**Міністерство освіти і науки України**

**Національна металургійна академія України**



**РОБОЧА ПРОГРАМА,**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ І ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ**

**із дисципліни «АСУТП В ХIМIЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ»**

**для студентів заочного факультету, які навчаються за напрямом**

**7. 05130105 – Хiмiчна технологія палива та вуглецевих матеріалів**

Дніпропетровськ НМетАУ 2013

**УДК 66.012-52**

Головко В.І. Робоча програма, методичні вказівки вивчення дисципліни і виконання індивідуального завдання із дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами в хімічних виробництвах»: Учбовий посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 36 с.

Викладені основні питання особливостей розробки систем управління та регулювання хіміко-технологічними процесами, складу і вимог до технічних засобів АСУТП в хімічних виробництвах.

Призначено для студентів заочного факультету, які навчаються за напрямом 7.05130105 – Хiмiчна технологія палива та вуглецевих матеріалів.

# Друкується за авторською редакцією

Укладачі: В.І. Головко, докт. техн. наук, проф.

Відповідальний за випуск: О.П. Єгоров, канд. техн. наук, доц.

Рецензенти:   О.М. Кукушкін, докт. техн. наук, проф. (НМетАУ)

© Національна металургійна

академія України

**З М І С Т**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Робоча програма дисципліни………………………………………. | 4 |
|  | Характеристика дисципліни……………………………………….. | 5 |
|  | Зміст дисципліни…………………………………………………… | 6 |
|  | Методичні вказівки по вивченню дисципліни……………………. | 8 |
| 1 | Фундаментальні принципи управління…………………………… | 8 |
| 2 | Статичний і динамічний стан систем……………………………... | 13 |
|  | Індивідуальне завдання.  Функціональні схеми автоматизації……………………………...  Варіанти теоретичних питань………………………………………  Перелік теоретичних питань……………………………………….. | 27  32  33 |

**Робоча програма дисципліни**

# **Розподіл навчальних годин (денна та заочна форма навчання)**

|  | денна форма | заочна  форма |
| --- | --- | --- |
| **Усього годин за навчальним планом** | 144 | 72 |
| у тому числі: Аудиторні заняття | 64 | 32 |
| з них:  лекції | 48 | 24 |
| лабораторні роботи | 0 | 0 |
| практичні заняття | 16 | 8 |
| семінарські заняття | 0 | 0 |
| Самостійна робота | 80 | 40 |
| у тому числі при :  підготовці до аудиторних занять | 32 | 16 |
| підготовці до модульних контрольних робіт | 18 | 18 |
| виконанні курсових проектів (робіт) | 0 | 0 |
| виконанні індивідуальних завдань | 0 | 0 |
| опрацюванні розділів програми, які не викладаються на лекціях | 6 | 6 |
| Підсумковий контроль | диф.  залік | екзамен |

# **Характеристика дисципліни**

Навчальна дисципліна "АСУТП в хімічних виробництвах" є нормативною і входить до циклу дисциплін професійно-практичної підготовки.

***Мета вивчення дисципліни*** – засвоєння знань та набуття необхідних навичок щодо дій, пов`язаних з розробкою АСР технологічних процесів в хімічних виробництвах.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен ***знати***:

- технологічні особливості основних агрегатів, що використовуються в хімічних виробництвах, як технологічних об`єктів керування;

- основні  збурення та управляючі впливи на процеси, що стосуються хімічного виробництва;

- структуру та функції АСУТП в хімічних виробництвах;

***вміти***:

- розробляти технічне завдання на АСУТП;

- використовуючи аналіз конструктивних і технологічних особливос-тей ТОУ та його технологічного регламенту, вибрати змінні управління;

- визначити основні збурення та можливість їх компенсації за обраними каналами регулюючих дій;

- формулювати задачі автоматизації для технологічних об`єктів хімічних виробництв;

- розробляти інформаційне, математичне, програмне та технічне забезпечення АСУТП в хімічних виробництвах;

- висувати обґрунтовані вимоги до якості та швидкодії АСР технологічних параметрів в хімічних виробництвах;

- синтезувати структуру АСУ та АСР, укладати функціональні схеми автоматизації хімічних виробництв;

- аналізувати роботу АСР.

***Критерії успішності*** – отримання позитивних оцінок з двох модульних контрольних робіт.

***Засоби діагностики успішності навчання*** – комплекти тестів.

***Зв’язок з іншими дисциплінами*** – вивчення матеріалу дисципліни базується на знаннях з „Виробничих процесів та обладнання об`єктів автоматизації", "„Термодинаміки та теплотехніки", “Контролю та керування хіміко-технологічними процесами”. Набуті знання і вміння використовуються при вивченні дисципліни "Процеси і апарати хімічної промисловості".

**Зміст дисципліни**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№  тем | Назва розділу/теми та її зміст | Тривалість (годин),  література |
| 1 | **Призначення АСУТП**  Особливості теплоенергетичних процесів як об’єктів керування. Ієрархія задач керування. Призначення АСУТП. | 2 |
| 2 | **Класифікація АСУТП**  Інформаційні та керуючі функції АСУТП. Класифікація АСУТП. Структура і життєвий цикл АСУТП. | 4 |
| 3 | **Функціональна та організаційна структура АСУТП**  Схеми функціональної та організаційної структури АСУТП, елементи схем, їхній склад та правила читання. | 2 |
| 4 | **Технічне завдання на АСУТП**  Призначення та цілі створення АСУТП. Показники призначення. Вимоги до надійності АСУТП. Вимоги до захищеності технічних засобів від шкідливих впливів середовища. Вимоги до функцій АСУТП. | 4 |
| 5 | **Інформаційне забезпечення АСУТП**  Склад інформаційного забезпечення. Класифікація та опис сигналів в АСУ. Засоби введення-виведення сигналів. | 4 |
| 6 | **Математичне забезпечення АСУТП**  Математичне забезпечення АСУТП. Види математичних моделей. | 2 |
| 7 | **Програмне забезпечення АСУТП**  Загальне та спеціальне програмне забезпечення. Особливості алгоритмів систем автоматизації. | 2 |
| 8 | **Вимоги до технічного забезпечення АСУТП**  Вимоги до технічного забезпечення АСУТП та умови їхнього використання для автоматизації процесів хімічних виробництв. | 4 |

**Практичні заняття**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Тема заняття та її зміст | Тривалість (годин) |
| 1 | **Укладання функціональних схем управління**  Укладання функціональних схем управління витратою, рівнем, тиском. | 4 |
| 2 | **Укладання функціональних схем управління**  Укладання функціональних схем управління тепловими процесами. | 4 |

**Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№ з/п | Назва теми та ії зміст | Тривалість (годин) |
| 1 | **Різновиди та режими роботи АСУТП хімічних виробництв**  Різновиди та режими роботи АСУТП хімічних виробництв [1, с. 618-624] | 6 |

**Рекомендована література**

1. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами: Учебное издание. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2007. - 691 с.

2. Автоматическое управление в химической промышленности: Учеб. для вузов / Под ред. Е.Г. Дудникова. - М.: Химия, 1987. - 368 с.

3. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учеб. пособие для вузов. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. - 416 с.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ**

**1 ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ**

Технологічні процеси (ТП) являють собою впорядковану сукупність дій – операцій, які діляться на два основних види: робочі операції й операції управління.

*Робочі операції* – це дії, які пов'язані зі зміною форми й розмірів предмета праці (наприклад, деформація металу у валках прокатного стана), його енергетичного стану (нагрівання заготовки перед прокаткою), положення в просторі (переміщення заготовки рольгангом).

Для полегшення й удосконалення робочих операцій використовуються різні технічні пристрої, які частково або повністю заміняють людину в даній операції. Заміна праці людини в робочих операціях з метою звільнення її від фізично важкої, шкідливої й рутинної праці називається *механізацією*.

Для правильного і якісного виконання робочих операцій необхідні супровідні дії іншого роду – *операції управління*.

Сукупність управляючих операцій утворює *процес управління*.

На відміну від робочих операцій для здійснення операцій управління не потрібно великої кількості енергії, оскільки при виконанні цих операцій об'єктом є не речовина або енергія, а інформація, яку одержують, передають, обробляють, аналізують, фіксують тощо. Тому, управління – це, насамперед, *інформаційний процес*.

Операції управління також можуть виконуватися технічними пристроями. Заміна праці людини в операціях управління називається автоматизацією, а технічні пристрої, що виконують операції управління – автоматичними пристроями.

Необхідність автоматизації сучасного виробництва обумовлена наступними факторами:

* реалізація швидкоплинних процесів, управління якими вручну неможливо в силу обмежених фізіологічних можливостей людини;
* забезпечення високої точності технологічних процесів, що неможливо досягти при ручному управлінні;
* необхідність обробки більших обсягів інформації для аналізу взаємозв'язку параметрів при управлінні складними процесами;
* об'єктивність управління, незалежно від індивідуальних якостей людини-оператора, його кваліфікації, фізичного й психічного стану;
* необхідність дистанційного управління шкідливими й небезпечними технологічними процесами.

Особливості металургійних об'єктів обумовлені наступною виробничою специфікою:

1. Багатомірність – безліч факторів, що впливають на хід ХТП.
2. Нелінійність, обумовлена складними взаємозв'язками факторів.
3. Розподіленність у просторі устаткування й предметів праці.
4. Інерційність – велике запізнювання збурювання й управління.
5. Складність й низька точність виміру технологічних параметрів через вплив потужних техногенних перешкод.
6. Вузький діапазон зміни факторів при пасивному експерименті.
7. Небажаність або неприпустимість активного експерименту.
8. Складність і дорожнеча фізичного моделювання. Необхідність врахування масштабного фактора.
9. Ймовірнісний характер більшості хіміко-технологічних процесів.

Як наслідок, для ХТП характерні обмеженість теоретичного уявлення і неповнота емпіричної інформації про процеси.

Тому автоматизувати металургійні об'єкти важко й для управління ними необхідні складні й дорогі системи управління.

Позитивний момент – величезні матеріальні й енергетичні потоки металургійних виробництв визначають великий економічний ефект навіть від незначного вдосконалення технологічних процесів.

Передумови успішної автоматизації:

* *достатній рівень механізації* – автоматизація не усуває недоліків механізації (ненадійність механізмів, недостатня потужність приводів, фізичне спрацювання устаткування не дозволять навіть найкращій системі забезпечити випуск якісної продукції);
* *висока культура виробництва* – автоматизація не вирішує організаційні проблеми (відсутність продуманого порядку, нечіткий розподіл обов'язків серед виробничого персоналу, низька технологічна дисципліна зведуть нанівець зусилля розробників САР);
* *повнота й точність інформації* про процес, що автоматизується (оснащення устаткування необхідними датчиками й захист їх від техногенних впливів);
* *надійність* технічних засобів автоматизації (ТЗА).

Нинішня техніка для автоматизації має високу надійність. Середній час наробітку на відмову модулів управляючих обчислювальних комплексів – 10 й більше років. Таким чином, техніка практично не відмовляє.

Найчастіше збої в роботі АСУ відбуваються через недосконалість управляючих програм. Це пов'язане з тим, що для кожної АСУ конкретним технологічним процесом розробляється спеціальне (унікальне) програмне забезпечення, у процесі написання, налагодження й супроводу якого неминучі помилки. Для того, щоб звести їх до мінімуму, розробляються й впроваджуються різні системи автоматизації програмування й діагностики роботи програмного забезпечення.

Сукупність технічних пристроїв (машин, знарядь праці, засобів механізації), що реалізують технологічний процес, називається *об'єктом управління*. У сполученні із засобами управління він утворює *систему управління (СУ)*.

Система управління, у якій робітники й управляючі операції виконуються без участі людини, називається *автоматичною*.

Система, у якій автоматизована тільки частина операцій управління, а інша частина (зазвичай найбільш відповідальна) виконується людьми, називається *автоматизованою*.

Коло об'єктів і операцій управління досить широке. Воно охоплює технологічні процеси й агрегати, групи агрегатів, цехи, підприємства, людські колективи, організації, держави тощо.

Із цієї безлічі фахівці з автоматизації займаються тільки такими видами управління, які властиві головним чином технічним об'єктам і технологічними процесам.

Всякий об'єкт управління характеризується сукупністю технічних величин, які називаються *параметрами*. На рисунку 1.1 наведена класифікація параметрів ТОУ.

навантаження

Параметри ТОУ

внутрішні

зовнішні

вхідні

вихідні

задаючі

збурення

управляючі

перешкоди

впливи

Рис. 1.1. Класифікація параметрів об'єкта управління

*Внутрішні параметри* не змінюються в процесі функціонування об'єкта. Наприклад, внутрішніми параметрами методичної нагрівальної печі як об'єкта управління можна вважати габарити печі, кількість форсунок, їхній прохідний перетин тощо.

*Зовнішні параметри* об'єкта управління можна поділити на вхідні й вихідні. *Вихідні* *параметри (залежні змінні, регульовані величини)* характеризують якість керованого процесу – ціль управління. Наприклад, для нагрівальної печі у якості таких величин можна розглядати температуру внутрішньотрубного простору, температуру заготовок на виході печі, перепад температури по їхній довжині й перетину тощо.

*Вхідні параметри* діляться на некеровані збурювання й керовані впливи. *Збурювання* бувають двох видів: навантаження й перешкоди.

*Навантаження* – це корисне збурювання, що не тільки допускається при нормальній роботі об'єкта, але й нерозривно пов'язане з його призначенням. Наприклад, для штампувального преса навантаженням є змінний опір заготовки, з якої одержують необхідний виріб.

*Перешкода* – це шкідливе збурювання, що заважає нормальному функціонуванню об'єкта. Наприклад, для електропечі – це коливання живлячої напруги.

*Впливи* проваджуються людиною або автоматичним пристроєм і теж діляться на два види: *задаючі*, які визначають необхідне значення вихідної величини в штатному режимі роботи об'єкта, і *управляючі*, які покликані компенсувати дію збурень випадкового характеру.

Описати будь-яку технічну систему як об'єкт управління – це означає визначити для неї всі вхідні й вихідні параметри.

**2 СТАТИЧНИЙ І ДИНАМІЧНИЙ СТАН СИСТЕМ**

На рис. 2.1 об'єкт управління показано прямокутником ТОУ, автоматичний пристрій – прямокутником АП, а вхідні впливи й вихідні змінні – стрілками. Сукупність вихідних змінних позначена вектором Y = (y1, y2, …, yq), сукупність впливів, що задають, - вектором G = (g1, g2…,gn), управляючих впливів – вектором V = (v1, v2,…, vm), а збурень – вектором F = (f1, f2,…, fk).

**АП**

f1

f2

fk

**F**

**ТОУ**

**G**

g1

g2

gn

y1

y2

yq

**Y**

**V**

v1

v2

vm

Рис. 2.1. Об'єкт управління

Вектори Y, G, V і F залежно від природи об'єкта можуть бути зв'язані функціонально. *Математичну модель* ТОУ можна записати в загальному виді Y = Ф{G,V,F}, де Ф – оператор, що визначає вид математичного опису.

В найпростішому випадку функціональної залежності у = ϕ(g,v,f) об'єкт називається статичним або безінерційним. Однак, більшість об'єктів є динамічними, оскільки під дією зовнішніх сил їхній стан не може бути змінений миттєво. У таких об'єктах змінні у, g, v і f звичайно пов'язані між собою диференціальними рівняннями, що містять у якості незалежної змінної час t

Y(t) = Ф{G(t), V(t), F(t)}.

Основне завдання автоматизації полягає у відшуканні й реалізації таких управляючих впливів V, які забезпечать заданий характер G зміни вихідних змінних Y в умовах дії збурень F.

Управляючі впливи визначаються залежністю

V(t) = А{Y(t), G(t), F(t)},

яка називається *алгоритмом* або *законом управління*.

Все різноманіття систем управління засновано на трьох фундаментальних принципах. Ці загальні принципи застосовують для управління не тільки технічними, але й будь-якими іншими об'єктами: біологічними, соціальними, інтелектуальними.

Фундаментальні принципи розрізняються видом вихідної інформації й способом її використання для управління об'єктом.

Принцип розімкнутого управління полягає в тому, що управляючий вплив v(t) виробляється автоматичним пристроєм (АУ) на підставі інформації тільки про задане значення g(t) – уставку величини y(t)

v = ϕ (g).

Схема управління при цьому має вигляд розімкнутого ланцюжка (рис. 2.2), у якому автоматичний управляючий пристрій приводиться в дію спеціальним задаючим пристроєм (задатчиком) і впливає на об'єкт управління так, щоб значення керованої величини дорівнювало або було близьке до заданого.

f(t)

Задаючий

пристрій

## АП

## ОУ

y(t)

v(t)

g(t)

Рис. 2.2. Схема розімкнутого управління

Як бачимо, алгоритм управління не пов'язаний ані з виходом об'єкта, ані зі збуреннями, що діють на нього. Розімкнутий ланцюг далеко не завжди забезпечує необхідну точність виконання алгоритму функціонування, особливо при значних збуреннях, під дією яких вихідна величина може помітно відхилитися від заданої.

Як приклад використання розглянутого принципу можна привести таке управління нагрівальною піччю, при якому за відомою методикою розраховують витрату газу, що забезпечує при деяких заданих (базових) параметрах процесу (тиск у газопроводі, теплотворна здатність газу, температура подаваного повітря тощо), досягнення необхідної температури в печі.

Потім встановлюють запірні арматури на газопроводі в положення, що відповідає цьому розрахунковому значенню. На цьому процес управління закінчується. Очевидно, що будь-яке відхилення параметрів процесу нагрівання від базових значень призведе до відповідного відхилення температури печі від заданої.

І все ж таки, незважаючи на очевидні недоліки, розімкнуте управління, завдяки своїй простоті, використовується досить широко для рішення простих завдань автоматизації (сигналізація, контроль, пуск і зупинка агрегатів). По розімкнутому циклі працюють торгівельні автомати, автоматичні верстатні лінії тощо.

Загальним для таких систем є те, що виконання завдань не контролюється, збурювання не виміряються й не використовуються для опрацювання управляючих впливів.

Принцип управління за відхиленням (принцип зворотного зв'язку) є одним з найбільш ранніх і широко розповсюджених принципів управління. Відповідно до цього управляючий вплив v(t) виробляється в автоматичному пристрої як функція відхилення ε(t) регульованої величини y(t) від заданого значення g(t)

v = ϕ(ε), де ε(t) = g(t) – y(t).

Використання інформації з виходу об'єкту управління для формування управляючого впливу називається *зворотним зв'язком*.

Оскільки знак неузгодженості ε(t) протилежний знаку у(t) такий зворотній зв'язок називається *негативним*. На рис. 2.3 цей зв'язок показаний стрілкою, спрямованою з виходу ОУ на вхід АУ, а кружком, розділеним на сектори, показаний суматор. Стрілки, що підходять до секторів, позначають складові, стрілка, що відходить від одного із секторів – суму. Складові, що вводяться в суматор зі зворотним знаком (від'ємники), відзначаються знаком «**–**» біля вершини стрілки.

задаючий пристрій

## АП

## ОУ

f(t)

y(t)

u(t)

g(t)

ε(t)

### Рис. 2.3. Схема управління за відхиленням

Перевагою принципу зворотного зв'язку є його висока точність. Майже завжди можна відшукати таку функцію, що забезпечить досить точний збіг вихідної величини із заданим значенням (аргументами ϕ можуть бути також похідні або інтеграли ε за часом).

У той же час управління по відхиленню має й серйозний принциповий недолік. Він проявляється в тому, що управління завжди “трохи запізнюється”. У системах, які побудовані на цьому принципі, вихідна величина спочатку повинна відхилитися від завдання, а вже потім регулятор приводить її до потрібного значення.

Для усунення зазначеного недоліку запропонований принцип компенсації (рис. 2.4), при якому управляючий вплив v(t) виробляється автоматичним пристроєм за інформацією про відхилення Δf(t) поточного значення збурювання f(t) від його базового значення f\*(t)

v = ϕ (Δf) , де Δf(t) = f\*(t) – f(t) .

Інакше кажучи, управління виробляється у функції збурювання так, щоб дія останнього на систему компенсувалася («попереджуване управління»).

f(t)

v(t)

Δf(t)

## АУ

## ОУ

y(t)

f\*(t)

Рис. 2.4. Схема управління за збурюванням

Системи регулювання по збурюванню звичайно відрізняються від систем зі зворотним зв'язком більшою стійкістю й швидкодією.

Недоліки ж принципу компенсації пов'язані із труднощами, які виникають при вимірі більшості збурень, і, як наслідок, з неможливістю їхнього урахування в повному обсязі.

Важливо відзначити, що для реалізації управління по збурюванню необхідно мати у своєму розпорядженні математичну модель об'єкта, тобто знати залежності, що зв'язують вихідну величину зі збуреннями й з управляючим впливом, відсутність яких найчастіше обмежує застосування даного принципу.

Для більшої наочності розглянемо сутність описаних принципів на прикладі управління температурою в печі з електронагрівачем (рис. 2.5). Допустимо, що піч має малі розміри й температура Тп у печі в будь-який момент однакова.

Керованою величиною є температура Тп, а управляючою – сила струму J в електронагрівальному елементі. Збуреннями є коливання напруги в мережіUс (основне збурювання), зміна опору R нагрівального елемента, зміна теплоємності й теплопровідності печі, а також зміна температури навколишнього середовища Тсер.

Uc

R

Тп

Uн

Д

f(t)

I

Тсер

АТ

а )

Тсер

Uc

R

Тп

Uн

Д

у(t)

I

АТ

УС

ТП

б )

Рис. 2.5. Система автоматичного управління

температурою печі з електронагрівачем

Принцип реалізується у наступній послідовності.

1) У розімкнутій системі управління оператор задає уставку сили струму Jзад відповідно до інструкції.

2) У системі, що реалізує принцип компенсації (рис. 2.5, а), оператор не одержує інформації про температуру в печі Тп, але він знає, як зміниться величина Тп при певній зміні напруги в мережі Uс. Вимірюючи величину Uс, він пересуває движок Д автотрансформатора АТ і встановлює необхідне значення напруги Uн , компенсуючи тим самим вплив збурення.

3) У системі зі зворотним зв'язком (рис. 2.5, б) за допомогою термометра з термопарою ТП і підсилювача ВУС вимірюється керована величина – температура в печі Тп. Якщо величина Тп менше необхідної Тзад, то оператор збільшує напругу Uн, і навпаки. Тут для формування управляючого впливу використовується відхилення поточного значення величини Тп від необхідного значення Тзад.

Залежно від того, як в системі автоматичного управління виробляється й передається на об'єкт управляючий вплив, можна виділити такі режими її функціонування:

* режим ручного управління;
* режим «радника оператора»;
* автоматичний режим.

Розглянемо сутність кожного із цих режимів на прикладі системи, що працює за принципом зворотного зв'язку.

При *ручному управлінні* (рис. 2.6, а) оператор Оп одержує від системи тільки інформацію про величину регульованого параметра. Її видає відповідний вимірник В. Аналіз же цієї інформації, генерація управляючого впливу й передача його на виконавчий механізм ВМ покладені на оператора.

У режимі «*радника оператора»* (рис. 2.6, б) система, використовуючи включене в неї обчислювальний пристрій УМ, сама обчислює управляючий вплив і пропонує своє рішення операторові як підказку. Якщо оператор згодний із пропозицією системи, вона видає його виконавчому механізму.

Інакше оператор сам ухвалює рішення щодо управління, як при ручному режимі. Режим «радника оператора» застосовують зазвичай при недостатній вивченості об'єкта управління, коли є сумніви в здатності системи враховувати всі нюанси його функціонування.

## ОУ

## В

**ВМ**

а )

## ОУ

## В

**ВМ**

б )

## ВУ

## ОУ

## В

**ВМ**

в )

## ОП

Рис. 2.6. Схеми режимів функціонування систем автоматизації:

а – ручне управління; б – режим «радника оператора»;

в – автоматичний режим

Найбільш повно завдання автоматизації вирішується системою в *автоматичному режимі* (рис. 2.6, в). Тут оператор виведений з контуру управління. У його функції входить тільки призначення задаючого впливу і пасивне спостереження за роботою системи управління.

У статичному стані збурюючі й управляючі впливи на систему постійні. Якщо при цьому значення регульованого параметра дорівнює заданій величині, то говорять про *сталий режим роботи* системи управління.

Залежність між вихідними В и вхідними Х величинами в сталих режимах роботи (рис. 2.7) називається *статичною характеристикою* системи. Статичні характеристики дають можливість оцінити характер і ступінь зв'язку між вхідними й вихідними величинами.

На практиці статичні режими досить рідкі, тому що численні збурювання постійно виводять систему зі стану рівноваги. Режим, відмінний від статичного, називають *динамічним*, а перехід у часі від вихідного сталого стану до нового називається *перехідним процесом*.

1

2

х

у

а )

у

у1

у2

х

б )

у3

Рис. 2.7. Вид статичних характеристик об'єктів:

а – з одним виходом; б – з декількома виходами;

1 – лінійна; 2 – нелінійна характеристики

Види перехідних процесів у системах управління визначаються характером зміни вихідної величини при додатку того або іншого впливу на систему.

Вони можуть бути коливальними або неперіодичними, збіжними або розбіжними (рис. 2.8).

х

хзад

τ

1

х

хзад

τ

3

х

хзад

τ

2

х

хзад

τ

4

х

хзад

τ

5

Рис. 2.8. Види перехідних процесів у системах управління:

1 – аперіодичний перехідний процес у нестійкій системі;

2 – коливальний перехідний процес у нестійкій системі;

3 – аперіодичний перехідний процес у стійкій системі;

4 – коливальний перехідний процес у стійкій системі;

5 – процес із незатухаючими (стаціонарними) коливаннями.

Перехідний процес у системі управління може початися або під впливом збурень або внаслідок зміни завдання (тобто при настроюванні системи на нове задане значення вихідної величини).

Для порівняння різних систем або оцінки їхньої придатності для вирішення конкретних завдань управління розглядають їхню роботу в динаміці. Вид перехідного процесу залежить не тільки від властивостей суто системи, але й від характеру зміни впливів. Тому до розгляду приймають *типові впливи*, які є найбільш несприятливими або найбільш характерними серед усіх можливих.

1) Найбільш часто як типовий вплив використовують стрибкоподібні функції, наприклад, східчастий вплив – *одиничний стрибок* (рис. 2.9, а)

. (2.1)

Такий сигнал є характерним для систем автоматичної стабілізації. Наприклад, при регулюванні швидкості й натягу смуги, що прокочується на стані, стрибкоподібні впливи можуть виникати при раптовому включенні (відключенні*) системи управління.*

0

t

x

a )

0

t

x

б )

Рис. 2.9. Типові впливи

2) Іншим типовим впливом є імпульсне (рис. 2.9, б). Цей вплив виникає в системах з різкою й значною зміною навантаження за час, значно менший від часу перехідного процесу.

Як приклад можна вказати на систему, що стежить, яка призначена для управління летучими ножицями в прокатному стані при розрізі розкату на смуги.

3) Для систем, що працюють в умовах періодичних збурень, використовують гармонійні типові впливи. Одержувані при цьому частотні характеристики дозволяють найбільш повно оцінити динамічні властивості системи.

Практика використання систем управління висуває до них найрізноманітніші вимоги. Так, у багатьох випадках необхідно, щоб за певний час система переходила з одного сталого стану в інший (*швидкодія*) або, щоб система досить точно відтворювала завдання (*точність*). До деяких САУ висувають вимоги економічності процесу управління, плавності зміни вихідних величин тощо.

Комплекс вимог, що визначають поводження системи в сталих і перехідних режимах при заданому впливі, поєднують у поняття *якості процесу управління.* Зрозуміло, що якість регулювання залежить від прийнятого алгоритму функціонування регулятора – закону регулювання.

Для оцінки якості управління використовується ряд числових показників. У статичному стані про якість управління судять за величиною *статичної помилки*. У динамічних режимах якість систем оцінюється по характеру перехідного процесу.

Показники якості, що обумовлені безпосередньо кривою перехідного процесу, називають *прямими оцінками* якості. Найчастіше прямі оцінки одержують по *перехідній характеристиці* h(t), тобто по кривій перехідного процесу, викликаного одиничним східчастим сигналом при нульових початкових умовах. Перехідна характеристика може бути отримана як для вихідної величини y(t), так і для її відхилення ε(t) від заданого значення.

До *прямих оцінок якості* відносяться такі показники (рис. 2.10) :

1. *Час регулювання* Тр – проміжок часу від моменту внесення впливу до моменту, після якого регульована величина h (t) стає й залишається близькою до сталого значення hуст із заданою точністю Δ, тобто | h (t) – hуст | ≤. Δ.

*2. Час досягнення першого максимуму –*  t max 1.

*3.* Коливальність перехідного процесу визначається числом коливань η. Найчастіше допускається η = 1...2, іноді 3...4, але в деяких випадках коливання в системі неприпустимі.

*4.*  *Частота коливань*  де *Тк* – період коливань.

*5. Перерегулювання* σ – виражене у відсотках максимальне відхилення регульованої величини від сталого значення

.

Звичайно перерегулювання не повинне перевищувати σ = 10...25 %

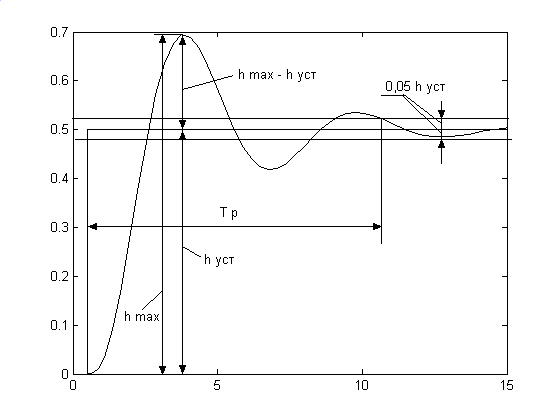


Рис. 2.10. До визначення прямих показників якості

*6. Декремент* (швидкість) загасання коливань

 (2.3)

Крім прямих показників якості, для аналізу систем часто використовують *непрямі* відхилення регульованої величини, засновані на обчисленні певних інтегралів від деяких функцій.

Найбільше застосування знаходять оцінки виду

, (2.4)

, (2.5)

де Δy(t) = y(t) – g(t) – відхилення регульованої величини **у** від заданого значення g(t).

Якщо задане значення змінюється стрибком, то ідеалом перехідного процесу буде миттєве досягнення регульованою величиною нового значення. Показник якості при цьому – площа фігури, укладеної між кривою перехідної характеристики й ідеальною (миттєвою) реакцією системи на східчастий вплив, що викликав цей перехідний процес. Очевидно, реальний процес тим менше буде відрізнятися від ідеального, чим менше буде сума абсолютних значень заштрихованих на рис. 2.11 площ.

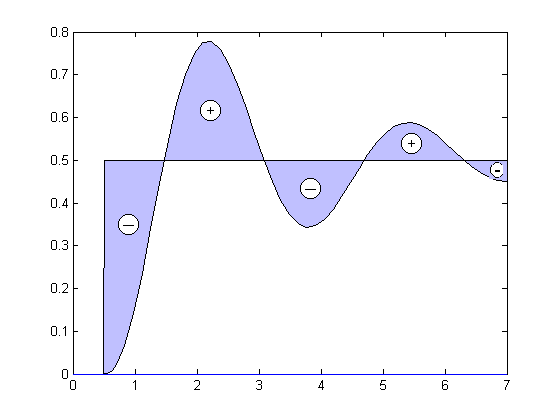


Рис. 2.11. До визначення інтегральних показників якості

Отже, кращі якісні показники будуть, за інших рівних умов, мати системи, для яких значення інтегралів (2.4) і (2.5) мінімальні.

Інтеграл (2.4) являє собою таку суму площ, де окремі площі підсумуються з різними знаками. Такий інтеграл може дати правильне уявлення про якість тільки монотонного аперіодичного процесу. Тому область його застосування обмежена.

Для оцінки коливальних перехідних процесів необхідно використати квадратичне інтегральне відхилення (2.5).

Такі непрямі інтегральні оцінки звичайно застосовують для аналізу процесу вільних коливань, а також процесів, викликаних східчастим впливом. Однак вони дозволяють ураховувати й вплив збурень, що безперервно змінюються.

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ**

Навчальним планом заочного факультету передбачене виконання із дисципліни «АСУТП в хімічних виробництвах» індивідуального завдання:

**ФУНКЦІОНАЛЬНІ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

Схеми автоматизації є основними кресленнями, що відображають ідеологію побудови системи автоматичного контролю й управління технологічним процесом. Систему автоматизації на цих схемах представляють у вигляді функціональних блоків автоматичного контролю, управління й регулювання, які дають повне уявлення про обсяг автоматизації, включаючи обчислювальну й мікропроцесорну техніку. На схемі автоматизації зображають: технологічне устаткування, комунікації, органи управління; прилади й засоби автоматизації, а також зв'язки між ними; засоби телемеханіки, мікропроцесорної й обчислювальної техніки.

На технологічному устаткуванні й комунікаціях умовними позначками показують основні запірні й регулюючі органи, що необхідно для визначення відносного розташування відборів сигналів або з'ясування необхідності вимірювання.

Умовні зображення з'єднання трубопроводів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування | Позначення | |
| З'єднання  трубопроводів |  |  |
| Перетинання  трубопроводів |  | |

Основні умовні позначки приладів і засобів автоматизації за ГОСТ 21.404-85 наведені в табл. Т.1. У верхній частині кола проставляють літерні позначення вимірюваної величини й функціональної ознаки приладу, у нижній – позиційне позначення (цифрове або літерно-цифрове), що служить для нумерації елемента в схемі.

Таблиця Т.1

Умовні графічні позначення приладів за ГОСТ 21.404–85

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування | Позначення |
| Первинний вимірювальний перетворювач (датчик) – прилад, встановлений по місцю:  на технологічному трубопроводі, апарату, стіні, підлозі, колоні, металоконструкції  (товщина лінії 0,5...0,6 мм) | 10  а) 6азове  15 15  б) що допускається 10 |
| Прилад, встановлений на щиті, пульті  (товщина горизонтальної лінії 0,2...0,3 мм) | а) базове  б) що допускається |
| Добірний пристрій без постійного підключення приладу |  |
| Місце розташування точки виміру параметра на технологічному об'єкті | 2 |
| Виконавчий механізм  (загальне позначення) | 5 |
| Регулювальний орган  (заслінка, шибер, клапан тощо) | 7 3 |
| Дзвінок електричний | 6…8 |
| Арматура (лампа) сигнальна |  |
| Електродвигун | 12 |

Функціональну схему автоматизації виконують, як правило, на одному аркуші. Найменування схеми, що відповідає її змісту, пишуть у штампі – у правому нижньому куті креслення. Наприклад, «Регенеративний нагрівальний колодязь. Функціональна схема автоматизації». Над штампом розміщують таблицю умовних позначень, які не передбачені стандартом. Над цією таблицею розташовують пояснювальний текст (при необхідності) та експлікацію (специфікацію) елементів схеми.

Прилади й засоби автоматизації, які розташовані на щитах, пультах, показують у прямокутниках, що зображують щити, пульти. Прямокутники розташовують у нижній третині поля схеми в одному або декількох горизонтальних рядах і в такій послідовності, при якій досягається найбільша простота і ясність схеми. У кожному прямокутнику з лівої сторони вказують відповідне найменування.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Прилади місцеві* |  | | | | | |
| *Пульт управління* |  | | | | | |
| *Контролер* |  | | | | | |
| *Управляючий*  *обчислюв. комплекс (УОК)* |  | | | | | |
| *Регульований параметр* |  |  |  |  |  |  |

Присвоєння позиційних позначень функціональним групам, а також окремим приладам і засобам автоматизації рекомендується робити зліва направо у такій послідовності:

– температура;

– тиск, розрідження, перепад тиску;

– витрата й кількість;

– рівень;

– склад і якість речовини;

– інші параметри.

Основні літерні умовні позначки вимірюваних величин і функцій, виконуваних приладом, наведені у табл. Т.2.

Таблиця Т.2

Основні літерні умовні позначки вимірюваних величин та

функцій, що виконуються приладом

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Вимірювана величина | | Відображення  інформації | Функціональна ознака | |
| Основне позначення | Додаткове  позначення | Формування  вихідного сигналу | Додатк.  значен-ня |
| A | – | – | сигналізація | – | – |
| В | горіння | – | – | – | – |
| C | – | – | – | регулювання й управління | – |
| D | щільність | різниця | – | – | – |
| E | електрична величина | – | чутливий елемент | – | – |
| F | витрата | співвідно-шення, частка | – | – | – |
| G | розмір,  положення, переміщення | – | – | – | – |
| H | ручний  вплив | – | – | – | верхня межа |
| I | – | – | індикація | – | – |
| J | – | перемикання, обіг | – | – | – |
| K | час | програма | – | станція управління | – |
| L | рівень | – | – | – | нижня межа |
| M | вологість | – | – | – | – |
| P | тиск, вакуум | – | – | – | – |
| Q | якість, склад | інтегрування | – | – | – |
| R | радіоактивн. | – | реєстрація | – | – |
| S | швидкість, частота | – | – | перемикання, блокування | – |
| T | температура | – | – | дистанційна передача | – |
| V | в'язкість | – | – | – | – |
| W | маса | – | – | – | – |
| Y | – | – | – | перетворення обчислення | – |

***Порядок виконання завдання***

1.  Ознайомитися з наведеними вище короткими теоретичними відомостями про функціональні схеми автоматизації, методику їхнього складання й основні принципи умовної позначки технологічного устаткування й технічних засобів автоматизації.

2. Вивчити відповідні розділи рекомендованої літератури.

3.  Проаналізувати застосування зазначених принципів і прийомів складання функціональних схем автоматизації на прикладах структурних схем управління основними теплотехнічними параметрами.

4.  Виконати й оформити індивідуальне завдання, видане викладачем на настановному занятті, для чого:

а) відповісти на п'ять запитань відповідно до таблиці варіантів і переліку теоретичних питань;

б) зобразити й описати одну із структурних схем автоматичного управління основними технологічними процесами на хімічних виробництвах (за завданням викладача);

в)  розшифрувати умовні позначки приладів (пристроїв) й зобразити умовні позначки приладів (пристроїв), які зображені й описані у картці, що видана викладачем.

**Варіанти теоретичних питань**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіанти** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Питання 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Питання 2 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Питання 3 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Питання 4 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Питання 5 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| **Варіанти** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| Питання 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 |
| Питання 2 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Питання 3 | 27 | 28 | 29 | 30 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Питання 4 | 39 | 40 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| Питання 5 | 50 | 49 | 48 | 47 | 46 | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 |
| **Варіанти** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| Питання 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Питання 2 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| Питання 3 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| Питання 4 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 31 | 32 | 38 | 40 | 39 |
| Питання 5 | 47 | 48 | 49 | 50 | 42 | 41 | 44 | 43 | 46 | 45 |
| **Варіанти** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| Питання 1 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Питання 2 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 |
| Питання 3 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Питання 4 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| Питання 5 | 41 | 44 | 43 | 46 | 45 | 47 | 48 | 49 | 50 | 42 |
| **Варіанти** | **41** | **42** | **43** | **44** | **45** | **46** | **47** | **48** | **49** | **50** |
| Питання 1 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Питання 2 | 17 | 13 | 16 | 19 | 12 | 15 | 20 | 14 | 11 | 18 |
| Питання 3 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 21 | 22 |
| Питання 4 | 37 | 31 | 32 | 38 | 40 | 39 | 36 | 35 | 34 | 33 |
| Питання 5 | 48 | 46 | 44 | 42 | 50 | 49 | 47 | 45 | 43 | 41 |

**Перелік теоретичних питань**

1. Які дії відносяться до робочих операцій і які – до операцій управління?

2. Що таке механізація й автоматизація?

3. Які потоки циркулюють, в основному, у системах управління?

4. Для чого використаються системи програмно–логічного управління,

автоматичного контролю й автоматичного регулювання?

5. Що відносять до основних причин застосування систем автоматики?

6. Що є основними передумовами успішної автоматизації?

7. Що є основною причиною збоїв у роботі АСУ ТП?

8. До чого приводить автоматизація основних агрегатів хімічних виробництв і до чого – допоміжних операцій?

9. Якою залежністю пов'язані ефективність систем управління й

капітальні вкладення?

10. Яким показником вимірюють ефективність автоматизації?

11. Як використовується праця людини а автоматичних і автоматизованих

системах?

12. Як називаються параметри, які не змінюються при роботі ТОУ?

13. Які величини характеризують якість керованого процесу?

14. Що таке навантаження й перешкода?

15. Що визначає необхідне значення вихідної величини ТОУ?

16.Що називають перехідною характеристикою?

17. Залежність якого виду називається законом управління?

18. Залежність якого виду називається математичною моделлю ТОУ?

19. У яких системах управління ведеться по детермінованій

математичній моделі, а в яких для управління використовуються

ймовірнісні моделі процесу?

20. Якими факторами повинен бути обґрунтований раціональний рівень

автоматизації конкретного виробництва?

21. Як змінюється задаючий вплив у системах автоматичної стабілізації

й програмного управління і як – у системах, що стежать?

22. У яких системах управління джерелом формування завдання служить

випадковий зовнішній вплив?

23. Що означає принцип суперпозиції, що реалізується в лінійних

системах управління?

24. У яких системах управління дотримується принцип суперпозиції

реакцій на впливи?

25. Як залежить стале значення регульованої величини від навантаження

у статичній системі?

26. Як залежить стале значення регульованої величини від навантаження

в астатичній системі?

27. Як називаються системи управління, що самостійно змінюють при

роботі свої параметри й свою структуру?

28. У яких системах управління реакція залежить від моменту додатка

впливу?

29. У яких системах управління використаються сигнали з гармонійною

модуляцією?

## 30. Які елементи втримуються в дискретних системах управління?

## 31. Який інтеграл використовують як непряму оцінку якості коливальних

перехідних процесів?

32. Що таке перерегулювання?

33.Що називають статичною характеристикою системи?

34. У чому складається основний недолік управління по відхиленню?

35. У чому складається основний недолік принципу компенсації?

36. При якому фундаментальному принципі управління використовується

інформація про збурення?

37. При якому фундаментальному принципі управління використовується

інформація про відхилення вихідної величини ?

38. Що таке навантаження й перешкода?

39. Як називаються параметри, які не змінюються при роботі ТОУ?

40. Залежність якого виду називається математичною моделлю ТОУ?

## 41. Що називають статичною характеристикою системи?

## 42. Як поводяться вхідні й вихідні величини в статичному стані системи?

43. Які впливи повинні відображати типові впливи на систему управління?

## 44. Що називають перехідною характеристикою?

45. Що таке перерегулювання?

## 46. Що характеризує декремент загасання коливань перехідного процесу?

47. Залежність якого виду називається законом управління?

48. Що відносять до основних причин застосування систем автоматики?

49. Які дії відносяться до робочих операцій і які – до операцій управління?

## 50. Який інтеграл використовують як непряму оцінку якості коливальних

## перехідних процесів?

|  |  |
| --- | --- |
| Укладачі: професор, д.т.н. | В.І. Головко |

Робочу програму, методичні вказівки та індивідуальні завдання із дисципліни «АСУТП в хімічних виробництвах» для студентів заочного факультету затверджено на засіданні НМК за напрямом 7.05130105 – Хiмiчна технологія палива та вуглецевих матеріалів

протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ р.

|  |  |
| --- | --- |
| Голова НМК за напрямом: | / / |

# Учбове видання

Головко Вʼячеслав Ілліч

**РОБОЧА ПРОГРАМА,**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ І ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ**

**із дисципліни «АСУТП В ХIМIЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ»**

**для студентів заочного факультету, які навчаються за напрямом**

**7. 05130105 – Хiмiчна технологія палива та вуглецевих матеріалів**

# Учбовий посібник

Тем. план 2013, поз. \_\_\_\_

Підписано до друку \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Формат \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Папір друк.

Друк плоский. Облік.-вид. арк. \_\_\_\_. Умов. друк арк. \_\_\_\_.

Тираж \_\_\_ прим. Замовлення \_\_\_\_.

Національна металургійна академія України

49635, Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4

Редакційно-видавничий відділ НМетАУ