Дипловний проект на тему:Розробити Комп’ютерно-інтегровану систему управління рідинним реактором отримання адипінової кислоти у виробництві адипінової кислоти і виконати синтез одноконтурної АСР температури реакційної маси в реакторі.

Виконав студент: гр АТП-14З, Гліженко Дмитро Вікторович

АСР классифікують по таким ознакам:

* по принципу регулювания;
* по призначенню;
* по характеру впливающих величин;
* по кількості регулюемих величин;
* по кількості контурів регулировання.

За принципом регулювання АСР діляться на таких, які діють по відхиленню, обуренню і комбіновані АСР. Використання одноконтурних систем регулювання у багатьох випадках не забезпечує високої якості перехідного процесу. Тому з метою підвищення якості регулювання таких об'єктів необхідно розробляти складніші АСР: комбіновані, каскадні, каскадно-комбіновані, системи зв'язаного регулювання, що стежать, екстремального регулювання і тому подібне. Одноконтурні АСР призначені для регулювання однієї технологічної величини (вихідної координати) при дії на об'єкт управління різних обурень. Принципова схема одноконтурної АСР представлена на рис. 1.1.

Одноконтурна АСР має один замкнутий контур, який складається з регулятора (Р), виконавчого механізму (ВМ), об'єкту управління (ОУ), вимірювального перетворювача (ВП) і проміжного (і що нормує при необхідності) перетворювача.

Принцип дії полягає в наступному: будь-яке обурення z від нормального значення приводить до зміни вихідної координати y. Зміна останньою сприймається первинним ВП. Його сигнал y1 після відповідного перетворення в проміжному перетворювачі ПП приходить на вхід суматора, в якому порівнюється із заданим значенням U. Оскільки зворотний зв'язок АСР негативний, на виході суматора з'являється сигнал розузгодження ε = U – y1. Останній приходить на регулятор Р, який виробляє відповідний закону регулювання сигнал і подає його на вхід ВМ. Цей пристрій змінює положення регулюючого органу, який збільшує або зменшує витрату матеріального або енергетичного потоку так, щоб вихідна координата набула попереднього значення.

**-**

**y1**

**ε**

**y**

**z**

**Р**

**ВМ**

**ПП**

**U**

**ВП**

**ОУ**

**Рисунок 1.1. Принципова схема одноконтурної АСР**

Комбіновані системи регулювання використовують при автоматизації об'єктів, на які діють істотні обурюючі дії. Їх можна побудувати подаючи сигнал, що коректує, на вхід як регулювальника, так і виконавчого механізму (рис. 1.2.).

**y1**

**z**

**U**

**z2**

**z1**

**y**

**ОУz**

**Д2**

**K**

**ВМ**

**ПП**

**Д1**

**ОУx**

**Р**

Рисунок 1.2. Структурна схема комбінованої системи регулювання

Введення імпульсу, що коректує, по найсильнішому обуренню робить можливим істотно понизити динамічну помилку регулювання за умови правильного вибору і розрахунку динамічного пристрою, який формує закон зміни цього впливу.

Основою розрахунку таких систем є принцип інваріантності. Суть цього методу полягає в тому, що відхилення вихідної координати системи регулювання від заданого значення повинне тотожно дорівнювати нулю в разі яких-небудь керівників або обурюючих дій. Для виконання цього принципу необхідно дві умови: ідеальна компенсація всіх обурюючих дій і ідеальне відтворення сигналу завдання. Очевидно, що досягти абсолютної інваріантності в реальних системах регулювання практично неможливо. Зазвичай обмежуються частковою інваріантністю відносно найнебезпечніших впливів. Такі АСР можуть бути ефективними, якщо постійна часу по каналу обурення рівна або більше постійною часу по каналу регулювання. Крім того, необхідно досліджувати передавальні функції системи по каналу обурення і по каналу регулювання, представивши їх у формі відношення поліномів. Якщо m20 и n20 – показники мір поліномів відповідно чисельника і знаменника передавальної функції WОУz, а m10 и n10 – показники мір передавальної функції WОУx, то комбінована АСР реалізовується у тому випадку, коли m20 + n20 ≤ m10 + n10.

Якщо якість регулювання одноконтурної АСР незадовільно (велике перерегулювання, час регулювання), для підвищення якості використовують каскадні системи регулювання. Каскадна АСР складається з декількох контурів регулювання. При виборі каскадних систем слід заздалегідь оцінити час запізднення по основному і допоміжному контурах регулювання. Такі системи ефективні в тому випадку, якщо час запізнювання по основному контуру більший, ніж по допоміжному. Як правило, на практиці застосовують наступних типів каскадних АСР: П-ПІ; ПІ-ПІ і ПІ-ПІД, де перший регулювальник є таким, що стабілізує, а другий - що коректує. Стабілізуючий контур призначений для регулювання допоміжної величини, а що коректує - основний (вихідний). Вживання каськадних систем приводить до зменшення перерегулювання (динамічної помилки), часу регулювання і інтегральної квадратичної помилки регулювання.

Структурна схема двухконтурної каскадної системи приведена на рис. 1.3.

**U**

**y**

**Р2**

**Р1**

**ВМ**

**ОУ2**

**ОУ1**

**Д1**

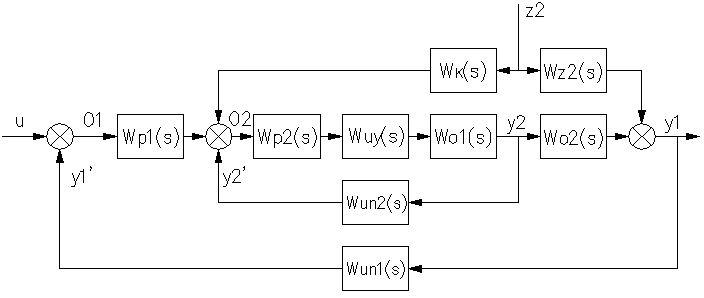
**ПП1**

**ПП2**

**Д2**

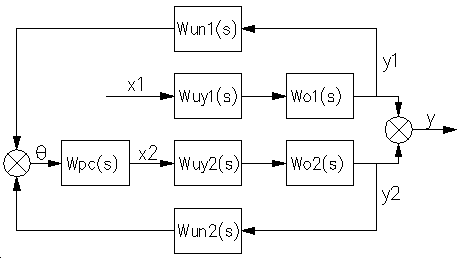
Рисунок 1.3. Структурна схема двухконтурної каскадної системи

Для управління складними технологічними об'єктами з багатьма сильними обуреннями доцільно застосовувати каскадно-комбіновані АСР. Такі системи мають три канали: що стабілізує (внутрішній), коректує (зовнішній) і компенсуючий. На рис.1.4 показаний упрощенний варіант структурної побудови каскадно-комбінованої АСР.



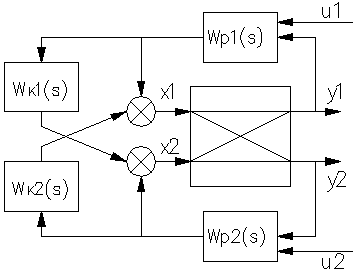
**Рисунок 1.4. Структурна схема каскадно-комбінованої АСР**

До стежачих систем регулювання відносяться АСР співвідношення матеріальних потоків. Вони містить регулювальника співвідношення. Один з потоків є таким, що веде, а інший - веденим, наприклад паливо і повітря в процесах горіння. Можливі стежачі АСР, в яких передбачається зміна співвідношення потоків по поточному значенню третього технологічного параметра. На рис.1.5 показана структурна схема АСР співвідношення при управлінні одним потоком.



**Рисунок 1.5. Структурна схема АСР співвідношення при управлінні одним потоком**

Основою побудови АСР зв'язаного регулювання є принцип автономності, тобто взаємній незалежності вихідних параметрів у1 і у2 при роботі двох замкнутих систем регулювання. Системи связаного регулювання застосовуються для автоматизації об'єктів управління, що мають мінімум два вхідних і два вихідних параметра, між якими існують перехресні зв'язки. Для усунення впливу цих зв'язків в АСР вводять динамічні пристрої (компенсатори), сигнали від которих поступають на відповідні канали регулювання або на входи регулювальників. Схема АСР зв'язаного регулювання показана на рис.1.6.



**Рисунок 1.6. Структурна схема АСР звязаного регулювання**

Зважаючи на принцип автономності, при розрахунках АСР зв'язаного регулювання представляють двома системами комбінованого регулювання. [2].

**Фізико-хімічні основи процесу**

Цех органічних кислот по виробництву адипінової кислоти (АДК), входить до складу виробництва органічних продуктів з ароматичної сировини (раніше виробництва адипинової кислоти й солі АГ) і уведений в експлуатацію в 1975 році.

Проектна потужність виробництва адипінової кислоти - 28800 т/рік, установлена потужність- 29500 т/рік.

Схема одержання адипінової кислоти запроектована в одну технологічну лінію.

Адипінова кислота виходить методом окислювання циклогексанола або анолона (суміші циклогексанола й циклогексанона) азотною кислотою, у присутності каталізатора ( суміші метаванадата амонію й нітрату міді) при температурі 75 -900ºС и тиску не більше 7кПа (надлишкове). Процес одержання адипінової кислоти безперервний і складається з наступних стадій:

- окислювання циклогексанола або анолона;

- кристалізація адипінової кислоти;

- регенерація азотної кислоти й виділення суміші дікарбонових кислот;

- сушіння адипінової кислоти;

- нейтралізація стічних вод.

Виробництво адипінової кислоти й солі АГ відповідно до рішення СМ СРСР №1211 від 10.06.1968 року закуплено комплектно по імпорті у фірми БАСФ за контрактом № 46/15008 від 12.02.1970 року.

У 2000 році стадія регенерації азотної кислоти і виділення суміші дикарбонових кислот (СДК) піддалася реконструкції (удосконаленню).

Удосконалена схема стадії регенерації азотної кислоти та виділення суміші дикарбонових кислот розроблена і освоєна вперше. Технологічний процес має правовий захист - деклараційний патент № 59867А на винахід "Спосіб регенерації меднованадиевого каталізатора, установка для його здійснення й спосіб виробництва адипинової кислоти."

У 2004 році була зроблена реконструкція реактора окислювання поз. А-107 шляхом нарощування корпусу та зовнішньої склянки, з метою збільшення повноти перетворення сировини в цільовий продукт (адипинову кислоту).

Адипінова кислота виходить окислюванням циклогексанолу або анолону (суміші циклогексанола й циклогексанона) азотною кислотою, у присутності каталізатора: нітрату міді Си(NO2)2 і метаванадата амонії NH4VO3 при тиску не вище 6,86 кПа надлишкове (700 мм вод. ст. надлишкове) і температурі 75-90 ºС у триходовому реакторі колонного типу.

Реакція утворення адипінової кислоти іде через утворення карбоксинитролової кислоти:

NOH

ОН

+ 2 НNО3 НООС – (СН2)4 –С +2 Н2О (1)

NO2

У середовищі азотної кислоти карбоксинитролова кислота розкладається з утворенням адипинової кислоти, закису азоту і азотноватистої кислоти:

2 НООС – (СН2)4 –С +2 Н2О 2НООС–(СН2)4–HOOС+N2O+H2N2O2

H2N2O2

NOH

NO2

Азотноватиста кислота в середовищі азотної кислоти розкладається за рівнянням:

5H2N2O2 2 HNO3 +4 Н2О +4 N2 (3)

Стехіометричне рівняння реакції окислювання виходить при підсумовуванні рівнянь (1), (2), (3) з розрахунком необхідних стехиометрических коефіцієнтів.

10 C6H11OH + 18 HNO3 10 НООС – (СН2)4 –HOOС +5N2O +4 N2 + 19Н2О (4)

Реакція окисления протікає екзотермічно з виделенням 3420 ккал на 1 кг прореагованої органічної сировини. Відвід тепла реакції здійснюється в ректифікаційній колоні К-103 за рахунок випарювання реакційної води й подачі в реактор реакційного розчину з температурою 65-75оС.

циклогексендион

2 HNO3

Н2О

HNO2

2 HNO3

NO NO2

2 HNO3

2 HNO2

HNO3

- HNO2

ОН

О

О

NOH

NOH

О

NO2

NO

НООС – (СН2)3 –COOH + 2 NO2 + CO2

О

NOH

О

O

НООС–(СН2)2–COOH+ (COOH)2

2,6 динитродинитрозоциклогексанон глутаровая кислота

2- дигидроксииминци-

клогексанон

Янтарная кислота щавелевая кислота

2,6 дигидроксимин-циклогексанон

**2.2 Технологічна схема та апаратурне оформлення**

**технологічного процесу**

Основним апаратом технологічної схеми є реактор А-107.

Реактор призначений для окислювання анолу (анолону) азотною кислотою в присутності каталізатора нітрату міді й метаванадата амонію.

Окислювання анола (анолона) азотною кислотою в присутності каталізатора нітрату міді й метаванадата амонію відбувається в реакторі А-107 при температурі від 75 до 900С внизу реактора і від 75 до 890С на виході з реактора А-107, вимірюваної TIRSH-1003,1006 і тиску верху реактора не більше 7 кПа надлишкове (700 мм вод.ст. надлишкове), вимірювальному PIRSH- 1007.

Сумарна витрата анола (анолона), подаваний у змішувальне сопло реактора А-107 об'ємною витратою від 2,4 до 3,3 м3/год, измеряется счетчиком FIRSL-1001, а миттєва витрата виміряється діафрагмою FIRCSHL-1002.

Тиск от 1,1 до 2,5 МПа (11-25 кгс/см2) анола (анолона) у трубопроводі перед змішувальним соплом реактора виміряється дифманометром PІRAHSL-1006.

Основна частина реакційного розчину, пройшовши колону отдувки оксидів азоту К-102 і колону концентрування К-103, об'ємною витратою от 420 до 650 м3/год, вимірюваним індукційним витратоміром FIRSL-1005, насосом Р-101А/В подається в змішувальне сопло реактора А-107.

Аналіз існуючих систем контролю і регулювання показав, що на діючому виробництві, системи регулювання не забезпечують високої якості регулювання. У зв'язку з цим пропонується ввести одноконтурну АСК для стабілізації температури у реакторі. Тобто пропонується регулювати температуру у реакторі зміною положення заслонки на клапані подачі реакційного розчину у реактор, дане нововведення дозволить підвищити якість готового продукту стадії.

Технологічний об'єкт керування - це сукупність технологічного устаткування й реалізованого на ньому по відповідному регламенту технологічного процесу. У загальному випадку аналіз технологічного процесу як об'єкта керування передбачає наступне:

- визначення параметрів, які впливають на технологічний процес і за допомогою яких він проводиться, а також до визначення їхніх номінальних значень;

- визначення параметрів, які підлягають обов'язковому автоматичному контролю.

При аналізі даного технологічного процесу як об'єкта керування були зроблені наступні висновки:

- вихідними координатами даного процесу, тобто параметрами, що підлягають регулюванню, є: температура адипінової кислоти; тиск в апарату, рівень і концентрація на виході;

- вхідними (регулюючими) координатами є: витрата анолу, витрата реакційного розчину;

- координатами, що збурюють, тобто параметрами, які впливають на вихідні координати, але не можуть бути регулюючими, є: тиск і температура анолу; тиск і температура реакційного розчину; концентрація розчину на вході, температура навколишнього середовища.

*Tр*

*Fр*

*T*

*Q*

*L*

*P*

*Pп*

*Pр*

*Tо.с.*

*Q.р.*

*Tп*

*Fа*

Система призначена для оперативного централізованого контролю параметрів технологічного процесу (вимірюваних і розрахункових), створення обладнання процесу отримання адипінової кислоти у виробництві адипінової кислоти, керування в супервізорному режимі 32 локальними контурами, забезпечення безпеки управління технологічним процесом і захисту обладнання.

Об′єктом контролю та управління є процес отримання адипінової кислоти у виробництві адипінової кислоти.

Об′єкт контролю та управління характеризується наступними показниками:

- кількість аналогових сигналів середнього рівня (4-20 *Ма* ) 220, зокрема БРГ - 84, станція висушування – 16;

- аналогові сигнали з пороговим пристроєм 65, зокрема 30 для процессу, 35 для сигналізації;

- кількість аналогових виходів на БЦК (безпосереднє цифрове керування) – 32;

- кількість дискретних вхідних сигналів типу «*сухий контакт*» (стан блокувань, клапанів відсікачів, стан обладнання, сигналізація) - 91, зокрема стан обладнання - 21, сухий контакт (1*А* – 220*В*) - 20, з гальванічним розділенням для станції висушування - 1, ручного керування – 6 (1 з гальвнічним розділенням), стан відсічних клапанів - 34, сухий контакт на табло сигналізації – 9;

- кількість ручних уводів (констант, значень лабораторних аналізів) - 1024;

- кількість розрахункових параметрів – 100;

- кількість оперативних груп по 8 параметрів з динамічною зміною складу - 10, зі статичною зміною складу – 64;

- кількість детальних дисплейних фрагментів: для вимірюваних параметрів – 220; для розрахункових параметрів – 100;

- кількість мнемосхем – 25, зокрема 1 – загальна схема функціонально пов′язаних блоків;

- кількість оперативних трендів по 8 параметрів – 30;

- кількість параметрів добової архівації – 220;

- кількість параметрів місячної архівації – 30;

- кількість параметрів річної архівації – 30;

- кількість рапортів – 6;

- кількість аналогових і дискретних параметрів для формування технологічної ситуації та виявлення причин спрацювання блокувань - дискретних 220

- кількість регуляторів супервізорного керування – 32.

**Математична модель для трубопроводу з рідиною (реакційний розчин)**

Рівняння матеріального балансу:

 (4.1)

де

 (4.2)

- маса рідини, що входить в об'єкт;

 (4.3)

-маса, що накопичується в трубопроводі;

 (4.4)

- маса на виході трубопроводу.

Маса рідини на виході трубопроводу залежить від гідродинамічного опору і швидкості руху. Згідно із законом Гагена-Пуазейля втрати тиску на тертя:

 (4.5)

де

 (4.6)

- середня швидкість потоку;

Fp – витрата;

Sp – поперечний перетин регулюючого органу;

 - коефіцієнт динамічної в'язкості;

D – діаметр трубопроводу;

L – довжина трубопроводу.

Знайдемо витрату потоку рідини:

 (4.7)

Враховуючи попереднє, запишемо рівняння матеріального балансу:

 (4.8)

Задамо відхилення змінним параметрам від їх номінальних значень:

     (4.9)

Після перемножування і виключення величин гранично малого значення отримаємо:

(4.10)

Рівняння статики:

 (4.11)

Виключимо рівняння статики і введемо позначення:

     (4.12)

отримаємо рівняння матеріального балансу у відносній формі:

 (4.13)

де

 (4.14)

- постійна часу

 (4.15)

 (4.16)

 (4.17)

 (4.18)

 (4.19)

Передавальні функції по каналах:

 (4.20)

 (4.21)

Знайдемо чисельне значення постійних часу для трубопроводу реакційного розчину.

   (4.22)

**Математична модель реактора:**

Реактор в загальному випадку має чотири вихідних параметра. Значить, для його дослідження необхідно скласти рівняння як теплового, так і матеріального балансів.

Рівняння матеріального балансу установки **по концентрації** цільового компонента на виході з|із| апарату має вигляд:

, (4.23)

де - кількість речовини, яка виходить в процесі реакції;

 - кількість маси на виході із реактора;

 - кількість нової речовини в реакторі.

Тоді рівняння матеріального балансу установки по концентрації:

 (4.24)

Для подальшого дослідження необхідно врахувати, що:

 (4.25)

де – коефіцієнт витрати регулюючого органу; *S* – прохідний отвір клапана.

Відповідно до цього рівняння матеріального балансу матиме вигляд:

 (4.26)

Змінними будуть параметри: *S* – поперечний перетин регулюючого органу; Q – концентрація цільового компонента; L – рівень.

Розкладемо функцію в ряд Тейлора біля номінальних значень. Отримаємо:



Змінні параметри:

.

.

На основі отриманих формул, після перемножування і знехтування складовими малого ступеня важливості отримаємо:

Вилучимо статичну характеристику:

Тоді рівняння прийме вигляд:



Запишемо у відносній формі:

Матеріальний баланс для рівня має вигляд:

, (4.27)

де  - масова витрата потоку анолу, який приходить в установку;

 - масова витрата потоку реакційного розчину, який подається в установку;

 - масова витрата потоку частини реакційного розчину на вході в реактор;

 - масова витрата розчину, який відводиться з реактора;

; *S* – поперечний перетин установки.

Таким чином, рівняння матеріального балансу для рівня набере вигляду:

 (4.28)

Тоді рівняння матеріального балансу матиме вигляд:

 (4.29)

Змінними будуть параметри: *S1* – поперечний перетин регулюючого органу на лінії подачианола; *S –* поперечний перетин регулюючого органу на лінії відбору отриманого розчину; F2 – витрата реакційного розчину; *F3* – витрата отриманого розчину; *L* – рівень.

Розкладемо функцію і в ряд Тейлора біля номінальних значень, і відповідно. Отримаємо:





Змінні параметри:

; .

.

На основі отриманих формул, після перемножування і знехтування складовими малого ступеня важливості отримаємо:



Виділимо статичну характеристику:



Тоді рівняння прийме вигляд:



Запишемо у відносній формі



Матеріальний баланс для тиску має вигляд:

, (4.30)

де  - масова витрата потоку анолу, який приходить в установку;

 - масова витрата потоку реакційного розчину, який подається в установку;

 - масова витрата розчину, який відводиться з реактора;

 - масова витрата частини реакційного розчину на вході в реактор;

.

Таким чином, рівняння матеріального балансу для тиску набере вигляду:

 (4.31)

У відповідності рівняннями (4.24) і (4.31) рівняння матеріального балансу матиме вигляд:

 (4.32)

Змінними будуть параметри: *S1* – поперечний перетин регулюючого органу на лінії подачі анола; *S –* поперечний перетин регулюючого органу на лінії відбору; F2 – витрата реакційного розчину; *F3* – витрата розчину, що відводиться; *L* – рівень; Р – тиск.

Розкладемо функцію і в ряд Тейлора біля номінальних значень, і відповідно. Отримаємо:

;

.

Змінні параметри:

; .

.

На основі отриманих формул, після перемножування і знехтування складовими малого ступеня важливості отримаємо:



Виділимо статичну характеристику:



Тоді рівняння прийме вигляд|вид|:



Запишемо у відносній формі



Тепловий баланс по температурі має вигляд:

, (4.33)

де - кількість теплоти, яка приходить з анолом;

 - кількість теплоти, яка приходить з реакційним розчином;

 - кількість теплоти, яка визволяється в результаті реакції; К=к0\*exp(-Е/RT);

 - кількість теплоти, яка виходить з розчином, що відводиться;

 - кількість теплоти, яка накопичується в об'ємі.

Відповідно до цих рівнянь отримаємо:

 (4.34)

Тоді тепловий баланс по температурі в установці матиме вигляд:

 (4.35)

Змінними будуть параметри: *S1* – поперечний перетин регулюючого органу на лінії подачі анола; *S* – поперечний перетин регулюючого органу на лінії відбору; Т1 *–* температура анола; F2 – витрата реакційного розчину; *Т2 –* температура реакційного розчину; F3 – витрата розчину, що відводиться; *Т3 –* температура розчину, що відводиться; L – рівень; Q – концентрація анола на виході з екстрактора.

Розкладемо функцію і в ряд Тейлора біля номінальних значень, і відповідно. Отримаємо|одержуватимемо|:





Змінні параметри:

;



, тоді



, тоді

.

На основі отриманих формул маємо:



Вилучимо статичну характеристику:



Тоді рівняння прийме вигляд:

Запишемо у відносній формі



Перейдемо до безрозмірного виду. Введемо подальші позначення

; ; ; ; ; ; ; ;

; ; .

Тоді отримуємо рівняння математичної моделі:

; (4.36)

; (4.37)

; (4.38)

 (4.39)

Позначимо постійні часу:

; ; ; .

Коефіцієнти передачі:

; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; .

З рівнянь (4.36-4.39) видно, що вони містять відповідні вихідні параметри, тобто моделі взаємозв'язані. Щоби знайти остаточну математичну модель за температурою, необхідно вирішити систему рівнянь:

,

де

 (4.40)

Таким чином, отримали систему з чотирьох рівнянь, в якій невідомими параметрами є *у1*, *у2*, *у3*, *у4*. Вирішимо цю систему матричним способом. Знайдемо детермінант системи:



 (4.41)

Знайдемо математичну модель за температурою цільового продукту:



 (4.42)

Оскільки, то приймаючи отримаємо:



Тоді:

 (4.43)

Спростимо (4.43), отримаємо|одержуватимемо|:

 (4.44)

Зробимо заміну:

; ; ; ; ; ; ; ; .

Тоді вираз (4.44) прийме вигляд

 (4.45)

Підставимо в рівняння (6.69) вирази *В1*, В2 і В4:



Розкриємо дужки:

Перетворимо:

Зробимо заміну:

; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; 

ЗібравшиБеручи до уваги всі приведені рівняння маємо:



Тоді математична модель по температурі має вигляд:



Знайдемо коефіцієнти і змінні:



























































































Тоді математична модель по температурі має вигляд:



**Пропозиції по удосконаленню автоматизації технологічного процесу**

Аналіз існуючих систем контролю і регулювання показав, що на виробництві, що діє, системи регулювання, що діють, не забезпечують високої якості регулювання. У зв'язку з цим пропонується ввести одноконтурну АСР для стабілізації температури реакційної маси у реакторі шляхом зміни положення заслінки на лінії подачі реакційного розчину, дане нововведення дозволить підвищити якість готового продукту стадії.

Використовуючи передавальні функції основних об’єктів керування, які розраховані в попередньому параграфі, розрахувати такі частотні характеристики:

1.Амплітудно-частотну характеристику;

2.Дійсну частотну характеристику;

3.Уявну частотну характеристику;

4.Криві розгону еквівалентних технологічних об’єктів керування.

**4.2 Розробка структурних схем досліджуваних автоматичних систем**

**керування та їх математичне описання**

На рис. 4.1. показана структурна схема одноконтурної системи регулювання температурою.

**-**

**y1**

**ε**

**y**

**z**

**Р**

**ВМ**

**ПП**

**U**

**ВП**

**ОУ**

Рисунок 4.1. Структурна схема одноконтурної системи

Одержавши оптимальні настроювання регулятора, а також передатну функцію компенсатора, можна визначити якість процесу регулювання. Для цього необхідно розрахувати криву перехідного процесу.

Перехідний процес являє собою залежність у часі регульованої координати АСР при несталих режимах роботи після зовнішнього збурювання або регулюючого впливу.

Основними показниками для оцінки перехідних процесів в АСР можуть бути такі:

- максимальне відхилення вихідної координати в перехідному режимі роботи від сталого значення (перерегулювання)