

ВИМІРЮВАННЯ ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОГО ПОТОКУ В СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ

Лічильники теплової енергії, які занесені до Державного реєстру засобів вимірювання України, працюють за принципом обліку витрат теплоносія, способи вимірювання яких є досить різні: за перепадом тиску в розподільній та збірній магістралях, механічний, електромагнітний, ультразвуковий та ін. [1]. Такі теплолічильники можна встановлювати тільки на квартирних уводах систем опалення, тобто при горизонтальній конфігурації, і практично неможливо передбачати їх для кожного опалювального приладу при іншій конфігурації систем опалення, наприклад, для вертикальних систем.

Для індивідуального автоматичного регулювання витрати теплової енергії, застосовують термостатичні регулятори відомих фірм («Herz Armaturen»; (Австрія), «Danfoss»; (Данія) та ін.). Недоліком такого регулювання є те, що для зниження чи підвищення температури приміщення, в залежності від фізіологічного стану і самопочуття людини, зниження температури приміщення в нічні години, а також зниження температури при відсутності людей в приміщенні та завчасного підвищення температури до приходу людей необхідне постійне втручання людини.

Виконати одночасне обчислення теплової енергії та автоматичне регулювання теплового потоку від опалювальних приладів, які знаходяться в приміщенні на кількох стояках, за оптимальною температурою повітря в приміщенні, яку ми розглядаємо не як величину сталу, а таку, що змінюється в залежності від віку, статті, фізіологічного стану, самопочуття людини, та від зміни зовнішньої температури, часу доби або днів тижня, за допомогою вищевказаних лічильників та регуляторів теплової енергії неможливо.

Авторами запропоновано досить простий спосіб, який забезпечує вимірювання теплового потоку, а відтак і витрати використаної теплової енергії, в опалювальних приладах та неізольованих трубопроводах

систем водяного опалення, а також регулювання величини теплового потоку на кожному опалювальному приладі, в залежності від зміни температури зовнішнього повітря та потреб споживача. При цьому виключається необхідність вимірювання витрати теплоносія на кожному опалювальному приладі, при довільній конфігурації системи опалення. Спосіб вимірювання величини теплового потоку в системах водяного опалення приміщень включає: датчики температур теплоносія на вході та на виході з опалювального приладу, датчики температури повітря в опалюваному приміщенні та контролер для збирання і обробки даних від датчиків. В контролер попередньо вводяться дані про опалювальні прилади та дані про параметри неізолюваних трубопроводів, які знаходяться в межах приміщення та збираються дані від датчиків температури, з подальшим їх обчисленням. Величина теплового потоку в межах приміщення в контролері визначається за виразом:

$$Q_n = \Sigma q_n \beta_1 \beta_2 (\Delta t_n / \Delta t_n)^m + \Sigma F_{\text{тр}} b_{\text{тр}} k_{\text{тр}} \Delta t_{\text{тр}}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

де Q_n – вимірюваний тепловий потік від опалювальних приладів та неізолюваних труб в межах приміщення, Вт; q_n – тепловіддача опалювального приладу при стандартних умовах (за даними виробника опалювальних приладів), Вт; β_1 – поправочний коефіцієнт, що враховує спосіб установки опалювального приладу в приміщенні; β_2 – поправочний коефіцієнт, що враховує схему підключення опалювального приладу до системи опалення; Δt_n – нормована величина температурного напору опалювальних приладів, °С; m – показник ступеня (за даними виробника опалювальних приладів); $F_{\text{тр}}$ – площа поверхні неізолюваного трубопроводу в межах приміщення, м²; $b_{\text{тр}}$ – коефіцієнт, що характеризує умови зміни тепловіддачі, в залежності від місця розташування трубопроводів в межах приміщення; $k_{\text{тр}}$ – коефіцієнт теплопередачі труб, Вт/(м²°С); $\Delta t_{\text{тр}}$ – нормована величина температурного напору неізолюваних труб в межах приміщення, °С.

На рис. подана схема способу вимірювання величини теплового потоку в системах водяного опалення приміщень та регулювання величини теплового потоку від опалювальних приладів. В приміщенні 1 розташовані: датчик температури повітря приміщення 2, стояки системи опалення 3, подавальні трубопроводи 4, на яких розміщені регулюючі клапани 5 та датчики температури вхідної води 6 до опалювальних приладів 7. На зворотних трубопроводах 8 розташовані датчики температури вихідної води 9 з опалювальних приладів 7. Подавальні та зворотні трубопроводи з'єднані замикаючою ділянкою (байпас) 10. Ззовні приміщення, знаходиться датчик температури зовнішнього повітря 11.

Датчики температури повітря 2 та 11, датчики температури води 6, 9 та регулюючі клапани 5 зв'язані кабелями з контролером 12.

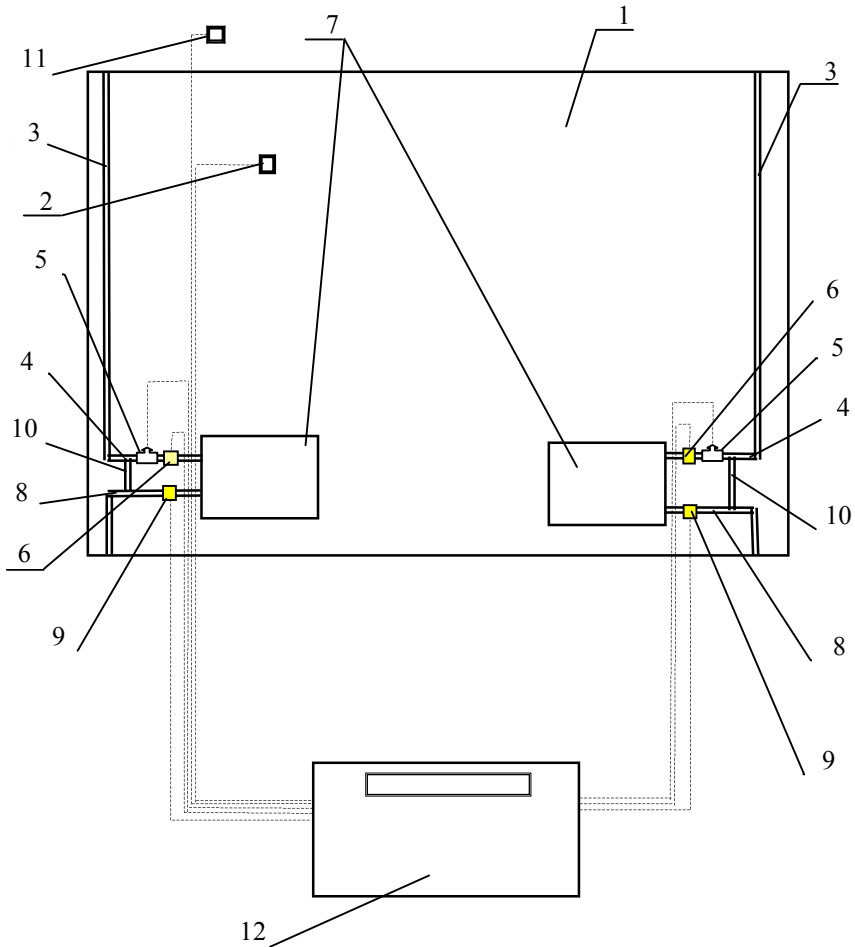


Рис. Схема вимірювання теплового потоку від опалювальних приладів

Вимірювання величини теплового потоку опалювальних приладів здійснюється наступним чином. В контролер 12, при його програмуванні, вносяться дані про всі опалювальні прилади усіх опалюваних приміщень будинку, в межах якого здійснюється облік теплоти. До цих

даних відносяться: тепловіддача опалювального приладу q_n , при нормованій величині температурного напору Δt_n (за даними виробника опалювальних приладів); m – показник степеню (за даними виробника опалювальних приладів); поправочні коефіцієнти β_1 та β_2 .

На основі комутованих показань датчиків температури 2, 6, 9, в контролері 12 розраховується величина температурного напору приміщення Δt_n для кожного опалювального приладу 7:

$$\Delta t_n = (t_{ex} + t_{вих})/2 - t_n, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2)$$

де t_{ex} – температура теплоносія на вході до опалювального приладу, $^\circ\text{C}$;
 $t_{вих}$ – температура теплоносія на виході з опалювального приладу, $^\circ\text{C}$;
 t_n – температура повітря в опалюваному приміщенні, $^\circ\text{C}$.

Залежність дійсної тепловіддачі окремого опалювального приладу q_{on} , від величини температурного напору Δt_n , має вигляд:

$$q_{on} = q_H \left(\frac{\Delta t_n}{\Delta t_H} \right)^m \beta_1 \beta_2, \text{ Вт}, \quad (3)$$

Вимірювання величини теплового потоку від неізолюваних трубопроводів, що знаходяться в приміщенні, в межах якого здійснюється облік теплоти, здійснюється наступним чином.

В контролер, при його програмуванні, вносяться дані про неізолювані трубопроводи, що знаходяться в приміщенні. До цих даних відносяться коефіцієнт теплопередачі труб $k_{тр}$ та поправочний коефіцієнт $b_{тр}$, що характеризує умови зміни тепловіддачі, в залежності від місця розташування трубопроводів в межах приміщення [2].

Величина теплового потоку від неізолюваних трубопроводів $q_{тр}$ знаходиться за виразом:

$$q_{тр} = F_{тр} b_{тр} k_{тр} \Delta t_{тр}, \text{ Вт}, \quad (4)$$

де $F_{тр}$ – площа поверхні неізолюваних трубопроводів, знаходиться за виразом:

$$F_{тр} = \pi d_{тр} l_{тр}, \text{ м}^2, \quad (5)$$

$\Delta t_{тр}$ – нормована величина температурного напору неізолюваних трубопроводів, знаходиться за виразом:

$$\Delta t_{тр} = (t_{тр\ ex} + t_{тр\ вих})/2 - t_n, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (6)$$

де $t_{тр\ ex}$ – нормована температура теплоносія на вході до стояка, $^\circ\text{C}$;
 $t_{тр\ вих}$ – нормована температура теплоносія на виході з стояка, $^\circ\text{C}$;
 t_n – нормована температура повітря в опалюваному приміщенні, $^\circ\text{C}$.

Загальна величина теплового потоку Q_n опалювальних приладів та неізолюваних трубопроводів, які знаходяться в приміщенні, розраховується контролером за виразом:

$$Q_n = \Sigma q_{on} + \Sigma q_{mp}, \text{ Вт}, \quad (7)$$

Дані датчиків 2, 6, 9 комутуються на контролер 12, через певний невеликий проміжок часу (15–20 с). Результати розрахунків величини теплового потоку від кожного опалювального приладу та неізолюваних трубопроводів, що знаходяться в межах приміщення, інтегруються за відомими методиками, в результаті чого можна одержати дані про сумарну кількість використаної теплової енергії, протягом заданого проміжку часу, в межах приміщення.

Спосіб регулювання витрати теплового потоку від опалювального приладу, який забезпечує необхідну температуру повітря в приміщенні, є погодозалежним. Регулювання відбувається за допомогою контролера, який збирає дані з датчиків температури зовнішнього і внутрішнього повітря, та в залежності від заданої температури приміщення, на програматорі контролера, і від зміни температури зовнішнього повітря, дає сигнал на відкриття або перекриття теплоносія в опалювальний прилад, за допомогою регулюючого клапана, який знаходиться безпосередньо перед опалювальним приладом. При програмуванні контролера можна застосовувати багатоденну програму бажаної температури, від декількох переключень на добу, для кожного приміщення окремо.

Застосування способу вимірювання та автоматичного регулювання теплового потоку в системах водяного опалення приміщень дасть можливість надійно забезпечувати облік використаної теплової енергії, при будь-яких конфігураціях водяного опалення, а також змінювати потужність опалювальних приладів у всіх приміщеннях окремо, забезпечуючи в них температуру повітря на заданому рівні, що приведе до значної економії паливно-енергетичних ресурсів.

Література

1. Измерения в промышленности. Способы измерения и аппаратура, Москва: «Металлургия», 1990, 384 с.
2. Богословский В. Н., Сканава А. Н. Отопление. – М.: Стройиздат, 1991, 736 с.