметичний резервуар.

Незалежно від способу подачі рідини в апарат рівняння матеріального балансу для апарата зі стоком має вигляд:

$$dm_n = dm_v + dm_c \quad (3.1)$$

де $dm_n = F_n dt$ - кількість рідини, яка надходить в апарат;

$dm_v = \rho dV = \rho S dL$ - кількість рідини, яка накопичується в апараті об'ємом V ;

$dm_c = F_c dt$ - кількість рідини, яка виходить з апарату.

Залежність витрати стоку від рівня рідини в апараті описується рівнянням:

$$F_c = \alpha_p S_p \rho \sqrt{2gL}, \quad (3.2)$$

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.

Після підстановки цих значень в рівняння (3.1) воно набуде вигляду:

$$\rho S dL + \alpha_p S_p \rho \sqrt{2gL} dt = F_n dt, \quad (3.3)$$

де S - поперечний перетин сепаратора;

F_n - витрата рідини на притоці.

Розділимо ліву і праву частини отриманого рівняння на dt і в результаті отримаємо

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

$$rS \frac{dL}{dt} + \alpha_p S_p \rho \sqrt{2gL} = F_n, \quad (3.4)$$

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

$$\rho = \rho_0 \frac{1}{1 + \beta(T - T_0)}, \quad (3.5)$$

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

β - коефіцієнт об'ємного розширення.

Враховуючи залежність (3.5) рівняння (3.4) набуде вигляду:

$$\rho_0 S \frac{dL}{dt} + \alpha_p S_p \rho_0 \sqrt{2gL} = F_n (1 + \beta(T - T_0)) \quad (3.6)$$

До змінних параметрів слід віднести витрати F_n притоку, рівень L та густину ρ , 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:

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

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

Підставляємо ці значення в рівняння (3.6) та після відповідних перетворень та вилучення доданків малого ступеня важливості отримуємо лінеаризовану математичну модель вигляду:

$$\begin{aligned} \rho_{00} S \frac{d\Delta L}{dt} + \alpha_p S_{p0} \rho_{00} \sqrt{2gL_0} \frac{1}{2} \alpha_p S_{p00} \sqrt{2gL_0} \frac{\Delta L}{L_0} + \alpha_p S_{p0} \sqrt{2gL_0} \Delta \rho_0 + \\ + \alpha_p S_{00} \sqrt{2gL_0} \Delta S_p = F_{n0} \beta \Delta T + \Delta F_n \end{aligned} \quad (3.7)$$

З рівняння (3.7) вилучаємо статичну характеристику моделі:

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

$$\alpha_p S_{po} \rho_{oo} \sqrt{2gL_o} = F_{no} \quad (3.8)$$

Після цього отримаємо динаміку характеристику:

$$\rho_{oo} S_{dt} \frac{d\Delta L}{dt} + \frac{1}{2} \alpha_p S_{po} \rho_{oo} \sqrt{2gL_o} \frac{\Delta L}{L_o} + \alpha_p S_{po} \sqrt{2gL_o} \Delta \rho_o + \alpha_p \rho_{oo} \sqrt{2gL_o} S_p F_{no} \beta \Delta T + \Delta F_n \quad (3.9)$$

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

$$\rho_{oo} S_{dt} \frac{d\Delta L}{dt} + \frac{1}{2} \alpha_p S_{po} \rho_{oo} \sqrt{2gL_o} \frac{\Delta L}{L_o} = \Delta F_n + F_{no} \beta \Delta T - \alpha_p S_{po} \sqrt{2gL_o} \Delta \rho_o - \alpha_p \rho_{oo} \sqrt{2gL_o} \Delta S_p \quad (3.10)$$

Множимо та ділимо змінні величини обох частин рівняння (3.10) на їх номінальні значення:

$$\rho_{oo} L_o S_{dt} \frac{d\Delta L}{L_o} + \frac{1}{2} \alpha_p S_{po} \rho_{oo} \sqrt{2gL_o} \frac{\Delta L}{L_o} = \frac{\Delta F_n}{F_{no}} F_{no} + \frac{\Delta T}{T_o} F_{no} \beta T_o + \frac{\Delta \rho_o}{\rho_{oo}} (\alpha_p S_{po} \rho_{oo} \sqrt{2gL_o}) + \frac{\Delta S_p}{S_{po}} (-\alpha_p S_{po} \rho_{oo} \sqrt{2gL_o}) \quad (3.11)$$

Поділимо ліву і праву частини рівняння (3.11) на Π :

$$+ \frac{\rho_o}{\rho_{oo}} (-2) + \frac{\Delta S_p}{S_{po}} (-2) \quad (3.12)$$

Напишемо рівняння (3.12) у відносній формі, для цього введемо наступні позначення:

$$y = \frac{\Delta L}{L_o}; x_1 = \frac{\Delta F_n}{F_{no}}; z_1 = \frac{\Delta S_p}{S_{po}}; z_2 = \frac{\Delta T}{T_o}; z_3 = \frac{\Delta \rho_o}{\rho_{oo}}.$$

Тоді отримаємо математичну модель збірника слабкого розчину аміачної селітри:

$$\tau \frac{dy}{dt} + y = x_1 K_1 + z_1 K_2 + z_2 K_3 + z_3 K_4 \quad (3.13)$$

Де $\tau = \frac{2L_o S}{\alpha_p S_{po} \sqrt{2gL_o}}$ - стала часу;

Виходячі с математичної моделі (3.13), одержуємо диференціальне рівняння ланки АСР:

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

$$\tau \frac{dy}{dt} + y = K_4 \frac{d^3 z_3}{dt^3} + K_3 \frac{d^2 z_2}{dt^2} + K_2 \frac{dz_1}{dt} + K_1 x$$

$$K_1 = \frac{F_{no}}{\Pi}$$

$$K_2 = \frac{F_{no} \beta T_o}{\Pi}$$

$$K_3 = -2$$

$$K_4 = -2$$

Напишемо рівняння (3.13) за допомогою визначника Лапласа:

$$(\tau s + 1)y = x_1(s)K_1 + z_1(s)K_2 + x_2(s)K_3 + z_3(s)K_4 \quad (3.14)$$

Передавальні функції за рівними каналами матимуть наступний вигляд:

$$W_p(s) = \frac{K_1}{\tau s + 1} - \text{за каналом витрати } F_n$$

$$W_{z1}(s) = \frac{K_2}{\tau s + 1} - \text{за каналом збурення (стоку } F_c);$$

$$W_{z2}(s) = \frac{K_3}{\tau s + 1} - \text{за каналом збурення (температури } T).$$

$$W_{z3}(s) = \frac{K_4}{\tau s + 1} - \text{за каналом збурення (густини } \rho).$$

Висновок: в розділі було виконано розробку математичних моделей технологічного апарату, також одержали диференціальне рівняння ланки АСР і передавальні функції за рівними каналами.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ

4.1 Розрахунок математичних моделей технологічного апарату

Значення для розрахунку математичної моделі технологічного апарату:

$\rho=1050$ - густина аміачної селітри; кг/м^3

$L=2.7$ – Рівень рідини в апараті; м

$m=900$ – маса аміачної селітри в середині сховища; кг

$F=480$ – витрата аміачної селітри; $\text{м}^3/\text{год}$

$T=80$ - температура приточного потоку; $^{\circ}\text{C}$

$g=9.81$ – прискорення вільного падіння; м/с^2

$\alpha\rho=0.6$ - коефіцієнт витрат через регулюючий орган;

$\beta=0.001$ – коефіцієнт об'ємного розширення;

Розрахунок математичної моделі об'єкта керування відбувався у програмі Maple 17.

Поперечний перетин апарата:

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

$$0.3174603174 \text{ м}^2.$$

Поперечний перетин регулюючого органа знайдемо із формули

$$> S_{po} := \frac{F}{\alpha\rho \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L} \cdot 3600}$$

$$0.03053205967 \text{ м}^2$$

Об'єм суміші в апараті, яка може змінюватися,

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

$$0.8571428570 \text{ м}^3$$

Знайдемо сталу часу об'єкта керування:

$$> \tau := \frac{2 \cdot V}{\alpha\rho \cdot S_{po} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L}}$$

$$12.85714286 \text{ с.}$$

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Коефіцієнти передачі об'єкта:

$$> K1 := \frac{2 \cdot F}{\rho p \cdot S p o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L} \cdot 3600}$$

0.4718383338

$$K2 := -\frac{2}{\rho p}$$

-3.333333334

де коефіцієнт об'ємного розширення $\beta=0.001$

$$> K3 := \frac{2 \cdot \beta \cdot (T + 273) \cdot F}{\rho p \cdot S p o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L} \cdot 3600}$$

0.7060000000

$$> K4 := -2$$

-2

Диференціальне рівняння, яке описує об'єкт керування,

$$12.857 \frac{dy}{dt} + y = 0.47x - 3.33z_1 + 0.706z_2 - 2z_3$$

Передаточні функції об'єкта без ланки запізнення:

$$W_p(s) = \frac{0.47}{12.857s + 1}$$

$$W_1(s) = \frac{3.33}{12.857s + 1}$$

$$W_2(s) = \frac{0.706}{12.857s + 1}$$

$$W_3(s) = \frac{2}{12.857s + 1}$$

З цих рівнянь видно, що у динамічному відношенні об'єкт – це аперіодична ланка першого порядку.

Тому що регулювання здійснюється за каналом рівень – приплив, то час запізнення визначається відношенням об'єму рідини до витрати припливу:

$$> \tau := \frac{V \cdot 3600}{F}$$

6.428571426 с.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Тоді передаточна функція за каналом регулювання має вид:

$$W_p := \frac{Kl}{\tau \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau z \cdot s}$$

$$\frac{0.4718383338 e^{-6.428571426 s}}{12.85714286 s + 1}$$

Розрахунок математичної моделі було виконано у пакеті Maple 17 і приведено у додатку А.

Висновок: під час виконання був розрахунок математичних моделей технологічного апарату, був знайдений поперечний перетин апарату, розрахунок математичної моделі об'єкта керування відбувався у програмі Maple 17, розрахунок приведено у додатку А

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 5. СИНТЕЗ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ (САР) РІВНЯ СЛАБКОГО РОЗЧИНУ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ У СХОВИЩІ

5.1. Розробка структурної схеми комбінованої САР рівня слабкого розчину аміачної селітри у сховищі

САК, що діє за таким принципом, являє об'єднання двох розглянутих систем керування. На пристрій керування подається сигнал про значення збурення і сигнал про значення вихідної величини. Для кожного сигналу існує свій контур регулювання. Разом ми маємо комбіновану систему регулювання, комбінацію двох розглянутих принципів керування.

Комбіновані системи керування використовують при автоматизації технологічних об'єктів, на які діють істотні контролюючі збурення. Їх можна побудувати поданням компенсуючого сигналу на вхід як регулятора (рис. 5.1.), так і виконавчого механізму (показано пунктирною лінією).

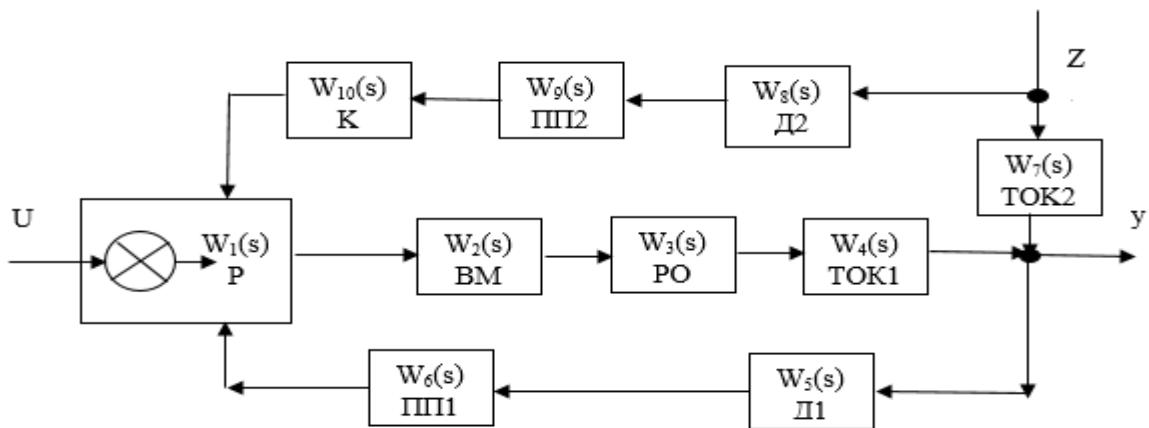


Рис. 5.1. Структурна схема комбінованої системи регулювання рівня

При керуванні за збуренням сигнал збурення безпосередньо поступає на пристрій керування. Пристрій керування аналізує цей сигнал, автоматично виробляє потрібну дію на об'єкт і повертає його у заданий режим роботи. Алгоритм такого керування можна записати таким чином.

1. Визначити, який потрібен режим роботи системи згідно із задаючим сигналом.
2. Поміряти величину збурюючої дії.
3. Подати сигнал про величину збурюючої дії на керуючий пристрій.
4. Визначити згідно з даними, які є в керуючому пристрої, яка повинна бути дія на об'єкт, щоб він працював у потрібному режимі (щоб вихідна величина мала потрібне значення) при цій величині збурюючого сигналу.
5. Виробити керуючу дію на об'єкт керування з урахуванням потрібного режиму роботи і величини збурення.

Перевагою такого керування є швидкодія. Як тільки величина збурення почала змінюватися, керуючий пристрій одразу реагує на цю зміну. Таке керування не допускає зміни режиму роботи об'єкта. Але для цього принципу керування властиві певні недоліки. По-перше, збурюючих дій на об'єкт може бути декілька, наприклад, навантаження, зміна температури середовища чи інших його характеристик. Для забезпечення надійного керування потрібно враховувати кожен з величин збурення і для кожної будувати своє коло регулювання. Це практично здійснити неможливо, адже на роботу будь-якого об'єкта може впливати безліч причин.

По-друге, для здійснення керування за збуренням необхідно повністю знати залежність реакції системи на збурюючу дію будь-якої величини й ввести цю залежність в алгоритм роботи регулятора. Тобто розробка регулятора передбачає попереднє вивчення поведінки системи при різних збуреннях, що не завжди можна здійснити з потрібним ступенем точності.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Системи, в яких реалізовано принцип керування за відхиленням, прийнято називати замкнутими системами. У них існує зворотній зв'язок між виходом системи та пристроєм керування.

Системи, в яких немає подачі ні сигналу збурення на пристрій керування, ні сигналу зворотного зв'язку, є системами ручного керування, вони не відносяться до систем автоматичного керування.

5.2. Розрахунок перехідних процесів і частотних характеристик об'єкта

Для стабілізації рівня використаємо ПІ-регулятор. Передавальна функція регулятора прийме 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 являтиме собою пневматичний виконавчий механізм. З деяким наближенням передавальну функцію виконавчого механізму приймемо у вигляді:

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

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

Регулюючий орган та нормуючий проміжний перетворювач вихідного сигналу розрахуємо як підсилювальні динамічні ланки, для яких будемо приймати передавальні функції:

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

$$0.8$$

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

$$0.9$$

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

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

$$> W4(s) := \frac{0.47}{12.8571s + 1};$$

$$\frac{0.47}{12.8571s + 1}$$

Рівень в установці вимірюється рівнемірором ультразвуковим, який можна представити підсилювальною динамічною ланкою. Тому будемо приймати передавальну функцію датчика рівня у вигляді:

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

$$0.95$$

Знайдемо передавальну функцію еквівалентного об'єкта керування:

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

$$\frac{0.2571840}{(20s + 1)(12.8571s + 1)}$$

Підставивши в останнє рівняння вищевказані передавальні функції, будемо мати:

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

$$I w$$

$$> W_{eo} := \frac{1}{1 - 370.1204820 w^2 + 38.50602410 I w};$$

$$W_{eo} := \frac{1}{-370.1204820 w^2 + 38.50602410 I w + 1}$$

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

5.3. Основи розрахунку перехідних процесів САР

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

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

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

$$1.299600 \Re \left(\frac{1}{-370.1204820 \omega^2 + 38.50602410 I \omega + 1} \right)$$

> $\text{plot}(R, \omega = 0.025 .. 0.075)$;

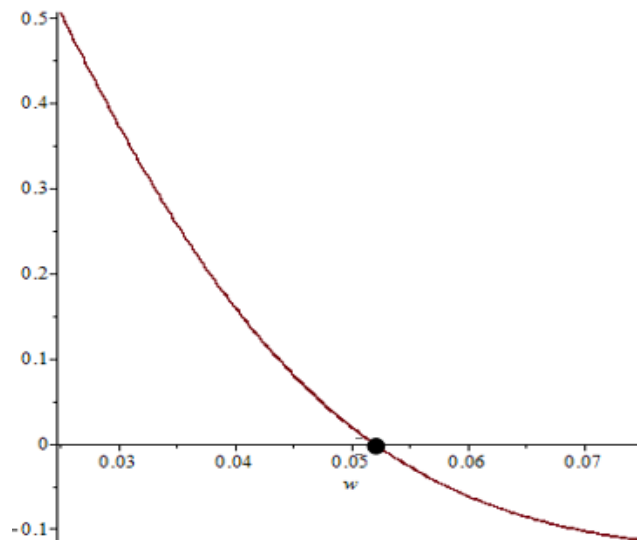


Рис. 5.2. Дійсна частотна характеристика еквівалентного об'єкта

З графіка на рисунку 5.2. можемо побачити, що частота переходу ДЧХ через частотну :

> $\omega := 0.052$;

0.052

Постійну часу T_{022} знаходимо за формулою:

> $T_{022} := \frac{1}{\omega}$;

19.23076923

Приймаємо, що перехідний процес має бути критичним для рівня розчину аміачної селітри у збірнику, тому відношення $\frac{\tau_1}{\tau_2} = 2$.

Відповідно T_{01} буде:

> $T_{01} := T_{022} \cdot 2$;

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Підставивши частоту переходу у розрахунок будемо знаходити постійні часу та підставимо їх у ідентифіковане характеристичне рівняння еквівалентного об'єкта керування, яке прийме вигляд:

$$T_{02}^2 s^2 + T_{01} s + 1 = kF_c \quad (5.2)$$

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

$s := I \cdot w;$

$I w$

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

$$\Re\left(\frac{1}{-370.1204820 w^2 + 38.50602410 I w + 1}\right)$$

$> \text{plot}(R, w = 0 .. 0.2);$

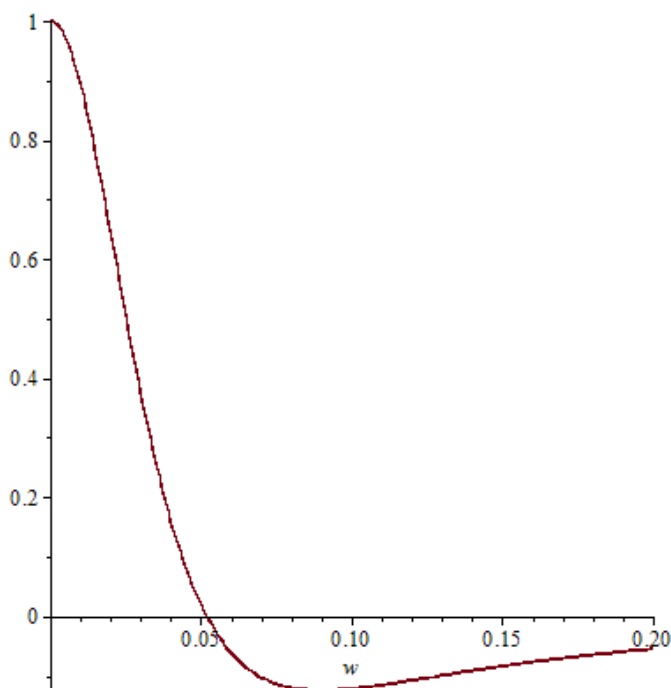


Рис. 5.3. Дійсна частотна характеристика еквівалентного об'єкта

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

$$\Im\left(\frac{1}{-370.1204820 w^2 + 38.50602410 I w + 1}\right)$$

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

> plot(M, w = 0 ..0.3);

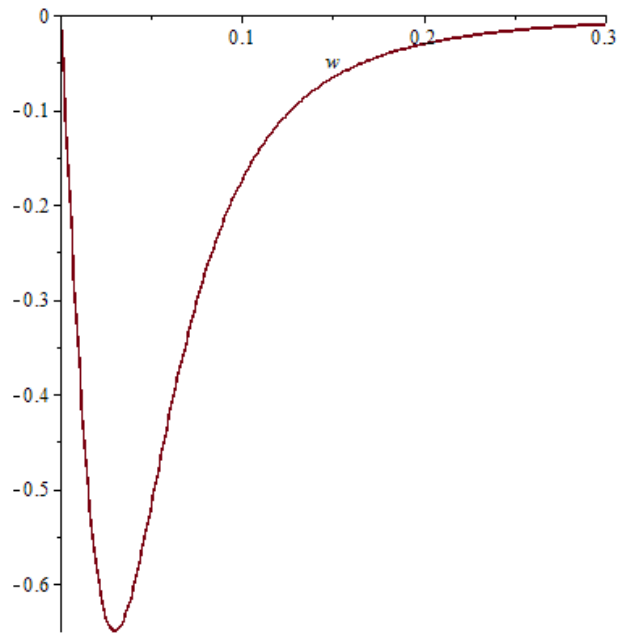


Рис. 5.4. Уявна частотна характеристика еквівалентного об'єкта

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

$$\left(\Im \left(\frac{1}{-370.1204820 w^2 + 38.50602410 I w + 1} \right)^2 + \Re \left(\frac{1}{-370.1204820 w^2 + 38.50602410 I w + 1} \right)^2 \right)^{1/2}$$

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

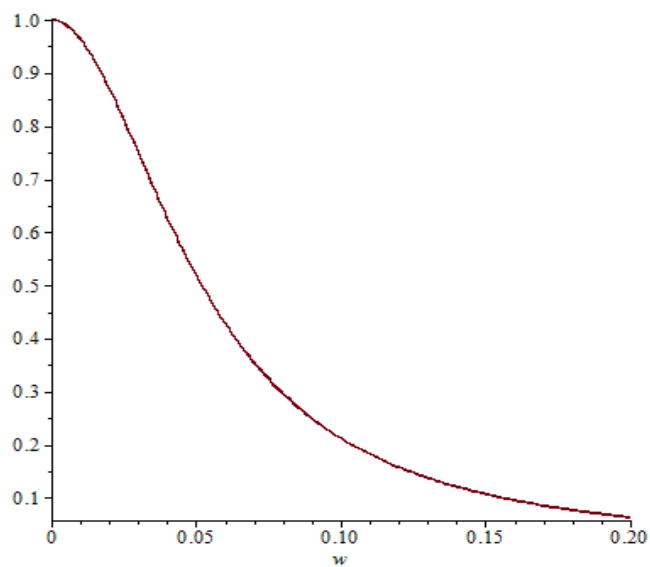


Рис. 5.5. Амплітудно-частотна характеристика еквівалентного об'єкта

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Знаходимо відношення постійних часу еквівалентного об'єкта керування:

$$\nu := \frac{T_{01}}{T_{022}};$$

2.000000000

Так як відношення $T_1/T_2 = 2$, то зробимо висновок, якщо перехідний процес еквівалентного об'єкта керування буде мати критичний характер, то розрахунок перехідного процесу зробимо за формулою:

$$y(t) := k \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{T_{01}} \right) \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_{022}}\right) \right);$$

$$0.75 - 0.01950000000 e^{-0.05200000000 t}$$

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

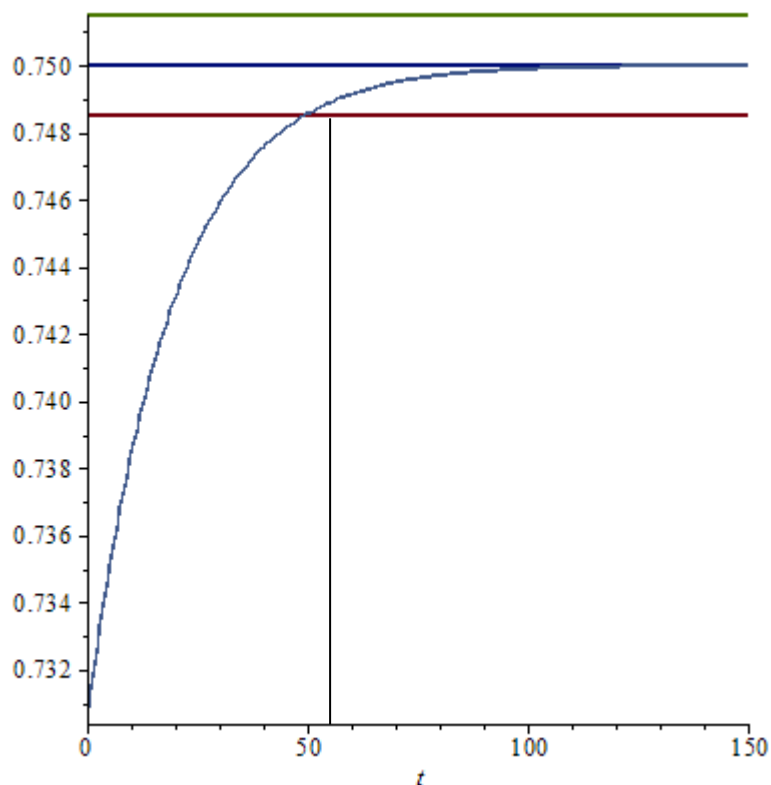


Рис. 5.6. Перехідний процес еквівалентного об'єкта

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

5.4. Розрахунок оптимальних налагоджень регулятора

Розрахунок оптимальних налаштувань регулятора будемо виконувати 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 зображено на рисунку 5.7 та знайдемо швидкість його руху за формулою:

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

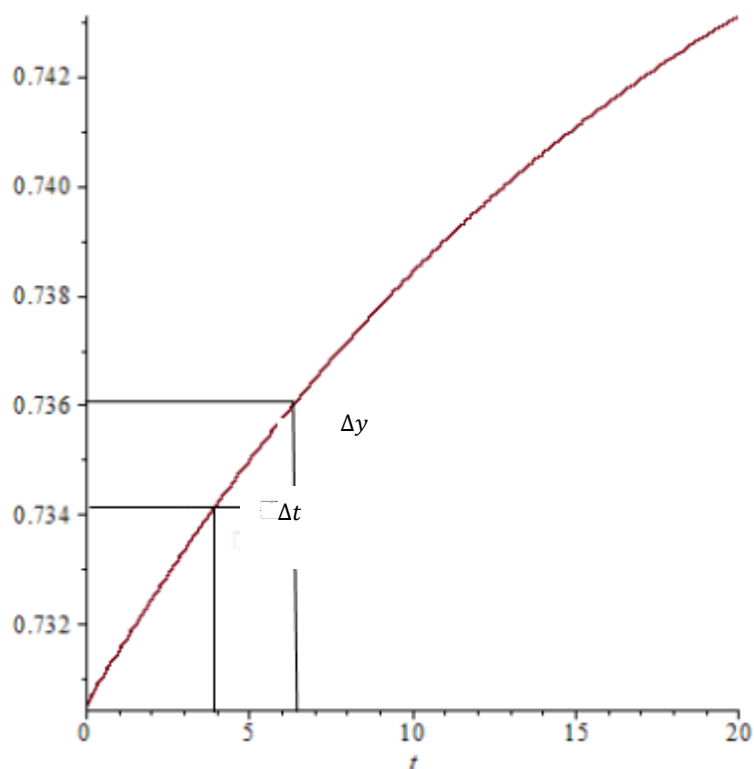


Рис. 5.7. Визначення оптимальних параметрів регулятора методом трикутника.

Розрахунок оптимальних параметрів:

$$> V_{\max} := \frac{0.002}{3};$$

0.0006666666667

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

Так як для регулювання використовуємо ПІ-регулятор, то оптимальні настроювання регулятора будемо знаходити за формулами:

- оптимальне значення коефіцієнта регулювання:

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

$$0.005144000000$$

- час інтегрування:

$$> T_i := 160;$$

$$160$$

5.5. Розрахунок математичної моделі САР, передавальні функції і частотні характеристики

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

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

$$0.005144000000 + \frac{1}{160s}$$

Передавальна функція технологічного об'єкта керування без часу запізнення по каналу збурення:

$$> W_7(s) := \frac{3.333333334}{12.8571s + 1};$$

$$\frac{3.333333334}{12.8571s + 1}$$

Передавальна функція датчика (витратоміра) дискової діафрагми по каналу збурення:

$$> W_8(s) := \frac{K_8}{\tau_8 \cdot s + 1};$$

$$\frac{0.9}{12.5s + 1}$$

Передавальна функція проміжного перетворювача по каналу збурення:

$$> W_9(s) := 0.9;$$

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

У якості компенсатора вибираємо аперіодичну ланку першого порядку:

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

$$\frac{0.8}{160s + 1}$$

Передавальна функція системи керування має вид:

$$W(s) = \frac{W7(s) + W8(s) \cdot W9(s) \cdot Wk(s) \cdot W2(s) \cdot W3(s) \cdot W4(s)}{1 + W1(s) \cdot W2(s) \cdot W3(s) \cdot W4(s) \cdot W5(s) \cdot W6(s)} \quad (5.4)$$

Підставимо значення передавальних функцій усіх ланок САР та отримаємо:

$$> W := \frac{W7(s) + W8(s) \cdot W9(s) \cdot Wk(s) \cdot W2(s) \cdot W3(s) \cdot W4(s)}{1 + W1(s) \cdot W2(s) \cdot W3(s) \cdot W4(s) \cdot W5(s) \cdot W6(s)};$$

$$\frac{3.333333334}{12.8571s + 1} + \frac{0.984960}{(12.5s + 1)(160s + 1)(20s + 1)(12.8571s + 1)}$$

$$1 + \frac{1.299600 \left(0.005144000000 + \frac{1}{160s} \right)}{(20s + 1)(12.8571s + 1)}$$

Частотні характеристики автоматичної системи регулювання показані на рисунках 5.8-5.11.

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

$$I w$$

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

$$s := I w$$

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

$$\Re \left(\frac{\frac{3.333333334}{12.8571 I w + 1} + \frac{0.984960}{(12.5 I w + 1)(160 I w + 1)(20 I w + 1)(12.8571 I w + 1)}}{1 + \frac{1.299600 \left(0.005144000000 - \frac{1}{160 I} \right)}{(20 I w + 1)(12.8571 I w + 1)}} \right)$$

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

`plot(R, w = 0 ..0.3);`

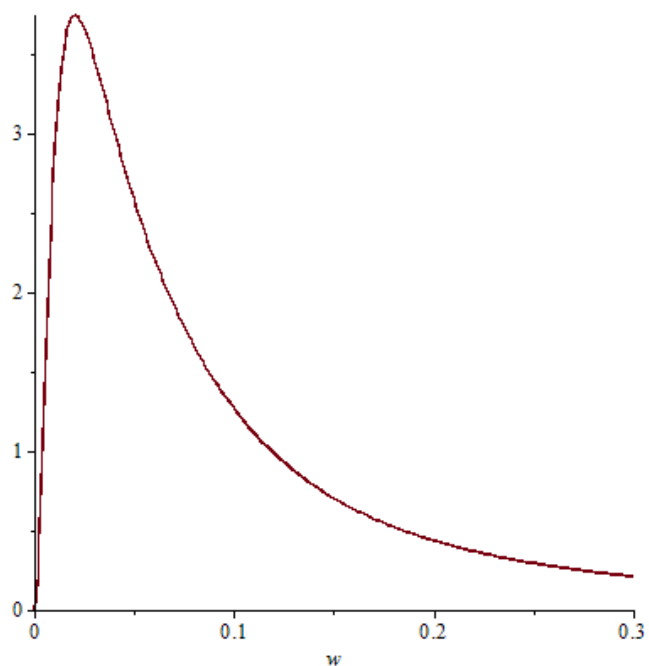


Рис. 5.8. Дійсна частотна характеристика CAP

`> M := Im(W);`

$$\Im \left(\frac{\frac{3.333333334}{12.85711w + 1} + \frac{0.984960}{(12.51w + 1)(1601w + 1)(201w + 1)(12.85711w + 1)}}{1 + \frac{1.299600 \left(0.005144000000 - \frac{1}{160} \frac{1}{w} \right)}{(201w + 1)(12.85711w + 1)}} \right)$$

`plot(M, w = 0 ..0.2)`

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

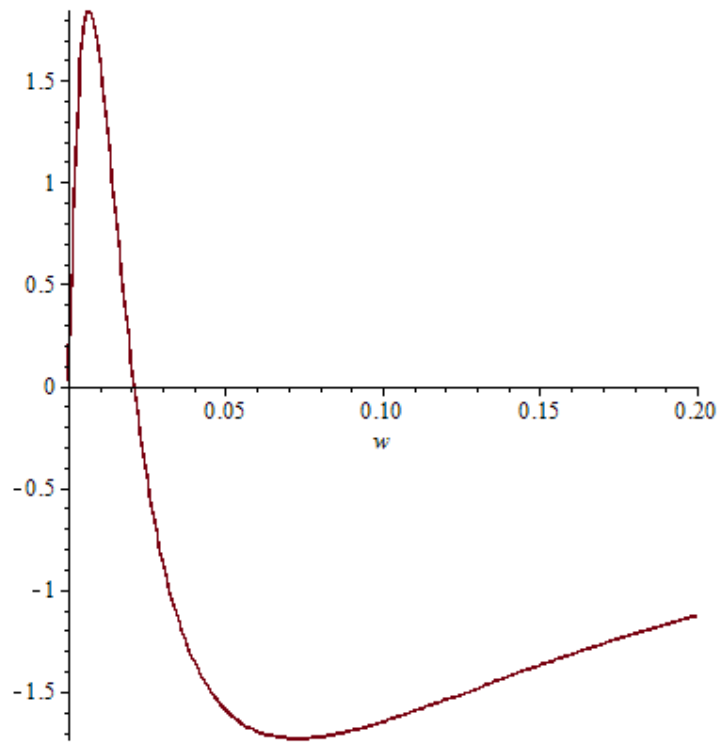


Рис. 5.9. Уявна частотна характеристика САР

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

$$\left(\Im \left(\frac{3.333333334}{12.85711w + 1} + \frac{0.984960}{(12.51w + 1)(1601w + 1)(201w + 1)(12.85711w + 1)} \right) \right)^2$$

$$+ \Re \left(\frac{1}{1 + \frac{1.299600 \left(0.005144000000 - \frac{1}{160} \frac{1}{w} \right)}{(201w + 1)(12.85711w + 1)}} \left(\frac{3.333333334}{12.85711w + 1} \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{0.984960}{(12.51w + 1)(1601w + 1)(201w + 1)(12.85711w + 1)} \right) \right)^2$$

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

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

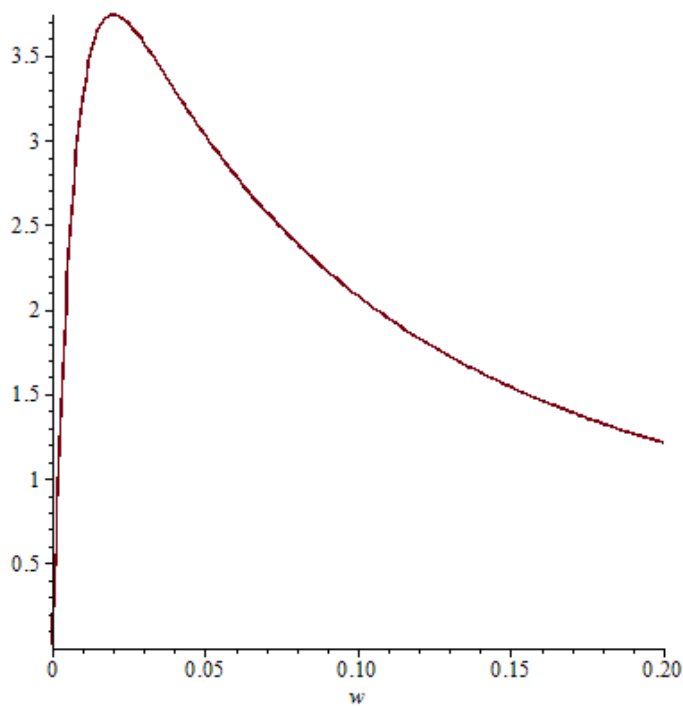


Рис. 5.10. Амплітудно - частотна характеристика САР

$$F := \arctan\left(\frac{M}{R}\right);$$

$F :=$

$$\arctan\left(\left(\Im\left(\frac{1}{1 + \frac{1.299600 \left(0.005144000000 - \frac{1}{160} I\right)}{(20 I w + 1) (12.8571 I w + 1)}} \left(\frac{3.333333334}{12.8571 I w + 1}\right)\right.\right.\right. \\ \left.\left.\left. + \frac{0.984960}{(12.5 I w + 1) (160 I w + 1) (20 I w + 1) (12.8571 I w + 1)}\right)\right) \right) \\ \left(\Re\left(\frac{1}{1 + \frac{1.299600 \left(0.005144000000 - \frac{1}{160} I\right)}{(20 I w + 1) (12.8571 I w + 1)}} \left(\frac{3.333333334}{12.8571 I w + 1}\right)\right.\right.\right. \\ \left.\left.\left. + \frac{0.984960}{(12.5 I w + 1) (160 I w + 1) (20 I w + 1) (12.8571 I w + 1)}\right)\right) \right)$$

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

`plot(F, w = 0 ..0.3);`

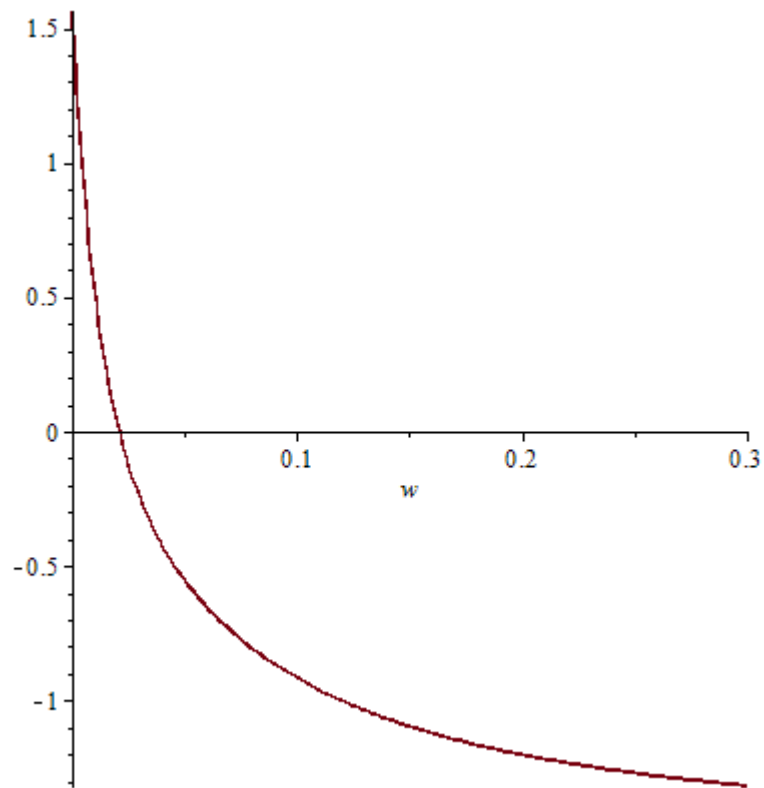


Рис. 5.11. Фазо - частотна характеристика САР

Графік кривої перехідного процесу зображений на рис.5.12.

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

$$\begin{aligned} & -1.424578970 e^{-0.08581991665 t} - 2.682104573 e^{-0.03238820442 t} \\ & + 2.060084591 e^{-0.009569915965 t} + 3.167146799 e^{-0.006250000000 t} \\ & - 1.120547847 e^{-0.08000000000 t} \end{aligned}$$

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

`plot(y, t = 0 ..700);`

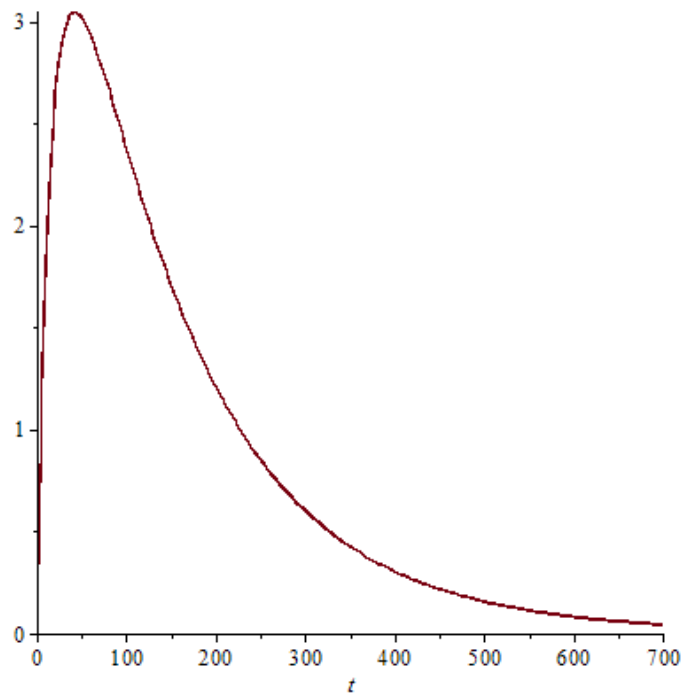


Рис. 5.12. Графік кривої перехідного процесу

Висновок: в розділі я розробив структурні схеми комбінованої САР рівня слабкого розчину аміачної селітри у сховищі, розрахував перехідні процеси і частотні характеристики об'єкта, також в ході роботи були отримані передавальні функції регулятора.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА КІСУ ТП

6.1. Розробка функціональної схеми автоматизації сховища аміачної селітри

Функціональна схема автоматизації (ФСА) показує вимірювальні, виконавчі та обчислювальні пристрої, що використовуються для побудови системи управління. Вимірювальні пристрої - це датчики технологічних величин - температури, тиску, рівня тощо. Виконавчі - це пристрої, що змінюють потоки матеріалу - клапани, насоси тощо. Обчислення - це пристрої, в яких реалізовані алгоритми управління, наприклад, програмований логічний контролер. Алгоритм управління - це послідовність команд, які виконуються для приведення процесу в заданий стан. У загальному випадку контролер зчитує значення з датчиків, обробляє їх і генерує керуючі сигнали на привід. На рис. 6.1 показано принцип стабілізації рівня рідини в сховищі розчину аміачної селітри за рахунок зміни витрати потоку F_k .

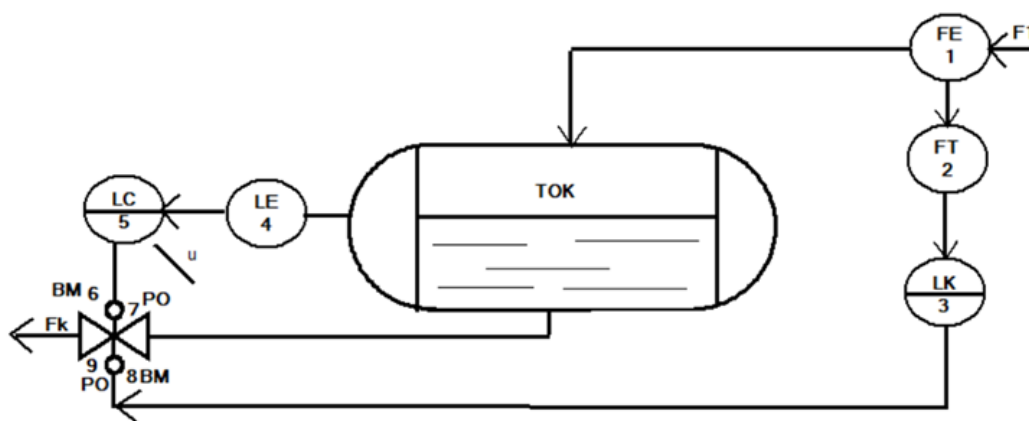


Рис. 6.1. Функціональна схема автоматизації сховища слабого розчину аміачної селітри комбінованим АСР

Комбіновані АСК знайшли широке застосування для автоматизації хіміко-технологічних процесів, у яких мають місце сильні збурюючі фактори.

Роз.				
Пер.				
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата

Комбіновані АСК відносяться до замкнених і характеризуються основними двома елементами: регулятором і компенсатором.

6.2. Автоматизація сховища слабкого розчину аміачної селітри

Одним з основних завдань, що вирішується при проектуванні систем керування, є забезпечення оптимального розподілу функцій між людиною і технікою.

Керування процесом виробництва аміачної селітри є неперервним і крупнотонажним, при цьому враховуються фактори: пожежо – вибухонебезпечні і можливість викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище. Якість продукції – найголовніше, використовуючи застарілі засоби системи регулювання, за цим фактором не можливо встежити. Для цього в курсовому проекті можна використати АСКТП на базі мікропроцесорного керуючого обчислюваного комплексу МСКУ-М.

Режим БЦК(найдосконаліший режим) – розрахунок за допомогою ЕОМ керуючого впливу і передача сигналу через пристрої сполучення безпосередньо на виконавчі органи. Тут виключається необхідність установки локальних регуляторів. Працюючи в даному режимі, КОК виконує наступні функції: збір і обробку вимірювальної інформації, видачу технологічної інформації на пристрої контролю, формування керуючих впливів відповідно до заздалегідь заданих критеріїв оптимальності і видачу їх на виконавчі механізми.

У стандартній конфігурації МСТКУ-М задіяні наступні блоки:

- РГ1 і РГ2 – блоки вхідних і вихідних гальванічних розв'язок. Основне призначення цих блоків полягає в захисті мікропроцесорного контролера від коротких замикань у схемах живлення датчиків і виконавчих механізмів;
- АЦП і ЦАП – блоки аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворення сигналів;
- ЦИП – блок цифро-імпульсного перетворення сигналів;

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

- ЦДП і ДЦП – блоки цифро-дискретного і дискретно-цифрового перетворення сигналів;
- АЛГО – блок алгоритмічного перетворення сигналів.

МСКУ-М – працює з уніфікованими струмовими сигналами.

Робоче місце оператора технолога (РМО) обладнано приладами керування (КК) (дисплеї, монітори, екрани, принтери тощо), панелями ручного керування (РУ) (оперативний персонал завжди повинен мати можливість перенести технологічний процес із автоматичний режим на ручний і навпаки) і схема сигналізації (С), яка зазвичай виконується на мнемотехнічному виробництві.

У зв'язку з тим, що вихідний сигнал МСКУ-М електричний, на виході КОК необхідно використовувати електропневматичні перетворювачі КПП-86.

Контроль основних технологічних параметрів процесу

Для контролю технологічного процесу отримання аміачної селітри оператор-технолог повинен мати можливість в будь-який момент отримати повну інформацію про процес. Для цього в даному курсовому проекті пропонується вимірювати та відображати в ЦП та КОС значення таких технологічних параметрів:

-рівень у сховищі 29 (контролюється приладом поз. LIRA-29);

Для вимірювання витрати будемо використовувати метод змінного перепаду тиску. У трубопроводі, по якому транспортується потік, установлюється звужуючий пристрій (діафрагма типу ДКП). Вихідний сигнал даного приладу є струмовим уніфікованим.

Для вимірювання рівня використовується ультразвуковий рівнемір, призначений для безконтактного вимірювання рівня різних рідин і відстані до межі розділу. Може використовуватися як сигналізатор або далекомір.

Дозволяє визначити середній рівень і різницю рівнів у двох точках, наповнення та об'єм рідини в резервуарах з відомими об'ємними характеристиками. Максимальна вимірювана відстань до 15 м.

Принцип роботи ультразвукових рівнемірів заснований на відображенні звукового імпульсу від перешкоди у вигляді поверхні вимірюваного середовища. Ультразвуковий рівнемір містить два основні елементи - це випромінювач і приймач. Випромінювач випускає ультразвукові хвилі, які відбиваються від верхнього середовища вимірювання, повертається назад в приймач. Таким чином, контролер приладу вимірює час, за який сигнал

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

проходить шлях від випромінювача до приймача. Вимірювальна схема перетворює ультразвуковий сигнал в уніфікований струмовий 4-20 мА, який подає на вторний прилад і на КОК.

Якщо необхідно сигналізувати відхилення параметра від норми, то сигнал із блоку АЛГО, через ЦДП виводиться в схему сигналізації.

Сигналізація і блокування процесу

Автоматичному контролю в сховищі підлягає рівень слабкого розчину аміачної селітри. Сигналізація спрацьовує при підвищенні рівня вище норми, встановленої регламентом, при значному підвищенні - спрацьовує блокування. Стабілізація рівня в апараті відбувається за допомогою клапана, який є регулюючим органом.

6.3. Розробка технічного проекту КСА в статичному режимі роботи

Мнемосхему контролю технологічного процесу розробимо за допомогою SCADA-системи Trace Mode. SCADA Trace Mode - програмний продукт для управління технологічним процесом будь-якого промислового і господарського об'єктів.

Створений графічний екран є наглядним відображенням технологічного процесу, за для якого створюється комп'ютерно-інтегрована система управління. Під час створення необхідно показати апарати стадії, системи регулювання та стабілізації. Для індикації параметрів на робочому екрані використовуються текстові блоки, які дають змогу виводити значення з програми на екран. Мнемосхема збірника слабкого розчину аміачної селітри показана на рис 6.2.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

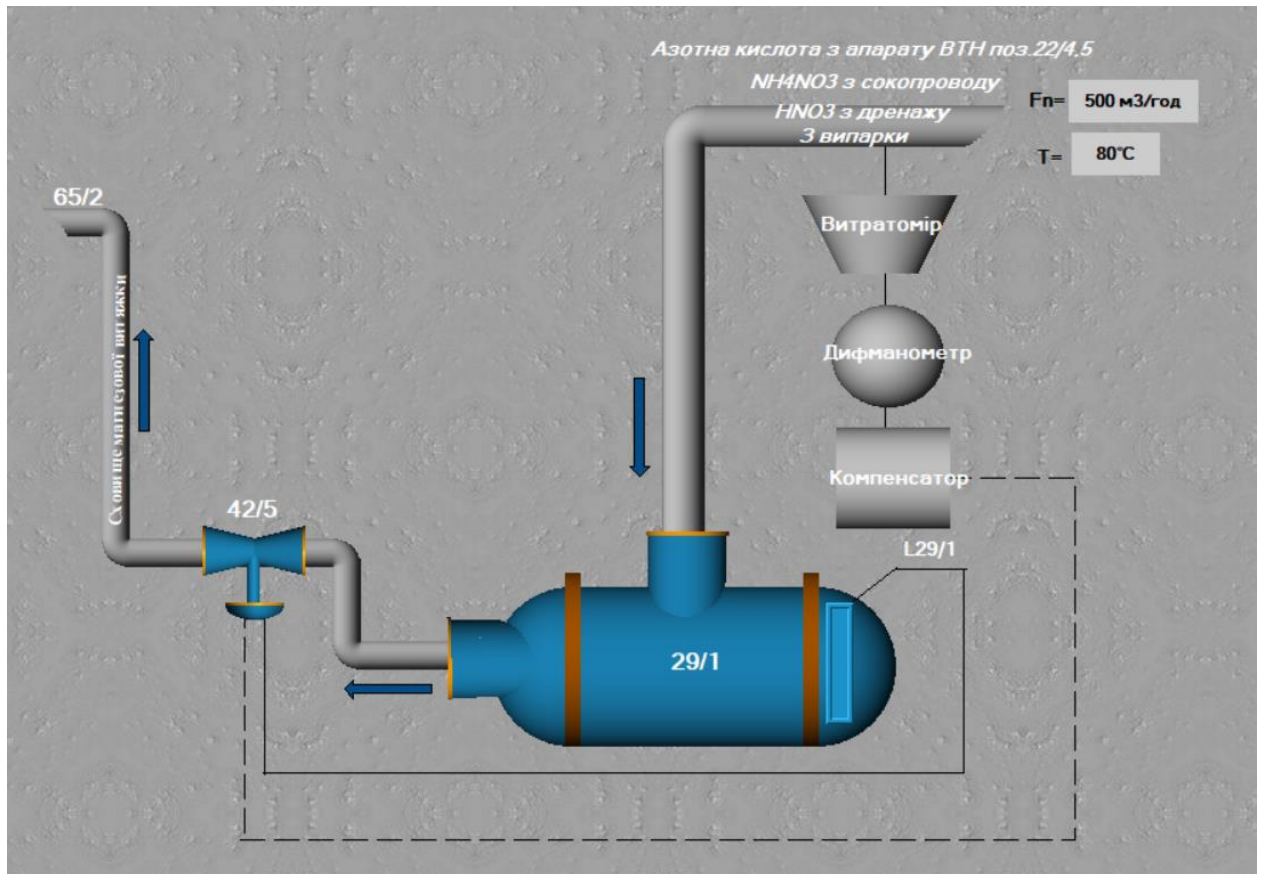


Рис. 6.2. Мнемосхема контролю сховища слабкого розчину аміачної селітри

Висновок: у розділі було розроблено ФСА збірника аміачної селітри, був опрацьований принцип роботи комбінованої системи управління, був вибраний режим роботи безпосередньо-цифрового керування, також описані блоки на панелі управління оператора-технолога, сигналізація і блокування процесу було досліджене, а також технічний проект КСА в статичному режимі роботи.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

ВИСНОВОК

Під час виконання дипломного проекту була досліджена сховище аміачної селітри в виробництві аміачної селітри як технологічний об'єкт керування, розроблена математична модель та досліджена передавальна функція системи за каналом керування. За результатами цього дослідження можна зробити висновок, що розрахована математична модель надає змогу для стійкого керування об'єктом. Також були розроблені автоматична система регулювання за обраним параметром та комп'ютерно-інтегрована система управління апаратом.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТОВУВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стенцель Й. И. Автоматизация технологических процессов химических производств: Уч. Пос. – К.: ИСИО, 1995. – 360с.
2. Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств. – М., «Машиностроение», 1974, - 464с.
3. Фарзани Н. Г., Илясов Л. В., Азим-заде А. Ю. Технологические измерения и приборы. – М.: Высш. шк., 1989. – 456с.
4. Стенцель Й. И. Математическое моделирование технологических объектов управления. – К.: ИСИО, 1993. – 328с.
5. Клюев А. С. Автоматическое регулирование. – М., «Энергия», 1973, - 392с.
6. Клюев А. С., Глазов О. В., Дубровский А. Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ. пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464с.
7. Голубятников В. А., Шувалов В. В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – М.: Химия, 1985. – 352с.
8. Кушелев В. П. Основы техники безопасности на предприятиях химической промышленности. – М., Химия. 1977. – 280с
9. Постоянный действующий технологический регламент производства амиачной селитры.

Роз.					ПД.48.01.ПЗ	Лист
Пер.						
Ізм.	Літ.	№ документа	Підп.	Дата		