

АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ОПАЛЮВАНОВОГО ПРИМІЩЕННЯ

Коефіцієнт ємності [1] при регулюванні тепловим режимом опалюваного приміщення $W_{\text{ем}}$, виявляє його здатність швидко накопичувати чи віддавати теплову енергію і визначається за формулою:

$$W_{\text{ем}} = \sum c_m M + \sum \alpha' F_i, \quad (1)$$

де: c_m – питома теплоємність матеріалів, що знаходяться в приміщенні, кДж/(кг °С); M – маса матеріалів, що знаходяться в приміщенні, кг; F_i – площа огорожуючих поверхонь, м²; α' – коефіцієнт теплообміну, Вт/м²°С.

Хід зміни температурного режиму приміщення при різній величині коефіцієнта ємності показаний на рис. 1.

З точки зору автоматичного регулювання ясно, що при більш швидкій зміні температури, утримати її в заданих межах важче. Якщо розглянути відношення площі огорожуючих конструкцій та предметів у приміщенні до площі опалювального приладу, а відношення об'єму повітря у приміщенні до об'єму теплоносія в опалювальному приладі то коефіцієнт ємності опалювального приміщення буде великим, тому процеси регулювання в таких випадках простіші.

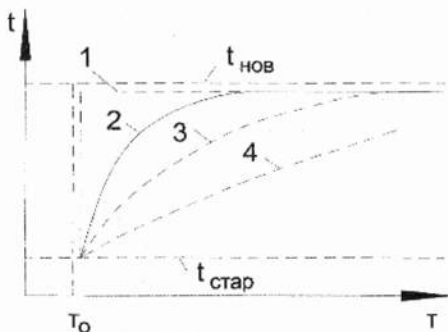


Рис. 1 Хід зміни температурного режиму приміщення при різній величині коефіцієнта ємності.

1 - коефіцієнт ємності рівний нулю; 2 - ємність мала; 3 - ємність середня;
4 - ємність велика;

t_0 - момент початку збурення; $t_{\text{стар}}$ і $t_{\text{нов}}$ - старе і нове значення температури приміщення

Відомо, що об'єкти регулювання існують одноємні, двоємні або багатоемні [2]. При нагріванні приміщення з опалювальним приладом ємністю зі сторони надходження є тепло в масі теплоносія, а ємністю з сторони витрати – зовнішні огороження приміщення, що обігрівається. Міжземним опором є термічний опір стінок опалювального приладу. Перехідне запізнювання в такому випадку залежить від термічного опору між приміщенням та опалювальним приладом і від кількості тепла, що міститься в теплоносії приладу. Тому після пуску теплоносія у опалювальний прилад, температура приміщення підігрівается не відразу. Спочатку нагрівається метал опалювального приладу, і між ним і приміщенням, що обігрівається, виникає різниця температур. Тільки через деякий час температура приміщення почне підвищуватися. Тому автоматичне регулювання температурного режиму приміщення є прикладом двоємного об'єкту регулювання.

Перевагу мають ті об'єкти регулювання, які мають мінімумом запізнення або відставання в часі з початку появи збурення до початку зміни температурного режиму приміщення. Оскільки із збільшенням запізнювання погіршується процес регулювання, тобто збільшується відхилення температурних параметрів приміщення при збуреннях, тому в опалювальних приладах необхідно передбачати мінімально можливу товщину стінок і виготовляти їх з малотеплоємних металів, що мають значні коефіцієнти теплопровідності.

При регулюванні тепловим режимом приміщення, значний вплив надає швидкість протікання теплоносія через опалювальний прилад. Чим більша швидкість (максимально можлива), тим інтенсивніше теплообмін в опалювальному приладі, скорочується час запізнювання, і тому можна швидше змінити потужність опалювального приладу в процесі регулювання.

В об'єктах автоматичного регулювання існує поняття «чутливість об'єкту до збурення» або «швидкість розгону» [3]. Використовуючи це поняття для регулювання теплового режиму опалюваного приміщення, можна проводити порівняльну оцінку різних приміщень по швидкості зміни температури. Швидкість зміни температурного режиму прямо пропорційна різниці між поточним значенням надходження теплової енергії $Q_{над}$ та поточним значенням витрати теплової енергії $Q_{вит}$, і обернено пропорційна коефіцієнту ємності приміщення. Для нескінченно малого проміжку часу dt можна вважати, що ця залежність лінійна, тобто:

$$dt_{nm}/dt = (Q_{над} - Q_{вит})/W_{nm} = \Delta Q_{nm}/W_{nm}, \quad (2)$$

де dt_{nm} - нескінченно мала зміна температурного режиму за нескінченно малим відрізком часу dt ; ΔQ_{nm} – різниця між надходженням і витратою теплової енергії, яка визначає швидкість зміни температурного режиму.

Формула (2) записується в безрозмірному вигляді, так як це більш зручно для математичного рішення рівнянь.

Якщо привести всі поточні величини до їх відносних значень, отримаємо відповідно: $v_{над} = Q_{над} / Q_{ном}$ - відносне надходження, $v_{вит} = Q_{вит} / Q_{ном}$ - відносна витрата теплової енергії.

Приймемо, що абсолютні значення номінального надходження та витрати теплової енергії рівні. Позначимо поточне значення температури приміщення через $t_{пм}$, тоді безрозмірне значення величини температури приміщення $t'_{пм}$ отримаємо розділивши поточне значення температури приміщення, на номінальне задане її значення, тобто $t'_{пм} = t_{пм} / t_{пм ном}$.

Для нескінченно малого відносного приросту параметра:

$$dt'_{пм} = dt_{пм} / t_{пм ном}. \quad (3)$$

Тепер замінимо у формулі (2) абсолютні величини на їх відносні значення, і після відповідних підстановок ця формула матиме наступний вигляд:

$$dt'_{пм} / dt = (1/W_{пм}) (Q_{ном} / t_{пм ном}) (v_{над} - v_{вит}) = \varepsilon \Delta v \quad (4)$$

де $(1/W_{пм}) (Q_{ном} / t_{пм ном}) = \varepsilon$ - коефіцієнт пропорційності (чутливість до збурення), 1/с.

Отже:

$$dt'_{пм} / dt = \varepsilon \Delta v \quad (5)$$

Обернена величина чутливості до збурення, є швидкість зміни температури приміщення у відносних величинах, при максимальних збуреннях, тобто при $\Delta v = 1$, що відповідає $Q_{вит} = 0$, а $Q_{над} = Q_{ном}$.

Величина обернена до швидкості розгону - час розгону T_a , тобто:

$$T_a = 1/\varepsilon = W_{пм} t_{пм ном} / Q_{ном} c. \quad (6)$$

Добуток $W_{пм} t_{пм ном}$ є кількість теплової енергії, яка накопичена в приміщенні, при досягненні номінального заданого значення, від його нульового значення.

З виразу (4) при $\Delta v = 1$ видно, що швидкість розгону ε є максимальною і міняється пропорційно Δv . Таким чином, швидкість розгону температури приміщення, пропорційна величині збурення в приміщенні. При малих збуреннях, мають місце невеликі швидкості зміни температури приміщення. Для теплового режиму опалюваного приміщення якраз характерні незначні збурення, що свідчить про їх позитивні, з погляду регулювання, властивості.

Властивість об'єкту автоматичного регулювання - самостійно (без регулятора) вирівнювати значення $Q_{вит}$ і $Q_{над}$, тобто з деяким часом приходити до нового врівноваженого стану, після однократного стрибкоподібного збурення, характеризується самовирівнюванням об'єкту регулювання [1].

Розглянемо приміщення, що опалюється (рис. 2). Якщо збільшиться віддача тепла опалювальним приладом, тобто збільшиться $Q_{над}$, то за рахунок збільшення температури всередині цього приміщення зростуть і втрати тепла, тобто $Q_{вит}$. В цьому випадку: $Q_{вит} = f(Q)$. При зменшенні втрат тепла, які відбуваються за рахунок збільшення зовнішньої температури, зростає температура всередині приміщення. А якщо підвищується температура, то неодмінно змінюється і віддача тепла опалювальним приладом, тобто: $Q_{над} = f(Q)$.



Рис. 2 *Схема процесу самовирівнювання температурного режиму приміщення на сторонах витрати та надходження теплової енергії*

Таким чином, при деякій зміні температури всередині опалювального приміщення – змінюються одночасно втрати тепла і тепловіддача опалювальним приладом, тобто надходження і витрати. Тому можна сказати, що опалювальні приміщення володіють самовирівнюванням на стороні надходження і на стороні витрати, а отже, регулювання температурою в них здійснюється простіше.

Аналізуючи об'єкт автоматичного регулювання важливим є врахування характеру збурення. Щоб об'єкт регулювання поставити в самі невигідні умови, характер збурення приймають стрибкоподібним.

В системах опалення на практиці зустрічається стрибкоподібний характер збурення дуже рідко. Найшвидшими можна вважати збурення від сонячної радіації. Проте в цьому випадку буде потрібно час для трансформації частини променистого тепла в конвективне, яке здатне нагрівати повітря в приміщенні. В абсолютній більшості випадків існує великий характер збурень, тобто, коли вони відбуваються за досить великий проміжок часу. А це істотно міняє процес регулювання в кращу сторону.

При розгляді характеру збурень в об'єкті автоматичного регулювання, не менше важливо знати про можливі граничні коливання збурюючих дій. Самим невигідним випадком тут є коливання збурень від нуля до максимуму. В системах опалення такі збурення завжди мають місце, але в більшості випадків вони відбуваються протягом достатньо довгого часу. Наприклад, система опалення має максимальні збурюючі дії в січні місяці, а навантаження, рівне 0, приблизно в березні-квітні. Правда, у весняну пору року такий перехід може спостерігатися і протягом доби. Практика показує, що регулювання

тепловим режимом приміщення у весняну пору року має найбільшу потребу.

Автоматичне регулювання тепловим режимом опалюваного приміщення, повинне характеризуватися якісним та стійким процесом.

Стійкий процес регулювання визначає швидке затухання коливань температурних параметрів приміщення, які виникли під впливом збурення, також регулювання вважається стійким, якщо в перехідному стані в ньому виникає незгасаючий коливальний процес, з допустимою амплітудою відхилень температурних параметрів приміщення.

Якість процесу регулювання оцінюється наступними показниками: максимальним відхиленням теплового режиму, що регулюється, від заданого значення при перехідному процесі; точністю підтримки теплових параметрів в приміщенні; величиною перерегулювання, тобто відхиленням теплових параметрів приміщення, після того, як в процесі регулювання температура досягне заданого значення і перейде через нього, змінюючи знак помилки; часом перехідного процесу, тобто часом, що затрачається на повернення теплових параметрів в задані межі, після початку збурення; числом коливань теплових параметрів приміщення, під час перехідного процесу, біля заданого значення.

ВИСНОВКИ. Автоматичне регулювання тепловим режимом опалюваного приміщення характеризуватиметься прийнятними якісними та стійкими процесами, коли всі вищезазвані показники будуть задовольняти наперед заданим межам.

Опалюване приміщення, як об'єкт регулювання, характеризується великим коефіцієнтом ємності, володіє самовирівнюванням як на стороні тепловтрат так і на стороні теплонадходжень, має малу чутливість до збурень і нечасту зміну збурень, що говорить про такі динамічні характеристики приміщень, які дозволяють застосовувати найпростіші автоматичні регулятори, зокрема двохпозиційні з малою зоною нечутливості.

Якісне та стійке автоматичне регулювання тепловим режимом опалюваного приміщення можливе тільки в сукупності роботи автоматичних регуляторів з точно підібраними опалювальними приладами (моделями, типами та кількістю), які встановлені у відповідних по об'єму приміщеннях з необхідною теплоізоляцією та температурою теплоносія відповідною температурі зовнішнього повітря.

Список літератури:

1. Юрманов Б.Н. Автоматизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – Л.: Стройиздат, 1976. – 216 с.
2. Мануйлов П.Н. Теплотехнические измерения и автоматизация теплових процессов. – М.: Энергия, 1976. – 248 с.
3. Халамейзер М.В. Автоматические установки искусственного климата. – М.: Машиностроение, 1969. – 312 с.

Надійшла до редакції 14.11.2012р.