

## СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В останні роки все більшу актуальність набувають системи автоматичного регулювання теплопостачання. Завданням автоматичного регулювання є підтримання в певних межах або на постійному рівні того чи іншого параметра (температури, тиску, витрати) технологічного процесу.*

**Ключові слова:** регулятор, процес, автоматичний режим, система, теплоспоживання, автоматичний регулятор.

### *Abstract*

*In recent year all greater actuality acquire the system of automatic control of теплопостачання. The task of automatic control is maintenance in certain limits or at permanent level of that or other parameter (temperature, pressure, expense) of technological process.*

**Keywords:** regulator, process, automatic mode, system, heat consumption, automatic regulator.

### **Вступ**

Під дією зовнішнього впливу відбувається відхилення регульованого параметра від заданого значення. Автоматичний регулятор створює регулюючу дію, по знаку протилежному відхиленню параметра. Такий тип зв'язку називається негативно зворотнім зв'язком.

### **Результати дослідження**

Система автоматичного регулювання (САР) – це замкнута динамічна система з негативним зворотнім зв'язком. Даний принцип регулювання по відхиленню регульованого параметра використовується при побудові практично всіх САР теплоспоживчих систем [1].

Основні переваги САР:

- застосування алгоритмів і програм управління для регулювання параметрів, забезпечує заданні умови функціонування системи теплопостачання в автоматичному режимі;
- розширяє технічні можливості опалювальних систем та удосконалює систему контролю за їх роботоздатністю;
- здійснює автоматичний моніторинг і регулювання роботоздатності системи опалення [2].

САР можна класифікувати за призначенням:

- стабілізуючого регулювання;
- слідкуючого регулювання;
- програмного регулювання.

САР стабілізуючого регулювання, також названа термостатом, підтримує регульовані параметри стабільними, постійними, наприклад, регулювання температури води системи підлогового опалення. САР слідкуючого регулювання забезпечує зміну регульованого параметра в залежності від зміни іншого параметра, наприклад, зміна температури теплоносія системи опалення в залежності від зміни температурими зовнішнього повітря.

САР програмного регулювання змінює значення регульованого параметра в час за заданою програмою, наприклад, автоматичне зниження температури повітря у виробничому приміщенні в неробочі періоди.

Загалом, системою автоматичного регулювання САР називають замкнуту динамічну систему, яка

складається з об'єкта регулювання ОР і автоматичного регулятора АР, взаємодіючих між собою.

Об'єктом регулювання ОР називають установку або технологічний комплекс, в якому відбувається вимірювання регулюючого параметра під впливом зміни навантаження (збурюючих впливів) або керуючого впливу автоматичного регулятора.

Автоматичним регулятором називають пристрій, який забезпечує підтримку регулюючого параметра в об'єкті регулювання на заданому рівні або його зміни по заданому закону або в залежності від іншого параметра. Автоматичний регулятор включає в себе безпосередньо регулятор, а також виконавчий пристрій.

До регулятора підключаються:

- на вході – датчик вимірюваного (регульованого) параметра та пристрій, що задає значення регульованого параметра;
- на виході – виконуючий пристрій, яке в свою чергу складається з виконавчого механізму і регулюючого органу.

Регулятори можна класифікувати наступним чином:

1. За призначенням:

- регулятори температури;
- регулятори різниці температур;
- регулятори тиску;
- регулятори перепаду тиску;
- регулятори витрати;
- регулятори рівня і інші.

2. За способом дії:

- прямої дії, які для регулюючого впливу на об'єкт регулювання використовують енергію регульованого середовища;
- непрямої дії, які для регулюючого впливу на об'єкт регулювання використовують енергію побудованого стороннього джерела (електричну та іншу).

3. За характером регулюючого впливу (за характером переміщення регулюючого органу):

- дискретної (переривчастої) дії: позиційні, релейні, імпульсні;
- безперервної дії: статичні, астатичні, ізодромні, пропорційно – інтегрально-диференціальні (ПІД регулятори).

Застосовуються в основному електронні та цифрові ПІД – регулятори і двопозиційні регулятори, а також пропорційні регулятори прямої дії [1].

Стан об'єкта регулювання протягом процесу регулювання характеризується величиною відхилення  $\pm \Delta X$  значення регульованого параметра  $X$  від заданого значення  $X_{зад}$ . Відхилення  $\pm \Delta X$  виникає внаслідок зміни величини впливів, що обурюють (зовнішніх і внутрішніх), а також через зміну величини навантаження.

У системах теплоспоживання обурення безперервно змінюються в ту чи іншу сторону, і відповідно безперервно змінюється вимірюваний параметр  $X$ , відхиляючись від заданого значення  $X_{зад}$ . Навантаження змінюється автоматичним регулятором в напрямку, протилежному напрямку збурень. Регулятор таким чином прагне повернути значення регульованого параметра  $X$  до заданого значення  $X_{зад}$ .

На рисунку 1 показано узагальнену структуру системи автоматичного регулювання та її принцип роботи.

Сигнал про значення регульованого параметра надходить на вхід автоматичного регулятора, який змінює навантаження об'єкта регулювання. Автоматичний регулятор включає в себе безпосередньо регулятор, на вхід якого підключається датчик (Д) вимірюваного параметра, а на вихід - виконавчий пристрій.

Регулятор порівнює заданий параметр  $X_{зад}$  з регульованим параметром  $X$  і отримує величину неузгодженості  $\pm \Delta X$  перетворює в керуючий сигнал  $\pm \Delta Y$ , що впливає на роботу виконавчого пристрою. Виконавчий пристрій впливає на регульоване середовище, змінюючи під дією керуючого сигналу, що надходить від регулятора, навантаження об'єкта регулювання. Виконавчий пристрій складається з двох елементів – виконавчого механізму ВМ і регулюючого органу РО. Елементи

автоматичного регулятора – датчик, регулятор, виконавчий пристрій – можуть бути поєднані в різному поєднанні цих трьох елементів, або являти собою роздільні самостійні пристрої. Властивості регулятора визначаються його типом, законом регулювання, а також передбаченими для нього налаштуваннями. Якість процесу і результат регулювання характеризуються комплексом статичних і динамічних характеристик САР. Як правило, автоматичний регулятор вибирають, попередньо обумовлюючи необхідний перелік і необхідні значення цих характеристик з урахуванням динамічних характеристик об’єкта регулювання.

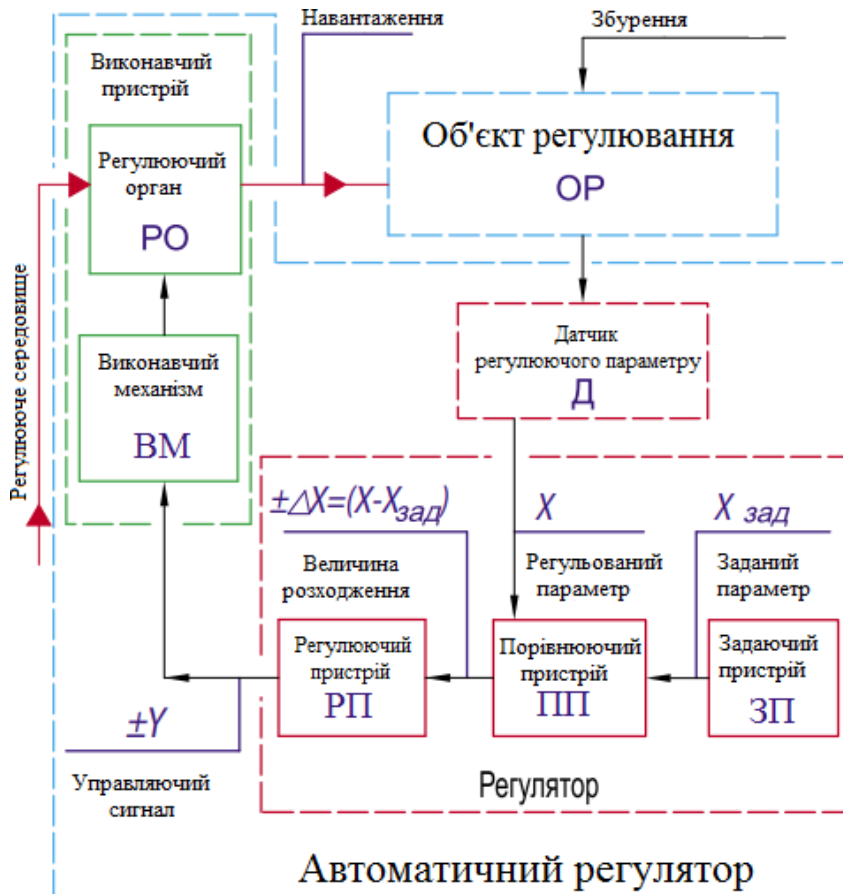


Рисунок 1 – Узагальнена структурна схема САР

Випускаються регулятори в наступному поєднанні складових елементів:

1. Автоматичний регулятор, який об'єднує в собі всі три елементи: датчик, регулятор, виконавчий пристрій. Це характерно для гідравлічних і манометричних регуляторів прямої дії, наприклад, для регуляторів тиску, регуляторів перепаду тиску, регуляторів витрати, регуляторів температури.
2. Автоматичний регулятор, в якому датчик і регулятор об'єднані в одному виробі, що замовляється окремо від виконавчого пристрою.
3. Автоматичний регулятор, в якому датчик, який регулює прилад і виконавчий механізм об'єднані в одному виробі, що замовляється окремо від регулюючого органу.
4. Автоматичний регулятор, в якому всі елементи виконані у вигляді окремо замовлених виробів. Це характерно для всіх електричних типів регуляторів (непрямої дії).

Основні показники якості регулювання:

1. Встановлена помилка або усталена неузгодженість.
2. Динамічна помилка, яка дорівнює максимальному динамічному відхиленню регульованого параметра.
3. Час регулювання, відповідний моменту, коли регульований параметр входить в зону нечутливості регулятора.

Крім якісних показників при виборі типу регулятора в рівній мірі доводиться орієнтуватися і на інші показники: його вартість, експлуатаційні витрати, вимоги до кваліфікації обслуговуючого

персоналу. Тому, за інших рівних умов, в першу чергу найбільш затребуваними є пропорційні регулятори прямої дії (тиску, перепаду тиску, температури) і двопозиційні регулятори (температури і різниці температур) [1].

### **Автоматичні регулятори**

Регулятори з лінійним законом регулювання по математичній залежності між вхідними і вихідними величинами поділяються на наступні види [3]:

1. пропорційні (П-регулятори);
2. пропорційно-інтегральні (ПІ-регулятори);
3. пропорційно-інтегрально-диференціальні (ПІД-регулятори).

При розробці систем управління температурою приміщення виникає ряд проблем, таких як визначення часу, необхідного для підвищення температури для забезпечення заданих значень до необхідного моменту, вибір алгоритму регулювання температури і визначення числових параметрів обраного алгоритму [4].

### **Висновки**

Процес регулювання починається з моменту внесення обурення в об'єкт регулювання і закінчується після досягнення нового сталого стану САР, або по поверненню САР до колишнього значенням заданого регульованого параметра. Даний процес переходу від одного усталеного стану САР до іншого називають перехідним процесом і характеризують основними показниками якості регулювання: часом регулювання  $t_p$ ; динамічною помилкою  $\Delta X_{\text{МАКС}}$  (максимальне динамічне відхилення регульованого параметра); усталеною помилкою  $\epsilon$  або точністю регулювання (різниця між сталим значенням і заданим значенням регульованого параметра).

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Покотилів В.В. Пособие по расчету систем отопления. Минск: HERZ Armaturen, 2006.- С.144.
2. Федоров С.С., Кобелев Н.С., Крыгина А.М., Тютюнов Д.Н. Регулирование параметров микроклимата зданий и сооружений в зависимости от теплопроводности строительных конструкций. Вестник МГСУ №3. 2011. - С.415 – 420.
3. Нимич, Г.В. Общие положения автоматического управления системами кондиционирования и вентиляции / Г.В. Нимич // С.О.К. – 2005. –№ 7.
4. Теория автоматического управления /А.А. Воронов, Д.П. Ким,В.М. Лохин и др. – М.: Высшая школа, 1986.

**Слободян Наталія Михайлівна** – доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, email: NSlobodian61@gmail.com.

**Ходжаназаров Уміт** – студент групи БТ-17б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: bt.17b.hodzhanazarov@gmail.com.

**Семенко Максим Андрійович** – студент групи БТ-19мс, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: bt.19ms.semenenko@gmail.com.

**Slobodian Natalia** – lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: NSlobodian61@gmail.com.

**Khodjanazarov Umit** – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bt.17b.hodzhanazarov@gmail.com.

**Semenenko Maxim** – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bt.19ms.semenenko@gmail.com.