

## .8 Регулятори

*Регулятором* називається управляючий пристрій, включений в ланцюг негативного зворотного зв'язку по відношенню до об'єкту і впливає на об'єкт таким чином, що забезпечується необхідне значення вихідної величини об'єкту незалежно від прикладених обурень.

На рис. 2.21 наведена загальна схема автоматичного управління, в якій елементарні ланки розділені за виконуваними функціями.

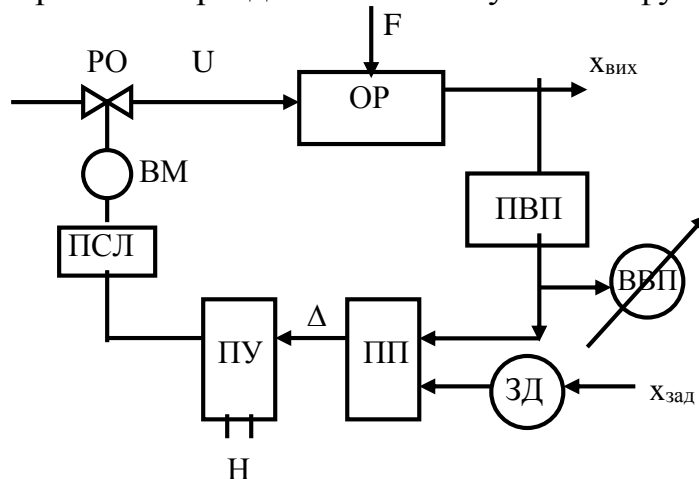


Рисунок 2.21 - Функціональна схема системи автоматичного регулювання: *ПВП* – первинний вимірювальний перетворювач (термопара, датчик аналізатора); *ВВП* – вторинний вимірювальний прибор для можливого візуального контролю; *Н* – настройки; *ОР* – об'єкт регулювання; *ЗД* – задатчик, орган, за допомогою якого в систему вводиться необхідне значення регульованої величини; *ПП* – пристрій порівняння; *ПУ* – управляючий пристрій (регулятор); *ПСЛ* – підсилювач; *ВМ* – виконавчий механізм; *РО* – регулюючий орган.

Представлена схема працює таким чином: сигнал, що характеризує стан об'єкту ( $X_{вих}$ ), за допомогою первинного перетворювача перетворюється з неелектричного в електричний. Далі цей сигнал передається одночасно на вторинний показуючий прибор для моніторингу і на пристрій порівняння. Для оцінки стану об'єкту поточний сигнал порівнюється з іншим сигналом, який визначає бажаний стан об'єкту. Цей сигнал називається завданням і вводиться в пристрій порівняння за допомогою задатчика. Завдання може бути встановлене оператором вручну або бути одержано від ЕОМ. Пристрій порівняння формує сигнал розузгодження  $\Delta = X_{зад} - X_{вих}$ , який поступає на управляючий пристрій, де формується управляюча дія  $U$ . Оскільки цей сигнал дуже слабкий, то перед виконавчим механізмом ставиться підсилювач потужності. Регулюючий орган змінює матеріальний або енергетичний потік, що поступає в об'єкт регулювання.

Регулятором в схемі є управляючий пристрій.

Рівняння, яке встановлює взаємозв'язок в часі між вхідною величиною регулятора  $\Delta(p)$  і вихідний величиною  $U(p)$ , називається *законом регулювання або алгоритмом управління*.

Алгоритм управління реалізується в регуляторі за допомогою настройок.

## 2.9 Типові закони (алгоритми) регулювання

Існують наступні типові закони регулювання:

### 1. Пропорційний або П-закон регулювання

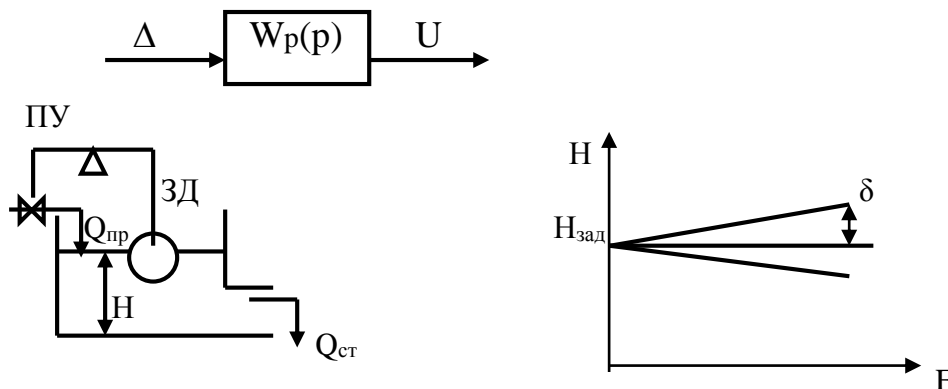


Рисунок 2.22 - Ілюстрація пропорційного закону регулювання:  $\delta$  - нерівномірність регулювання або статична помилка.

На рис. 2.22 представлений поплавковий регулятор рівня, запропонований І.І. Ползуновим в 1865 р. При зміні рівня відбувається переміщення важелів щодо точки рівноваги і змінюється кількість води, що подається. У схемі існує жорстка залежність між рівнем і положенням регулюючого органу. Роль задатчика виконує тяга, настройкою регулятора є положення опори. В порівнянні з схемою, представленою на рис. 2.21, тут відсутні підсилювач і виконавчий механізм.

Регулятори, в яких переміщення регулюючого органу здійснюється за рахунок потужності, що розвивається у вимірювальному ланцюзі, називаються *регуляторами прямої дії*.

Вихідна величина регулятора (управляюча дія)  $U$  визначається рівнянням:

$$U = k_{рег} \cdot \Delta$$

а передавальна функція регулятора  $W(p) = k_{рег}$ .

Достоїнства: 1. Швидко включається в роботу (безінерційний);

2. Має одну настройку  $K_{рег}$ .

Недолік: наявність статичної помилки.

### 2. Інтегральний або І-закон регулювання

Алгоритм управління реалізує рівняння:

$$U = \varepsilon \int \Delta dt$$

У І-регуляторі при появі сигналу розузгодження міняється швидкість переміщення регулюючого органу  $\frac{dU}{dt} = \varepsilon \cdot \Delta$ , де  $\varepsilon$  – швидкість регулювання або коефіцієнт передачі.

Достоїнства: 1. Відсутність статичної помилки;

2. Має одну настройку  $\varepsilon$ .

Недолік: регулювання затягується в часі.

3. *ПІ (пропорційно-інтегральний або ізодромний) закон регулювання* реалізує алгоритм управління:

$$U = k_{рег} \cdot \Delta + \varepsilon \int \Delta dt = k_{рег} \left( \Delta + \frac{1}{T_i} \int \Delta dt \right)$$

де  $k_{рег}$  – коефіцієнт передачі регулятора;

$T_i$  – час ізодрома.

У даному регуляторі суміщені достоїнства П-регулятора (швидкодія) і І-регулятора (відсутність статичної помилки). Передавальна функція:

$$W_{рег}(p) = \frac{U(p)}{\Delta(p)} = k_{рег} \cdot \left( 1 + \frac{1}{T_i \cdot p} \right)$$

Структурна схема – це дві паралельно з'єднаних ланки: пропорційна ланка і інтегруюча ланка. При виникненні сигналу розузгодження ПІ-регулятор в перший момент часу працює як пропорційний (швидко включається в роботу і зменшує розузгодження), а потім як інтегральний (компенсує статичну помилку) регулятор.

4. *ПІД (пропорційно-інтегрально-диференціальний або ізодромний регулятор з передуванням)*

Алгоритм управління представляється рівнянням:

$$U = k_{рег} \left( \Delta + \frac{1}{T_i} \int_0^{\infty} \Delta dt + T_{\delta} \frac{d\Delta}{dt} \right)$$

де  $k_{рег}$  – коефіцієнт передачі регулятора;

$T_i$  – час ізодрома;

$T_{\delta}$  – час диференціювання (передування).

Достоїнство: висока якість регулювання.

Недолік: 3 настройки, потрібен попередній розрахунок настройок.

Перед практичним використанням регуляторів виробляють градування параметрів регулятора. Градування виробляється шляхом зняття ряду кривих розгону регулятора при різних настройках.