

## ІНДИВІДУАЛЬНЕ АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОБЛІК ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

*Київський національний університет будівництва та архітектури  
(КНУБА), м. Київ, Україна*

*Державне госпрозрахункове підприємство Сертифікаційний випробувальний  
центр опалювального обладнання (ДГП СВЦОО), м. Київ, Україна*

***Запропоновано спосіб, який забезпечує індивідуальне автоматичне регулювання та облік теплової енергії в системах водяного опалення, при довільній конфігурації систем водяного опалення приміщень, в залежності від температурних збуджень та потреб споживача, без необхідності вимірювання витрати теплоносія. Список літ.: 6 назв.***

В даний час Україна практично 60 % потреб в енергетичних ресурсах забезпечує завдяки імпорту [1]. Найенергоємнішими галузями на сьогодні є: металургія, хімічна промисловість, виробництво будматеріалів, машинобудування. Проте першість по нераціональних енерговитратах займає житлово-комунальний сектор, де об'єми споживання енергоресурсів перевищують фактичні витрати майже на 40 % [2].

Для комунального господарства України за умов недостатності власних ресурсів, перманентного дорожчання та нестабільності ринку енергоносіїв, постійно актуальною є проблема їх економії.

Одним з сучасних рішень, направлених на скорочення витрати теплової енергії споживачами, є обладнання будинків тепловими лічильниками на ввіді в систему опалення. Хоч ці міри і сприяють обліку тепла в загальному на будинок, але не є досить ефективними, тому що системи водяного опалення в приміщеннях житлових та громадських споруд працюють, в більшості, в некерованому режимі і оплата за теплову енергію розподіляється між всіма споживачами будинку не завжди об'єктивно, а це не приводить до певної стимуляції економії тепла.

Також існує проблема «переопалення» у приміщеннях, що спостерігається при температурах зовнішнього повітря від 0 °С та вище. Крім того, що неефективно витрачається велика кількість енергоресурсів, подібні «переопалення» небажані з гігієнічних міркувань, тому що вони приводять до погіршення самопочуття людей та зниження продуктивності праці [3].

Дослідження, проведені Держкоенергозбереження [4], свідчать, що реальне споживання теплової енергії, виміряне лічильником, з застосуванням регулювання витрати тепла, на 30-40 % менше, ніж визначене розрахунковим методом. Таким чином, витрати на прилади обліку можуть окупитися після закінчення одного-двох опалювальних сезонів.

Спосіб, що, в основному, використовується сьогодні для вимірювання величини теплової енергії, схема якого надана на рис. 1, базується на

вимірюванні витрати теплоносія, що проходить через опалювальний прилад, фіксацію датчиками температур теплоносія на вході та на виході з опалювального приладу. Величина витрати теплової енергії  $Q_{np}$  розраховується контролером, як добуток витрати теплоносія на питому теплоємність теплоносія та на різницю температур на вході та виході теплоносія з опалювального приладу [5]:

$$Q_{np} = G c (t_{вх} - t_{вих}), Вт, \quad (1)$$

де  $G$  – витрата теплоносія, кг/год.;  $t_{вх}$  – температура теплоносія на вході до опалювального пристрою, °С;  $t_{вих}$  – температура теплоносія на виході з опалювального пристрою, °С;  $c$  – питома теплоємність теплоносія, Дж/кг °С.

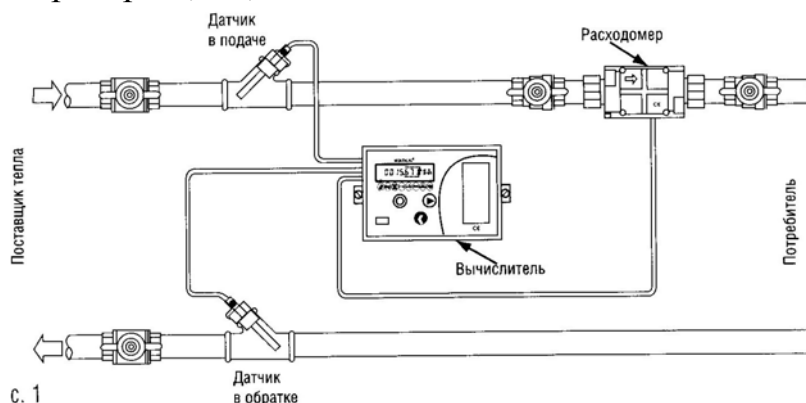


Рис. 1. Схема вимірювання величини теплової енергії

Проблема вимірювання кількості спожитого тепла в приміщеннях квартир є досить складною. Основна технічна причина полягає в тому, що принцип побудови систем водяного опалення в будинках ще радянського будівництва, які складають біля 80 % житлового фонду міст України, при всіх їх модифікаціях є багатовідним. Такий спосіб підведення тепла вимагає встановлення теплотічильника на ввід кожного опалювального пристрою, що базується на вимірюванні витрат та перепаду подавальної та зворотної температур теплоносія. В поєднанні з вимогами достатньої простоти, надійності та малої ціни, створення такого теплотічильника поки що є проблематичне.

Як показали дослідження, лічильники теплової енергії, що занесені до Державного реєстру засобів вимірювання України, працюють за принципом обліку витрати теплоносія, що наведений вище. Ці способи є досить різні: за перепадом тиску в подавальній та зворотній магістралях, механічний, електромагнітний, ультразвуковий та ін. Такі теплотічильники можна встановлювати тільки при горизонтальній поквартирній розводці водяного опалення, і практично неможливо передбачати їх застосування для кожного опалювального приладу при іншій конфігурації систем опалення, наприклад, для вертикальних систем.

В світовій практиці рішення вищезгаданої проблеми було знайдено у використанні розподільників витрат теплової енергії. В цьому випадку лічильник тепла вмонтовується тільки на вході системи тепlopостачання в будівлю, а на кожний радіатор в квартирі встановлюється невеликий

енергозалежний прилад – розподільник витрат тепла [5]. Існують капілярні і електронні розподільники витрат тепла. В першому випадку використовується ефект випаровування спеціальної рідини із закріпленої на корпусі приладу і відкритої з одного кінця змінної ампули при нагріванні від радіатора. Кількість рідини, що випарувалася, пропорційно кількості відданого опалювальним приладом тепла. Дія електронних розподільників заснована на вимірюванні різниці температури поверхні опалювального приладу і повітря в приміщенні. Результати вимірювань підсумовуються приладом з певною періодичністю. Значення, накопичені за розрахунковий період, застосовують потім для визначення частки кожного користувача в кількості тепла, спожитого будинком.

Цей принцип дозволяє проводити тільки порівняльні вимірювання, для розподілу витрат в теплових мережах між споживачами, при цьому у всіх точках виміру необхідно встановлювати прилади одного типу, при однакових умовах установки і застосовувати однакову методику розшифровки показників. Широкого застосування цим приладам не надали, тому що мають досить високу похибку вимірювань  $\pm 10\%$ , і використовуються здебільшого як індикаторні.

Що стосується регулювання теплового потоку, то у відповідності до вимог будівельних норм, квартирні системи водяного опалення повинні проектуватися та обладнуватися опалювальними пристроями з індивідуальним автоматичним регулюванням витрати теплової енергії – термостатичними регуляторами. В основному використовуються терморегулятори відомих фірм «Herz Armaturen» (Австрія), «Danfoss» (Данія), «F.W. Oventrop GmbH & Co. KG» (Німеччина) та ін.

Терморегулятори хоч і застосовуються масово, тому що вони порівняно дешеві, але мають суттєві недоліки: в них відсутнє програмоване керування температурою повітря кожного приміщення в різні періоди доби (зниження температури при відсутності людей або в нічний період, коли доцільно знижувати температуру повітря, та завчасне підвищення температури перед приходом людей). Тому необхідне постійне втручання в регулювання температури повітря приміщення споживача, що не дає належного енергозберігаючого ефекту.

За допомогою вищевказаних способів регулювання та обліку, неможливо виконати одночасне автоматичне регулювання та обчислення теплової енергії від опалювальних приладів, які знаходяться в кожному приміщенні окремо на кількох стояках.

Одним з головних рішень, направлених для скорочення витрати теплової енергії на теплопостачання громадських споруд, підвищення в них теплового комфорту, приведення в порядок в системах розрахунку за спожиту теплову енергію між поставщиками та споживачами, являється оснащення систем водяного опалення індивідуальними автоматизованими обліково-регулюючими системами.

Аналізуючи вищенаведене пропонується спосіб індивідуального автоматичного регулювання та обліку теплової енергії в системах водяного опалення (далі – спосіб), що забезпечує індивідуальне програмоване

регулювання величини теплового потоку від кожного опалювального приладу, в залежності від потреб споживача або інших збуджуючих факторів та вимірювання теплового потоку, а відтак і витрати використаної теплової енергії від опалювальних приладів. При цьому виключається необхідність вимірювання витрати теплоносія та з'являється можливість використання даного способу у при довільних конфігураціях систем водяного опалення.

На рис. 2 схематично подано спосіб в опалюваних приміщеннях 1 та 2, які розділені перегородкою 3 та оснащені однотрубною вертикальною системою опалення. Спосіб включає в себе: датчики температури повітря 4 приміщення, стояки системи опалення 5 з подавальними 6 та зворотними 10 підводками та датчики температури 8 вхідної та 11 вихідної води з опалювальних приладів 9. На подавальних підводках розташовані регулювальні клапани 7. Подавальні та зворотні підводки з'єднані байпасами 12. Датчики температури 4, 8, 11 та регулювальні клапани 7 зв'язані кабелями 13 з контролером 14.

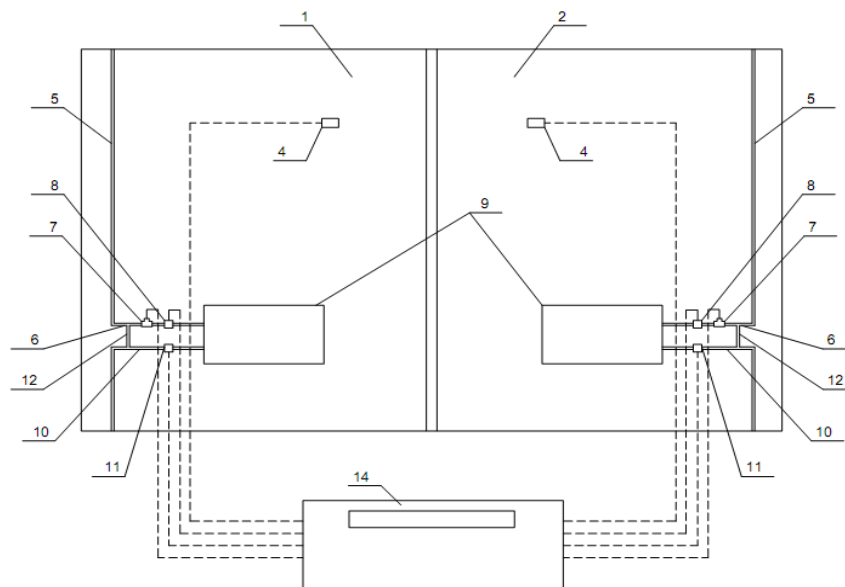


Рис. 2. Схема індивідуального автоматичного регулювання та обліку теплової енергії в системах водяного опалення

Визначення спожитої теплової енергії від опалювальних приладів здійснюється наступним чином.

В контролер при його програмуванні вносяться дані про всі опалювальні прилади, усіх опалюваних приміщень помешкання або іншої частини будинку, в межах якого здійснюється облік теплоти.

До цих даних відносяться: тепловіддача секції або модулю опалювального приладу  $q_n$ , при нормованій величині температурного напору  $\Delta t_n$  (за даними виробника опалювальних приладів); кількість секцій або модулів опалювальних приладів  $n$ ; експонент графічної характеристики  $m$  (за даними виробника опалювальних приладів); коефіцієнт  $\beta$ , що враховує схему розміщення опалювальних приладів.

На основі даних від датчиків температури 4, 8, 11 в контролері 14 розраховується фактична величина температурного напору  $\Delta t_n$  для кожного

опалювального приладу 9:

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

де  $t_n, t_{ex}, t_{вух}$  – температура від датчиків 4, 8, 11,  $^\circ\text{C}$ .

Вимірювана величина теплового потоку від опалювального приладу  $Q_{np}$ , в залежності від величини температурного напору  $\Delta t_n$  та інших складових, має вигляд:

$$Q_{np} = q_n n \beta [((t_{ex} + t_{вух})/2 - t_n)/\Delta t_n]^m, \text{ Вт}, \quad (3)$$

За виразом (3) програмується алгоритм роботи контролера.

Дані датчиків 4, 8, 11 комутуються на контролер 14 через певний невеликий проміжок часу (15...20 с). Результати розрахунків величини теплового потоку від кожного опалювального приладу, інтегруються за відомими методиками, в результаті чого можна одержати дані про сумарну кількість використаної теплової енергії протягом заданого проміжку часу.

Спосіб індивідуального автоматичного регулювання та обліку теплової енергії в системах водяного опалення, одночасно з вимірюванням, здійснює регулювання витрати теплової енергії від опалювальних приладів 9 від одного контролера 14 та забезпечує необхідну температуру повітря в приміщеннях 1 і 2.

При програмуванні контролера 14 попередньо, в його програматор, вносяться необхідні величини температур повітря приміщень 1 та 2. Контролер 14 збирає дані від датчиків температур повітря опалюваних приміщень 1 і 2, та при відхиленні температури повітря в обох чи одному з приміщень 1 або 2, від заданих величин на програматорі, дає сигнал на відкриття або закриття відповідному регульовальному клапану 7. Регульовальний клапан збільшує або зменшує кількість теплоносія, що подається в опалювальний прилад та регулює витрату тепла від опалювальних приладів та, відповідно, температуру повітря в опалюваних приміщеннях.

При програмуванні контролера, можна застосовувати багатоденну програму бажаної температури повітря в приміщеннях, від декількох переключень на добу, для кожного приміщення окремо.

Експериментальні дослідження визначення теплового потоку за даним способом з використанням вільнопрограмуючого контролера моделі «CADET freemaх» з датчиками температури теплоносія (моделі STw-03) та температури повітря (моделі ST-02) виготовленими на фірмі «Раут-автоматік» (Україна, м. Київ), та способом, згідно методики [6], в акредитованій лабораторії випробувального центру ДГП СВЦОО на атестованому обладнанні на різних моделях опалювальних приладів (конвектори, радіатори), що виготовлені з різних матеріалів (чавун, сталь, алюміній, біметал) в кількості 34 шт., показали відхилення між показниками, що не перевищують  $\pm 6\%$ .

Надалі продовжуються роботи з визначення можливих корегуючих коефіцієнтів алгоритму роботи контролера та використання датчиків температури з найменшим діапазоном похибки, для більш точного здійснення вимірювань.

Застосування способу вимірювання та регулювання величини теплового потоку від опалювального приладу дасть можливість споживачам більш точно

та досконало забезпечувати облік спожитої теплової енергії, в будівлях з багатоввідною системою подачі теплової енергії в приміщення, при будь-яких конфігураціях водяного опалення, а також, одночасно, від одного контролера, при його попередньому програмуванні, здійснювати автоматичне регулювання витрати теплової енергії в окремих опалюваних приміщеннях, тим самим забезпечуючи необхідну з гігієнічної точки зору температуру повітря, застосовуючи багатоденну програму бажаної температури від декількох переключень на добу, при цьому автоматично знижувати температуру повітря в опалюваних приміщеннях, при відсутності людей, в нічні години і т.п., а також, завчасно встановлювати необхідну температуру до прибуття людей.

Такий спосіб вимірювання та регулювання величини теплового потоку від опалювального приладу не потребує реконструкції існуючих теплових мереж в будівлях та слугуватиме об'єктивним економічним стимулом для локального споживача з метою виконання ним різноманітних заходів щодо економії теплової енергії.

### **Література**

1. *Карташев В. и др.* Механизмы усовершенствования учета энергоресурсов в ЖКХ: АКВА-ТЕРМ № 2: – К.: 2009.-С.16-19.
2. *Пирков В.В.* Особливості проектування сучасних систем водяного опалення: Такі справи: – К. 2003. – 170 с.
3. *Горомосов М.С.* Микроклимат жилищ и его гигиеническое нормирование: Стройиздат:– М. 1960. – 421 с.
4. *Сабашук П.П.* Реформування, модернізація та розвиток комунальної енергетики України/ Інформаційно-аналітичний довідник Енергозбереження в регіонах: Українські енциклопедичні знання – К. 2004. – С.46-47.
5. *Справочник.* Измерения в промышленности. Способы измерения и аппаратура: Металлургия: – М.: 1990. – 384 с.
6. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде.: *Бершидский Г.А., Сысин В.Й., Сотченко В.А.*: НИИСТ:- М. 1984. – 26 с.

### **Аннотация**

Предложен способ, который обеспечивает индивидуальное автоматическое регулирование и учет тепловой энергии в системах водяного отопления, при произвольной конфигурации систем водяного отопления помещений, в зависимости от температурных возбуждений и потребностей потребителя. Список лит.: 6 названий.

### **Annotation**

Given method provides individual automatic control and calculation of thermal energy in water heating systems for an arbitrary configuration of water heating systems for apartments, depending on the thermal excitations and consumer needs. Reference list: 6 names.