

2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ АВТОМАТИКИ. ТЕРМІНОЛОГІЯ

Автоматизація будь-яких виробничих процесів, характеризується особливостями, що залежать від специфіки технології.

Технологічний процес, як і режими роботи машин, характеризується сукупністю фізичних або хімічних параметрів, що впливають на ефективність процесу. Протягом технологічного процесу ці параметри не повинні виходити за межі заданих значень, які визначаються режимною картою процесу.

Однак дані параметри з плином часу змінюються, виходячи за межі допустимих значень.

Завданням автоматизації в цьому випадку і є зведення до мінімуму відхилення основних параметрів процесу а, отже, і його вихідних величин, від необхідних значень.

Автоматизація виробничих процесів - це вищий рівень розвитку машинної техніки, отримання і використання інформації, коли регулювання і керування виробничим процесом здійснюється без участі людини, а лише під її контролем, що забезпечує досягнення поставленої технічної мети, полегшує працю, підвищуючи її продуктивність.

Розрізняють *автоматизовані системи і автоматичні системи керування*.

Автоматизована система керування (АСК) – це сукупність керованого об'єкта й автоматичних вимірювальних та керуючих пристроїв, у якій частину функцій виконує людина (ДСТУ 2941-94).

Автоматизована система керування (АСК), або автоматизована система управління (АСУ) – це автоматизована система (АС), що ґрунтується на комплексному використанні технічних, математичних, інформаційних та організаційних засобів для управління складними технічними й економічними об'єктами. Призначена для автоматизації процесів збирання та пересилання інформації про об'єкт керування, її перероблення та видавання керівних дій на об'єкт керування (ДСТУ 2226-93); сукупність економіко-математичних методів, технічних засобів (ЕОМ, пристроїв відображення інформації, засобів зв'язку та

ін.) і організаційної структури, що забезпечують раціональне керування складними об'єктами і процесами. АСК дає змогу розв'язувати задачі перспективного та оперативного планування виробництва, оперативного розподілу завантаження обладнання, оптимального розподілу обладнання та використання ресурсів і ін. АСК належить до класу **людино-машинних систем** і складається з функціональної і забезпечувальної частин. Функціональна частина включає систему моделей планово-економічних і управлінських задач, забезпечувальна частина – інформаційну і технічну бази, математичне забезпечення, економіко-організаційну базу та ін. Інформаційна база АСК – це розміщена на машинних носіях інформації сукупність всіх масивів даних, необхідних для автоматизації управління об'єктом або процесом. Техн. база – комплекс технічних засобів збору, передачі, обробки, накопичення і видачі даних, а також пристроїв, що безпосередньо впливають на об'єкти управління. Математичне (програмне) забезпечення АСК поділяється на системне і спеціальне. Перше включає операційні системи (ОС), призначені для управління роботою пристроїв обчислювальних машин. За допомогою операційних систем здійснюється також звернення до ЕОМ з віддалених абонентських пунктів. Спеціальне математичне забезпечення включає пакети прикладних програм, що здійснюють організацію й обробку даних з метою реалізації необхідних функцій управління в рамках певних економіко-математичних та організаційних моделей. Розрізняють такі основні типи АСК:

- системи організаційного (або адміністративного) керування (АСОК);

- керування технологічними процесами (АСК ТП).

До АСОК входять автоматизовані системи керування підприємством (АСКП), галузеві автоматизовані системи керування (ГАСК) і спеціалізовані автоматизовані системи керування функціональних органів управління господарством. До останніх належать автоматизовані системи планових розрахунків (АСПР), керування матеріально-технічним постачанням (АСК МТП), керування науково-технічним процесом (АСК НТП) та ін.

У гірничій промисловості працюють АСУ, збагачувальних фабрик, шахт, кар'єрів.

Автоматична система керування – це сукупність керуваного об'єкта й автоматичних вимірювальних та керуючих пристроїв. На відміну від автоматизованої системи керування, ця система самодіюча і реалізує встановлені функції процеси автоматично, *без участі людини* (крім етапів пуску та налагодження системи). На практиці часто послуговуються терміном-аналогом **система автоматичного керування (САК)**.

Автоматичним регулюванням називають підтримку на заданому рівні певної фізичної (хімічної) величини, що характеризує процес, або зміну її згідно із заданим законом.

Автоматичне керування – більш широке поняття, в цьому випадку здійснюється сукупність впливів на процес, вибраних з певної множини можливих.

Як правило, АСКТП (вищий рівень керування) включає в себе ряд локальних САК або САР (нижній рівень), які можуть здійснювати:

- стабілізацію на заданому рівні певного параметра;
- зміну певної величини згідно із заданим законом;
- екстремальне регулювання вихідної величини процесу.

Спрощений приклад САК флотаційним процесом показано на рис. 2.1.

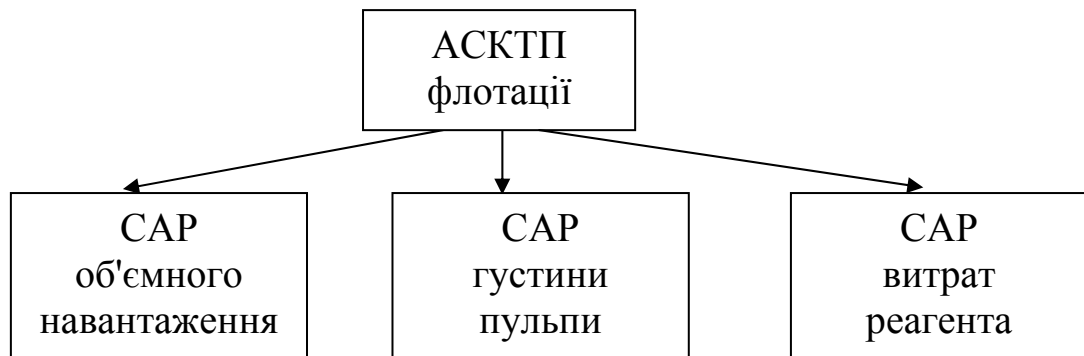


Рис. 2.1. Структурна схема САК флотаційним процесом.

Автоматика, як і будь-яка інша наука, має свої поняття і терміни, які є відображенням накопичених знань. Зупинимось на основних з них.

Автоматична система будь-якої складності складається з *керованого об'єкта* (об'єкта автоматичного керування, регулювання) і автоматичного керуючого пристрою (*регулятора*). Об'єкт регулювання і автоматичний регулятор і утворюють *систему автоматичного регулювання* (САР).

Системою автоматичного регулювання (САР) називають таку **систему автоматичного керування (САК)**, задача якої полягає у підтримці вихідної величини об'єкта X на заданому рівні $X_{\text{зад}}$. У залежності від характеру задавального діяння розрізняють САР трьох видів: *системи стабілізації, системи програмного управління, слідкуючі системи*.

Лінійними автоматичними системами називають такі системи, які можна описати з достатньою точністю лінійними рівняннями (алгебраїчними, диференціальними, рівняннями в кінцевих різницях і т.д. Лінійні системи поділяють на стаціонарні і нестаціонарні. Параметри лінійних стаціонарних систем незмінні у часі, ці системи описуються лінійними рівняннями з постійними коефіцієнтами. Лінійні нестаціонарні системи мають змінні у часі параметри і описуються лінійними рівняннями із змінними коефіцієнтами.

Нелінійні системи – автоматичні системи, динаміка яких описується нелінійними рівняннями. Більшість автоматичних систем є нелінійними. Нелінійності виникають з різних причин: через наявність зон нечутливості і зони насичення в статичних характеристиках окремих елементів, при включенні в керуючий пристрій системи нелінійних елементів (реле) і т.ін. Якщо нелінійності сильно впливають на динамічні властивості системи, то їх враховують і досліджують систему як нелінійну. Однак у багатьох випадках, особливо в системах із зворотними зв'язками при малих відхиленнях, нелінійності впливають неістотним чином, і такі системи можна вважати лінійними.

Об'єкт керування (регулювання) – це сукупність технічних засобів (машин, апаратів, пристроїв), які виконують технологічний процес, але при цьому потребують спеціально організованих впливів ззовні для досягнення поставленої мети керування.

Прикладами об'єктів керування можуть служити флотаційний, гравітаційний процеси збагачення, а також флотаційна, відсаджувальна машини, магнітні сепаратори тощо.

Вхідна величина об'єкта регулювання (канал керування) – фізична величина на вході об'єкта регулювання, значення якої впливає на регульовану величину об'єкта. Цей параметр будемо позначати як $X(t)$.

Регульована (вихідна) величина - фізичний параметр, який цілеспрямовано змінюється або зберігається незмінним у процесі керування. Умовимося позначати даний параметр через $Y(t)$.

Звичайно регульовані величини в тій або іншій мірі характеризують якісно-кількісні показники процесу в керованому об'єкті.

Поточне значення регульованої величини (Y_t) – абсолютне значення параметра в даний момент часу.

Задане значення регульованої величини (Y_z) – абсолютне значення вихідного параметра, яке є метою керування даним об'єктом. Цей параметр вводиться у САР за допомогою елемента автоматики, який називають "задаючим пристроєм", або "здатчиком". Здатчик може розташовуватися поблизу регулятора або знаходитися на значній відстані від автоматичної системи і бути пов'язаним з нею дистанційно.

Впливом в автоматичі прийнято називати взаємодію між автоматичною системою (а також між її частинами) і зовнішнім середовищем. Розрізняють збурюючі, задавальні, керуючі впливи та завади (перешкоди).

Збурюючий вплив (збурення, Z_b) – фізичний або хімічний вплив на об'єкт регулювання, що спричиняє відхилення регульованої величини. Збурення часто носять випадковий характер, іноді вони не контролюються і визначаються властивостями початкової сировини (ситовий, фракційний і петрографічний склад, міра окисненості шлаків, магнітна сприйнятливості вихідного продукту та інше).

Задавальний вплив – вплив, що подається на вхід регулятора і містить інформацію про заданий закон зміни керованої (регульованої) величини.

Керуючий вплив – це вплив, який виконує алгоритм керування (регулювання). Формується регулятором.

Завади (перешкоди) – сигнали або дії, які спотворюють корисний сигнал, який несе основну інформацію у пристроях вимірювання, телевимірювання, зв'язку САК, САР. Завади по суті є другорядними (не основними) збуреннями.

Автоматичний регулятор – пристрій, що виробляє керуючий сигнал для зміни (регулювання) вихідного параметра.

Виконавчий механізм – електричний, пневматичний або гідравлічний привод, що виробляє *керуючий вплив*, який через *регулюючий орган* впливає на канал керування *об'єкта регулювання* і змінює його стан. Виконавчий механізм, як правило, складається з сервомотора постійного або змінного струму та джерела живлення. Ряд виконавчих механізмів включають також підсилювачі.

Регулюючий орган – технологічний елемент, розташований, як правило, безпосередньо на об'єкті регулювання, служить для зміни вхідної фізичної величини, що впливає на регульований параметр.

Керуючий вплив ($\mu(t)$) – вплив, який виконує алгоритм керування. У САР збагачувальними процесами це найчастіше переміщення робочого елемента регулюючого органу, що спричиняє зміну вхідної величини об'єкта регулювання.

Важливими поняттями з теорії автоматичного регулювання (ТАР) є "зворотний зв'язок", "сигнал розузгодження", "перехідний процес", "стійкість САР".

Зворотний зв'язок – будь-який елемент автоматики, що передає сигнал (інформацію) з виходу якого-небудь об'єкта на його вхід. Якщо сигнал зворотного зв'язку має той же знак, що і знак сигналу основного ланцюга, то зворотний зв'язок називається додатним. При протилежному знаку сигналу зворотного зв'язку його називають від'ємним.

Від'ємний зворотний зв'язок знижує коефіцієнт підсилення, підвищує стійкість процесу, пригнічує (подавляє) коливання і знижує інерційність елемента. Тому основний вид зворотного зв'язку в системах автоматичного регулювання – від'ємний.

Крім того, у САР розрізняють *зовнішній* зворотний зв'язок, який з'єднує вихід усієї системи з її входом, та *внутрішній (місцевий)*, що з'єднує вихід окремого елемента або групи послідовно з'єднаних елементів з їх входом.

Зворотний зв'язок, який діє і в усталеному і у перехідному процесах називають *твердим*. Зворотний зв'язок, який діє тільки у перехідному процесі – *м'яким*.

Сигнал (у загальному випадку) – зумовлений (заздалегідь обумовлений) стан або зміна стану параметра, що відображає інформацію, яка міститься у впливі. Звичайно сигнал вира-

жається певною математичною функцією, що однозначно відображає зміни у часі певного представницького параметра.

Сигнал розузгодження ($\Delta(y)$) – векторна різниця між поточним значенням параметра і заданим. Даний сигнал звичайно надходить на вхід регулювального пристрою.

Перехідний процес – процес зміни в часі координат динамічної системи, який виникає при переході з одного усталеного режиму роботи на інший. Виникає під впливом збурювальних діянь, які змінюють їх стан, структуру або параметри системи, та внаслідок ненульових початкових умов. Залежно від характеру розрізняють: коливальний, слабкоколивальний та неколивальний перехідний процес. Серед коливальних розрізняють монотонні коливальні та немонотонні коливальні перехідні процеси.

Перехідна функція – зміна вихідної величини у часі при подачі на вхід одиничного ступінчастого впливу (перехід системи регулювання від одного сталого режиму до іншого). Розрізняють також *імпульсну перехідну функцію (функція ваги)* – зміну вихідної величини у часі при подачі на вхід одиничного імпульсного впливу.

Перехідна характеристика – графічне зображення *перехідної функції*.

Крива розгону – *перехідна характеристика* керованого об'єкта.

Стійкість САР – здатність САР не допускати нескінченного відхилення регульованої величини від заданого значення при будь-якому реальному збуренні у системі.

Вид перехідного процесу і стійкість характеризують якість роботи САР.

Самовирівнювання (саморегулювання) – властивість об'єкта керування самостійно, без участі керуючих пристроїв зводити до нуля розузгодження між припливом та витратою речовини або енергії, а керовану величину – до нового усталеного значення.

Наведена термінологія буде розширена в процесі викладу подальших розділів.

Розглянемо детальніше поняття **"об'єкт регулювання"** у прив'язці до об'єктів техніки та технології збагачення корисних копалин.

Об'єкт регулювання може мати декілька вихідних параметрів. Наприклад, флотаційна машина у цілому і окремі субпроцеси флотації, як об'єкт регулювання, має такі вихідні параметри: зольність і вихід продуктів збагачення, рівень пульпи у ванні флотомашины, ступінь аерації пульпи тощо.

Для здійснення керування об'єкт повинен мати орган керування, або регулювальний орган, змінюючи положення або стан робочого елемента якого, можна впливати на об'єкт, тобто на вихідний параметр.

Кожний вихідний параметр керується, як правило, своїм локальним каналом (вхідним чинником) з допомогою відповідної САР. Наприклад, рівень пульпи у ванні флотаційної машини можна змінювати положенням шибера в камері розвантаження хвостів флотації або зміною об'ємного навантаження на машину.

Для пояснення будови і принципу дії автоматичних систем застосовують функціональні і структурні схеми.

Функціональна схема, або блок-схема, складається з функціональних блоків, які являють собою конструктивно відособлені частини (елементи або пристрої) автоматичних систем, які виконують певні функції. Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів.

Функціональні схеми можуть виконуватися в укрупненому і розгорненому вигляді. У першому випадку (рис. 2.2) на схемі зображають найбільш важливі блоки системи і зв'язки між ними.

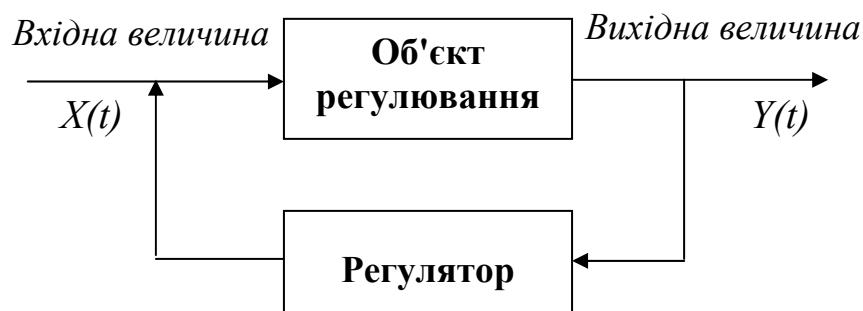


Рис. 2.2. Укрупнена функціональна схема САР.

У другому варіанті схема зображаються більш детально, що полегшує її читання та ілюструє принцип роботи. Приклад функціональної схеми буде розглянутий у наступній лекції.

Зі схеми (рис. 1.2) видно, що регулятор виконує функцію зворотного зв'язку (сигнал з виходу об'єкта надходить на його вхід). Зворотний зв'язок, утворений регулятором, звичайно називається головним зворотним зв'язком (ГЗЗ).

Структурна схема – це сукупність елементарних ланок і зв'язків між ними. Під елементарною ланкою розуміють частину системи керування, яка реалізовує елементарну функцію. Елементарні ланки зображаються прямокутниками, а зв'язки між ними – суцільними лініями зі стрілками, що показують напрям дії ланки. Іноді в полі прямокутника вписують математичний вираз закону перетворення сигналу в ланці, у цьому випадку схему іноді називають *алгоритмічною*.