

ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН ПРИ ОБЛІКУ ВОДНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

В роботі розглядаються приклади обліку водної та теплової енергії, а також здійснено аналіз найпоширеніших методів вимірювання механічних величин при обліку водної та теплової енергії, де теплоносієм служить вода.

Запропоновано альтернативний метод вимірювання кількості теплової енергії індивідуальним споживачам теплової мережі вертикальної розводки.

Ключові слова: енергозбереження, комерційний облік, метод, система, теплостачання, тепла енергія, площа, час, маса, витрата.

L.V. KUZMYCH

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne.

MEASUREMENT OF MECHANICAL VALUES IN WATER AND HEAT ACCOUNTING

The examples of accounting of water and heat are considered; the analysis of the most common methods of mechanical quantities measuring into account of water and heat (the coolant is water) is done.

An alternative method of measuring the amount of heat to individual consumers of vertical heat network wiring is proposed.

Keywords: energy, accounting method, system, heat, heat energy, space, time, mass, cost.

Вступ

Розвиток економіки будь-якої держави в багатьох аспектах залежить від рівня ефективності державної політики щодо енерго- та ресурсозбереження, спрямованої на вирішення однієї з ключових проблем соціально-економічного розвитку країни — нераціонального використання визначальних для належного функціонування суспільства ресурсів: палива, енергії та питної води.

Існуючі на сьогодні проблеми нераціонального використання водних та паливно-енергетичних ресурсів передовсім потребують запровадження таких інструментів їх вирішення, які могли дати необхідний позитивний ефект у короткий строк за відносно незначних фінансових витрат. Одним з таких інструментів є запровадження обов'язкового комерційного обліку теплової енергії, послуг з централізованого водопостачання, комунальних послуг, який дозволить значно заощадити ресурси та, відповідно, кошти споживачів. Причиною виникнення такої економії є насамперед невідповідність існуючих норм споживання фактичним показникам. Однак на сьогодні стан оснащення вузлами обліку об'єктів споживання продукції, що реалізується в комунальній сфері, є вкрай незадовільним.

Міжнародні інституції в аналітичних доповідях щодо обов'язкових умов виробництва, транспортування та постачання теплової енергії наполягають на повному обліку ресурсів на всіх етапах поводження з енергією [1]. Зазначені рекомендації ґрунтуються на досвіді пострадянських країн, які нехтували цим та безповоротно втратили систему централізованого теплостачання. Саме облік ресурсів забезпечує прозорість і формує внутрішні стимули у споживача до регулювання теплоспоживання, і як наслідок, заощадження витрат.

Особливо гостро сьогодні стоїть питання обліку теплової енергії, оскільки кількісні затрати енергетичних ресурсів, наприклад, у сучасному житловому секторі розподіляються наступним чином: приготування їжі – 6%, гаряча вода – 11%, освітлення і використання різних пристроїв та побутової техніки – 11%, опалення – 72% [2]. Отже, заощадження енергетичних ресурсів в житлово-комунальному господарстві залежить, в першу чергу, від економії в галузі теплостачання, де найзатратнішою часткою є багатопверхові (багатоквартирні) будівлі.

Виклад основного матеріалу

На сьогодні, оплата за опалення становить значну частину оплати за житло. Українські споживачі енергоресурсів, переважно, платять не за реально спожитою кількістю теплової енергії, а за нормовану у відповідності до КТМ 204 України 244-94 «Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні», згідно якого кількість спожитої теплової енергії визначається:

$$Q_i = k \cdot S_i, \quad (1)$$

де Q_i – кількість використаного тепла i -тим споживачем;

k – норма споживання теплової енергії на обігрівання 1 м^2 за нормований період часу;

S_i – площа приміщення i -того споживача.

Норми споживання теплової енергії на обігрівання 1 м^2 встановлюються для окремих регіонів на основі розрахунків витрат тепла за попередні роки. Річні потреби тепла на опалення визначають за окремими формулами, результат розрахунків залежить від зовнішньої температури в опалювальний період, тривалості опалювального періоду, кількості годин роботи систем опалення на добу, тощо.

Така методика не мотивує споживача до зниження енергоспоживання. Виробники ж енергоресурсів, окрім прямих витрат теплової енергії до її вартості, яку сплачують споживачі, включають також витрати на компенсацію втрат трубопроводами та інженерними спорудами теплових мереж, експлуатаційні витрати, у тому числі й на технічне обслуговування.

Отже, житловий фонд України є основним об'єктом уваги з точки зору обладнання його засобами обліку витрат та регулювання споживання води й теплової енергії. Він є складною структурою, що пов'язана з різними формами власності, розподілом між багатьма відомствами та містами й селами, має багато типів будинків і квартир.

У випадку встановлення загально - будинкових засобів обліку теплової енергії індивідуальний споживач оплачує послуги згідно показників пропорційно опалюваній площі (або об'єму) квартири. Тоді кількість спожитої теплової енергії окремим споживачем Q_i знаходиться так:

$$Q_i = Q_{\text{овд}} \cdot \frac{S_i}{S}, \quad (2)$$

де $Q_{\text{овд}}$ – кількість теплової енергії, за показами будинкового теплового лічильника;

S_i – за певний період часу; площа приміщення i -того споживача;

S – площа всього будинку.

Як свідчить практика, саме за допомогою загально - будинкових засобів обліку теплової енергії індивідуальні споживачі сплачують, в середньому, на 20% менше, ніж до встановлення засобів обліку. Строк окупності улаштування таких засобів обліку для 5-поверхових багатоквартирних будинків – 2 сезони, а для 9 - поверхових багатоквартирних будинків становить, в середньому, 1 сезон [3].

Цей спосіб є більш достовірним щодо загальнобудинкового використання теплової енергії, ніж нормований, але що стосується окремих споживачів, то в ньому не враховуються індивідуальні теплотехнічні характеристики кожного приміщення та його опалювального обладнання.

При способі визначення витрат тепла відповідно до витрати теплоносія в системі опалення вимірюється інтегральна кількість теплової енергії Q , віддана квартирою чи окремим опалювальним пристроєм за деякий проміжок часу

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

де t_1 – момент часу, що відповідає початку вимірювання;

t_2 – момент часу, що відповідає закінченню вимірювання.

Аналітичний вираз для визначення Q є відомий і достатньо вивчений [4]:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} q(t) dt, \quad (3)$$

де $q(t)$ - теплова потужність, що відповідає кількості тепла за одиницю часу t (Вт, Дж/с).

Теплова потужність визначається залежністю:

$$q(t) = m(t) \cdot h(t), \quad (4)$$

де $m(t)$ - маса теплоносія, що витрачається для обігрівання квартири, кімнати чи окремого теплового пристрою, кг;

$h(t)$ - питома ентальпія теплоносія, Дж/кг.

Тоді для мереж тепlopостачання, де є повернення охолодженого теплоносія до тепловиробників або передання його наступним споживачам вираз (3) набуває наступного вигляду:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} m(t) (h_{np}(t) - h_{ze}(t)) dt, \quad (5)$$

де $h_{np}(t)$, $h_{ze}(t)$ – питома ентальпія теплоносія відповідно в прямому та зворотному трубопроводах, Дж/кг.

Тепловий лічильник обчислює теплову енергію, як інтеграл, одним із відомих числових методів.

Класичний облік теплової енергії здійснюється за допомогою вузла - комплексу механізмів, що включають в себе механічні або електронні пристрої. Вони припускають контроль, реєстрацію основних показників носіїв тепла.

Набір модулів призначений для встановлення в місці введення теплової енергії в будівлю. У нього входять: прилади, що забезпечують облік витрат тепла, які змінюють тиск, температуру, а також обчислювач. Основне їхнє призначення - визначення усієї кількості спожитого тепла на будинок.

Теплова енергія визначається шляхом вимірювання об'єму носія теплоти, температури і тиску. За допомогою обчислювального пристрою обчислюється витрата теплоносія.

На сьогоднішній день існують і мають застосування (у відсотковому значенні) наступні методи вимірювання витрати теплоносія:

- 1) змінного перепаду тиску – 27%;
- 2) електромагнітний – 17%;

- 3) ультразвуковий – 16%;
- 4) турбінний – 14%;
- 5) термоанемометричний – 10%;
- 6) вихровий – 7%;
- 7) інші – 9%.

Зарубіжний і вітчизняний досвід використання різного типу приладів обліку тепла (теплова мережа горизонтальної розводки труб), індикаторів витрат теплоти (горизонтальна і вертикальна розводка труб) - показують, що незалежно від типу використовуваних приладів вони виконують роль «приладів для реєстрації пропорційної частки кожного індивідуального споживача»[1,5,6,7].

Для успішної організації індивідуального обліку тепла в житловому будинку необхідно використовувати схему розрахунку квартирної оплати за опалення, що враховує як свідчення приладів, встановлених в квартирах, так і свідчення загального лічильника тепла, що є в цьому випадку єдиним комерційним приладом обліку. Схема перерахунку є процедурою розподілення загальнобудинкового споживання, зареєстрованого загальним лічильником теплової енергії, між індивідуальними споживачами в житловому будинку.

Проблема в енергозбереженні багатоквартирних будинків з вертикальною розводкою внутрішньобудинкових інженерних систем опалення полягає в тому, що при такій розводці спосіб вимірювання та обліку не завжди є ефективним, оскільки, по-перше, не дає можливості коректного вимірювання теплової енергії в тому чи іншому приміщенні в залежності від оснащення його теплогенеруючими елементами, а по-друге, не дає можливості регулювати кількість теплової енергії в різних приміщеннях.

Для більш коректного і зручного комерційного обліку теплової енергії пропонується використання методу вимірювання теплової енергії на основі різниці температури теплоносія в подавальному (прямому) і зворотному трубопроводах, температури навколишнього середовища та обчислень на основі виміряних та внесених параметрів спожитої кількості теплової енергії в теплообчислювачі.

На основі відомих характеристик обігріваного приладу (за даними виробника), застосовуємо наступний метод для визначення спожитої кількості теплової енергії [7,8,9]:

$$P_{Ges.} = (P_{HK} + P_{Rohr})$$

$$P_{Ges} = P_{Norm} \left[\frac{\frac{T_V - T_R}{T_V - T_{Luft}}}{\frac{T_R - T_{Luft}}{49,83}} \right]^n + \left[C * A \left(\frac{T_V + T_R}{2} - T_{Luft} \right) \right], \quad (6)$$

де T_V - температура трубопроводу, що подає [$^{\circ}C$];
 T_R - температура зворотного трубопроводу [$^{\circ}C$];
 T_{Luft} - температура повітря в приміщенні [$^{\circ}C$];
 P_{Ges} - сумарна спожита потужність [W];
 P_{HK} - тепловий потік опалювального приладу [W];
 P_{Rohr} - тепловий потік трубопроводів [W];
 P_{Norm} - нормована тепловий потік опалювального приладу [W];
49,83 - середня логарифмічна температура при нормованих умовах.

C = коефіцієнт теплопередачі: $\left[\frac{W}{m^2 K} \right]$

A = площа поверхні трубопроводів [м²]

n = експонента кривої потужності різних типів опалювальних приладів, за даними виробника

Висновки

Оскільки загальнобудинковий обліковий спосіб не враховує індивідуальні теплотехнічні характеристики кожного приміщення та його опалювального обладнання, необхідно здійснювати оплату теплової енергії за показниками індивідуальних поквартирних тепло лічильників. Такий підхід є найбільш об'єктивним і таким, що стимулює мешканців і власників приміщень до ефективного та ощадливого споживання теплової енергії.

Література

1. International Bank for Reconstruction and Development (2012), "Modernization of the district heating system in Ukraine: Heat Metering and Billing implementation based on its actual consumption", available at: <http://siteresources.worldbank.org/UKRAINE/INUKRAINE/INIA/INIANE/INIANEX/INTN/re سور ce s/ 45 56 80 - 1 33 21 ->

79461564/UkraineDHreportUKR.pdf (Accessed 10 July 2014).

2. Кузьмич Л.В. Сучасні вимоги енергозберігаючої політики щодо механічних вимірювань витрат води та теплової енергії. Вісник НУВГП. Зб.наук. праць, випуск 2 (64), Рівне, 2016.
3. Кузьмич Л.В. Особливості вимірювання кількості енергоресурсів на теплове постачання в Україні. Вісник інженерної академії України. Випуск 2. Київ-2016.
4. В.С. Каханович. Измерение расхода вещества и тепла при переменных параметрах. Москва: "З", 1970, 168 с.
5. Thermal Modeling of a Solar Water Collector Highly Building Integrated, F. Motte, C. Cristofari, G. Notton. Excerpt from the Proceedings of the 2011 COMSOL Conference in Stuttgart, Germany.
6. Кузьмич Л.В. Сучасні тенденції створення приладових систем вимірювання механічних величин. Збірник наукових праць ОДАТРА, Випуск 1(8). Одеса- 2016.
7. Методика распределения общедомового потребления тепловой энергии на отопление между индивидуальными потребителями на основе показаний квартирных приборов учета теплоты. МДК 4-07.2004 / ООО «Витера Энергетический сервис», ЗАО «Данфосс». – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 24 с.
8. Федянин В.Я. Распределение общедомового потребления тепловой энергии между индивидуальными потребителями // Энергосбережение. – 2010. - №5. - С. 6 – 12.
9. Методика определения номинального теплового потока отопительных приборов при теплоносителе воде / Г. А. Бершидский, В. И. Сасын, В. А. Сотченко. – М. : НИИСантехники, 1984.

References

1. International Bank for Reconstruction and Development (2012), "Modernization of the district heating system in Ukraine: Heat Metering and Billing implementation based on its actual consumption", available at: <http://siteresources.worldbank.org/UKRAINE/INUA/NEXTN/research/455680-13321-79461564/UkraineDHreportUKR.pdf> (Accessed 10 July 2014).
2. L.Kuzmych. Modern requirements of energy-saving policy for mechanical measuring of water flow and heat energy. Bulletin NUWEE. Volume 2 (64), Rivne, 2016.
3. L.Kuzmych. Features of measuring the amount of energy to heat supply in Ukraine. Journal of Engineering Academy of Ukraine. Volume 2. Kyiv 2016.
4. V.S. Kahanovych. Measurement of substance cost and heat with variable parameters. Moscow: "", 1970, 168 p.
5. Thermal Modeling of a Solar Water Collector Highly Building Integrated, F. Motte, C. Cristofari, G. Notton. Excerpt from the Proceedings of the 2011 COMSOL Conference in Stuttgart, Germany.
6. L.Kuzmych. Current trends of creating instrument measuring of mechanical quantities. ODATRYA Collected Works, Volume 1 (8). Odessa-2016.
7. Method of apportionment consumption of heating energy to consumers based accounting devices. MDT 4-07.2004 / ООО "wiped SERVICE power machinery" JSC "Danfoss". - M. : FSUE LAC, 2004. - 24 p.
8. V.Fedyanyn. Distribution of consumption of thermal energy between consumers. Energy-saving. - 2010. - №5. - P. 6 - 12.
9. The method for determining nominal heat flux of heat devices / GA Bershydskyy, VI Sasyyn, VA Sotchenko. - Moscow: NYYSantehniki, 1984.

Рецензія/Peer review : 20.10.2016 р.

Надрукована/Printed : 10.11.2016 р.

Стаття рецензована редакційною колегією