

УДК 631.31

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ВІДПУСКУ ТЕПЛОТИ

А. Г. Колієнко, кандидат технічних наук, професор

Національний університет «Полтавська політехніка

імені Юрія Кондратюка»

Т. Т. Супрун, кандидат технічних наук

Інститут технічної теплофізики НАН України

О. В. Шеліманова, кандидат технічних наук доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: shelemanova@ukr.net

Анотація. Регулювання теплопостачання повинно забезпечувати високу енергоефективність централізованих систем теплопостачання (ЦСТ) загалом, знижуючи питомі показники вироблення і відпуску теплоти та підтримуючи нормований тепловий режим приміщення при будь-яких змінах зовнішньої температури, інсоляції, інфільтрації та тепловиділень.

Зазвичай процеси центрального регулювання ЦСТ на джерелах тепла і споживачах тепла розглядаються окремо: не тільки технічно, а й організаційно. У зв'язку з цим пропозиція щодо спільного розгляду центрального та місцевого регулювання теплопостачання є актуальною та корисною. Запропоновані рішення дозволяють підвищити ефективність існуючих ЦСТ на етапі переходу на сучасні варіанти їх реалізації, при яких блоки теплорегуляції розташовуються біля входу в окремі квартири, а отже, ступінь регулювання максимально наближений до автономні системи опалення.

Метою дослідження є комплексне розгляд впливу окремих етапів теплопостачання на загальний ККД ЦСТ.

Найпоширенішим у вітчизняному ЦСТ є метод якісного центрального контролю теплопостачання шляхом зміни температури теплоносія в трубопроводах теплових мереж на виході з джерел тепла. Однак у цього методу є істотний недолік - це неефективне регулювання в період скорочення температурного графіка при спільному навантаженні на опалення і гарячу воду. Робота в цей період призводить до значного перегріву в приміщеннях і непродуктивних тепловтрат. Непроодуктивні втрати тепла через неналежне регулювання при зниженні графіка тепловиділення досягають до 18 % теплового потенціалу використовуваного палива.

Запропоновано введення комбінованого кількісного та якісного регулювання, при якому до температури відсікання температурного графіка регулюється виділення тепла шляхом зміни температури теплоносія, а після відсікання здійснюється перехід до кількісного центрального регулювання.

Розроблено практичні рекомендації щодо впровадження такого регулювання.

Комбіноване центральне регулювання забезпечує можливість надання послуг гарячого водопостачання протягом усього опалювального періоду, уникає гідравлічної та теплової дерегуляції систем та забезпечує оптимальні умови для роботи теплогенераторів, зниження споживання енергії та значне підвищення загальної ефективності ЦСТ.

Ключові слова: *теплопостачання, централізовані системи, економія енергії, ефективність, регулювання теплового навантаження*

Актуальність. Регулювання відпуску теплоти повинно забезпечувати високу енергетичну ефективність високу енергетичну ефективність роботи централізованих систем теплопостачання (ЦСТ) в цілому, зменшення питомих показників вироблення та відпуску теплоти. Однак ці цілі підпорядковані завжди більш високої меті, а саме - підтриманню нормованого теплового режиму приміщень за будь-яких змін температури зовнішнього повітря, інсоляції, інфільтрації і тепловиділень.

Значні втрати енергії в зв'язку з низькою ефективністю систем регулювання на етапах вироблення, транспортування та відпуску теплоти в ЦСТ є однією з актуальних проблем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Загальновідомі недоліки центрального якісного регулювання відпустку теплової енергії на джерелах теплоти [1]. Істотними є також втрати енергії при місцевому регулюванні теплового потоку у будинках, у тому числі і з причин недосконалості абонентських вузлів вводу в споживачів теплоти, а також пристроїв для регулювання роботи нагрівальних приладів систем опалення.

Зазвичай процеси центрального регулювання ЦСТ на джерелах теплоти і в споживачів теплоти розглядаються окремо: не лише технічно, а й організаційно. Хоча очевидно, що загальна мета - досягнення необхідного мікроклімату в приміщеннях об'єднує їх так само міцно, як міцно з'єднані в один комплекс процеси генерації, транспортування та відпуску теплоти в ЦСТ [2, 3, 4].

Як правило, системи центрального і місцевого регулювання ЦСТ є антагоністами. Найчастіше реалізація заходів для підвищення енергетичної ефективності будівель випереджає та спричиняє зміни в системах централізованого теплопостачання.

Термомодернізація будівель призводить до зменшення теплового потоку на опалення та гаряче водопостачання будинків. Таким чином, збільшується несприятливий для джерел теплоти розрив між встановленою тепловою потужністю генераторів теплоти і приєднаним тепловим навантаженням. Оснащення частини споживачів, підключених до теплової мережі ЦСТ, автоматизованими індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) з погодним регулюванням викликає появу у системі споживачів з різним необхідним тиском теплоносія на ввіді до будинків, а наявність регуляторів перепаду тиску в ІТП - порушення гідравлічності та теплової стійкості системи у будинках без автоматизованих ІТП. З іншого боку - автоматичне місцеве якісне регулювання в автоматизованих ІТП кількості теплоносія, що надходить у абонентські системи опалення, призводить до суттєвих ускладнень роботи джерел теплоти. У перехідні періоди року масове спрацювання регуляторів температури призводить до суттєвого скорочення витрат теплоносія в теплових мережах.

У зв'язку з цим пропозиція спільного розгляду питань центрального і місцевого регулювання відпуску теплоти є актуальною і корисною. Запропоновані рішення можуть сприяти підвищенню ефективності існуючих ЦСТ на етапі переходу до сучасних варіантів їх реалізації, за яких вузли регулювання відпуску теплоти розміщуються на ввіді до окремих квартир, і таким чином, за ступенем регулювання ЦСТ максимально наближається до автономних систем опалення [5].

Мета дослідження – комплексно розглянути вплив окремих етапів теплопостачання на загальну ефективність роботи ЦСТ.

Матеріали та методи дослідження. Найбільш поширеним у вітчизняних ЦСТ є спосіб якісного центрального регулювання відпуску теплоти шляхом зміни температури теплоносія в трубопроводах теплових мереж на виході із джерел теплоти. Але у цього способу є істотний недолік – це неефективне регулювання в період зрізки температурного графіку при спільному навантаженні на опалення і гаряче водопостачання.

У цей, доволі тривалий, період часу регулювання шляхом зміни температури теплоносія стає неможливим у зв'язку з необхідністю підтримання постійної

температури теплоносія в подавальному трубопроводі близько 60 - 65 °С, що необхідно для генерації гарячої води санітарно-технічних потреб з температурою близько 50 - 55 °С.

Авторами [6] показано, що робота в період зрізки температурного графіку призводить до значних перетопів у будинках і непродуктивних втрат теплоти.

При цьому зниження температурного графіка відпуску теплоти сприяє зменшенню температури зовнішнього повітря, при якому відбувається злам графіку і збільшення періоду роботи в режимі перетопів. Непродуктивні втрати теплоти в результаті неадекватного регулювання при зниженні графіку відпуску теплоти збільшуються від 1,8 % річного вироблення теплоти до суттєво відчутних 18 % від річного теплового потенціалу палива (рис. 1).

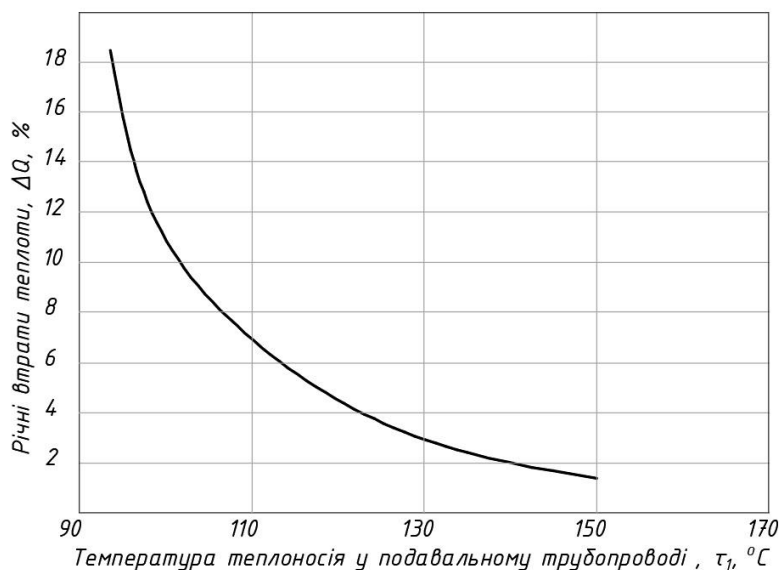


Рис.1.Залежність річних втрат теплоти ΔQ у режимі зрізки температурного графіка від температури у подавальному трубопроводі теплових мереж для кліматичних умов розрахункової температури зовнішнього повітря – 23 °С.

Тепловіддачу нагрівальних приладів систем опалення можна регулювати шляхом зміни:

- температури теплоносія в трубопроводі, що подається із теплової мережі τ_1 ;
- температури теплоносія на вводі в систему опалення t_1 ;
- витрати теплоносія в тепловій мережі на потреби опалення, M ;

- витрати теплоносія, що циркулює в системі опалення (після вузла підмішування) M_{cm} [7].

Але у будь якому разі необхідно дотримуватись деяких обмежень при такому місцевому регулюванні:

- за наявності навантаження на гаряче водопостачання зниження температури гарячого теплоносія у подавальному трубопроводі нижче значень, необхідних для приготування гарячої води згідно санітарних вимог для попередження забруднення води контагенозними інфекційними збудниками вірусного і бактеріального походження не дозволяється (як правило це температура не нижче 60 - 65 °С);

- збільшення витрат теплоносія у абонентській системі M_{cm} обмежено надмірним підвищенням гідравлічного опору абонентських систем опалення і збільшенням величини перепаду тиску теплоносія; а зменшення витрат теплоносія M_{cm} у системах опалення обмежено втратою гідравлічної і теплової стійкості абонентських систем опалення. Ці явища супроводжуються, як правило, непропорційним зміною витрати теплоносія і тепловіддачі у нагрівальних приладах на стояках системи. Наслідком цього є перегрівання одних приміщень і недогрівання інших. Регулювання роботи системи опалення в таких умовах доводиться виконувати, орієнтуючись на приміщення, що знаходяться в найбільш несприятливих теплових умовах. Це викликає перегрів у більшості інших приміщень і перевитрату теплоти на обігрівання будинку в цілому. Витрати теплоносія у абонентських системах при використанні кількісного місцевого регулювання рекомендується зменшувати до величини, що не перевищує 60 % від розрахункових витрат води;

- зменшення температури гріючого теплоносія в системі опалення і в опалювальних приладах шляхом підмішування охолодженого теплоносія в змішувальних пристроях автоматизованих ІТП також має обмеження, пов'язане з непропорційним зменшенням тепловіддачі опалювальних приладів (зменшення вертикальної теплової стійкості). Це відбувається у зв'язку з різним впливом на циркуляційний тиск води її окремої складової у вигляді природного циркуляційного тиску. Цей тиск по різному впливає на опалювальні прилади, що знаходяться на

різній висоті вертикальної системи опалення. Так, для вертикальних однокотлових систем з верхнім розведенням зниження температури води τ_{cm} призводить до відносного зростання тепловіддачі нагрівальних приладів на нижніх поверхах порівняно з верхніми (різниця до 40 %) [8]. Одночасно з цим, зниженням витрат води в стояку найсильніше позначається на зниженні тепловіддачі нижніх опалювальних приладів. Таким чином, оптимальним було б запровадження місцевого змішаного кількісно-якісного регулювання, яке нині не застосовується, навіть у сучасних автоматизованих ІТП з погодним регулюванням (ІТП).

У таких ІТП, приєднаних до теплових мереж за незалежною або залежною схемою, використовується, як правило, принцип якісного регулювання шляхом підмішування охолодженого теплоносія із системи опалення з температурою τ_2 до гарячого теплоносія із теплової мережі з температурою τ_1 . При цьому витрата води, що надходить у систему опалення після вузла змішування, не залежить від витрати в тепловій мережі $M_{cm} = const$. А температура в подавальному трубопроводі теплових мереж τ_1 відрізняється від температури після вузла змішування τ_{cm} : $\tau_1 \neq \tau_{cm}$. Відношення кількості охолодженого теплоносія, що подається на змішування M_o , до витрат теплоносія, що повертається до теплової мережі, називається коефіцієнтом інжекції: $U = M_o / (M_{cm} - M_o)$.

Для абонентських теплових введів, у яких відсутні змішувальні пристрої (змішувальні насоси, або водоструминні елеватори), коефіцієнт інжекції $U = 0$; за наявності таких змішувальних вузлів $0 < U \leq 1$.

Для процесів кількісного місцевого регулювання важливим є збереження теплової стійкості системи абонентських систем опалення. Для виконання практичних розрахунків процесів регулювання використовують залежність відносної витрати теплоносія m від відносної зміни теплового навантаження q :

$$m = q^n. \quad (1)$$

Залежно від виду регулювання значення m приймається:

$n = 0$; $m = 1$ - при якісному регулюванні: витрати води постійні, теплові вузли вводу із змішувальними пристроями;

$n \geq 1; m \leq q$ - при кількісному регулюванні: теплові вузли вводу без змішувальних насосів;

$0 \leq n \leq 1; m \geq q$ - при кількісно-якісному регулюванні.

Таке регулювання виникає, як було показано вище, неминуче, як при зменшенні витрати води в системі опалення, так і при зміні температури теплоносія, за винятком автоматизованих ІТП з електронним управлінням циркуляційних насосів. Це спричинено зміною природного циркуляційного тиску і автоматичною зміною витрат води в опалювальних приладах різних поверхів вертикальної системи опалення. Зміна витрат теплоносія зумовлює також зміну перепаду температур.

Згідно з дослідженнями [8] для двотрубних систем опалення залежність (1) записується у вигляді $m = q^{0,33}$, для однотрубних - $m = q^{0,45}$.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз рівняння теплового балансу теплового потоку, що надходить з теплоносієм до будинку - Q_1 , теплового потоку, що надходить в систему опалення - Q_2 , тепловіддачі опалювальних приладів - Q_3 і витрат теплоти опалювального об'єму - Q_4 з урахуванням обмежень, викладених вище, дає можливість отримати залежності для визначення відносної величини витрат теплоносія m у випадку кількісного центрального регулювання відпуску теплоти для різних температурних графіків залежно від величини відносного теплового навантаження на опалення - q .

Так, наприклад, для випадку кількісного регулювання залежність m від q має вигляд:

$$m = \frac{q}{1 + \frac{\Delta t_{\text{пр}}}{\Delta \tau_o - 0,5 \left(\frac{\tau_{\text{см}} - \tau_{2o}}{2} \right)} \cdot (1 - q^{0,8})}, \quad (2)$$

де $\Delta t_{\text{пр}}$ - розрахунковий перепад температур у нагрівальних приладах;

$\Delta \tau_o$ - розрахунковий перепад температур у тепловій мережі;

$\tau_{2o}, \tau_{\text{см}}$ - температура теплоносія в зворотному трубопроводі теплових мереж і температура після змішувального вузла для розрахункового режиму теплоносія відповідно.

Результати досліджень наведено на рис.2 та рис.3.

Для забезпечення оптимального регулювання теплового навантаження, характерного для середньої температури опалювального періоду (близько 50 % від розрахункової величини), при температурному графіку 115 / 70 °С відносна витрата теплоносія складає близько 30 % від розрахункового. У той же час при навантаженні 20 %, що характерно для початку і кінця опалювального періоду, витрата теплоносія становитиме 10 % від розрахункової величини.

При кількісному регулюванні температура теплоносія в подавальному трубопроводі залишається постійною у всьому діапазоні регулювання. Це повністю вирішує проблему непродуктивних втрат теплоти в період зрізання температурного графіка і неминучих при якісному регулюванні перетопів в перехідний період. До того ж зниження витрат мережного теплоносія різко знизить витрати електроенергії на його транспортування.

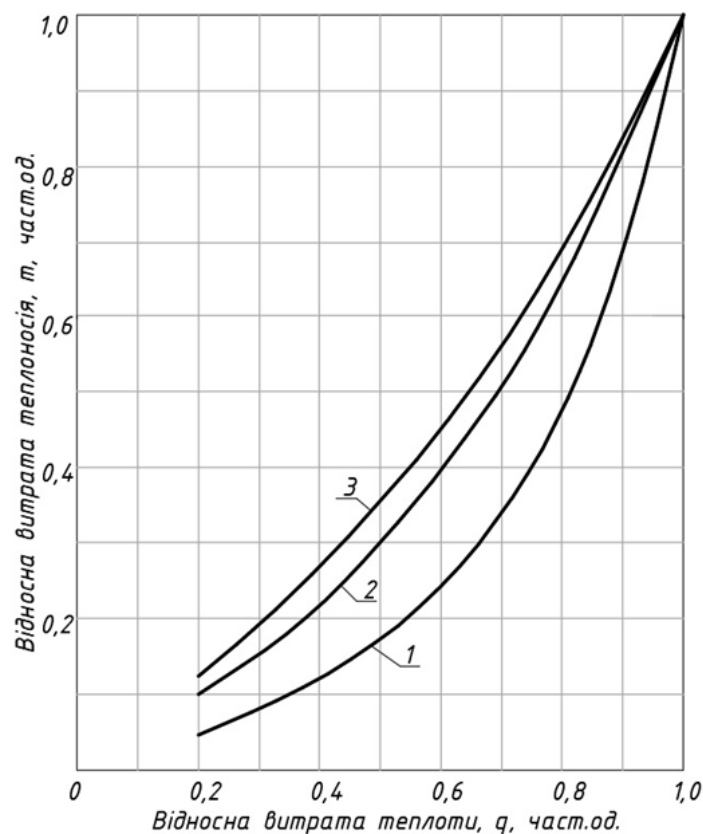


Рис. 2. Графік кількісного центрального регулювання і визначення відносних витрат теплоносія для різних температурних графіків:

1- 90/70 °С; 2- 115/70 °С; 3- 135/70 °С

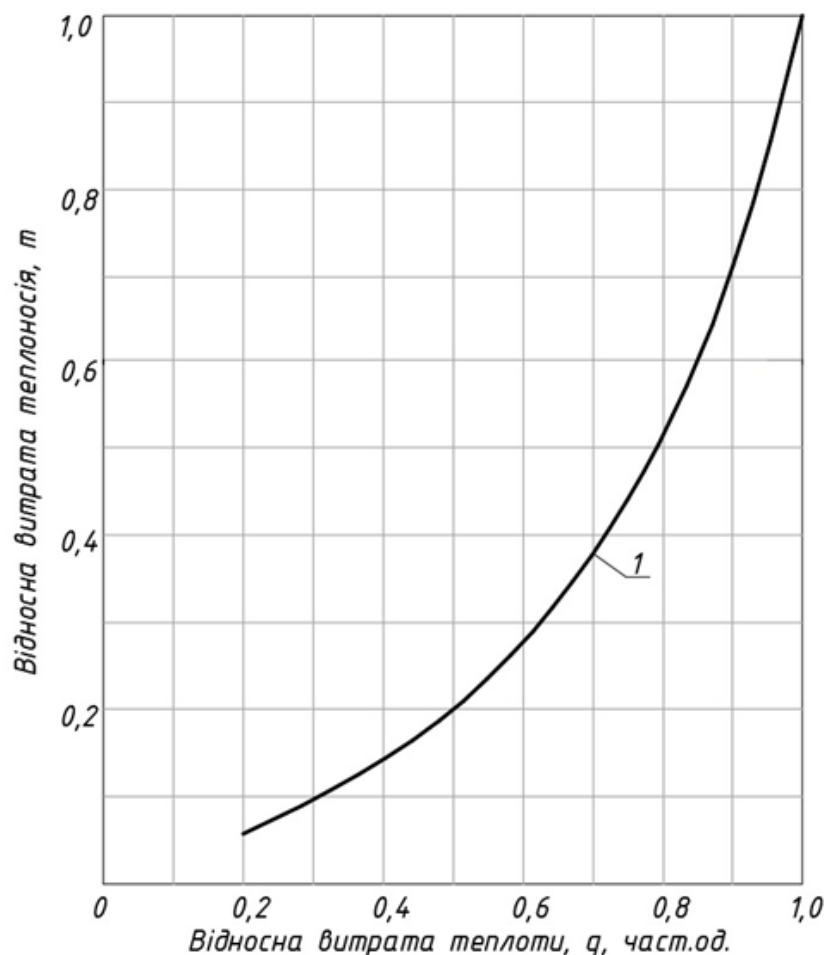


Рис. 3. Графік кількісного регулювання і визначення відносних витрат теплоносія для температурного графіка 80/60 °С

Як було показано авторами [6], перехід на кількісно-якісне центральне регулювання відпуску теплоти, а саме якісне регулювання до температури зовнішнього повітря -8°C та запровадження кількісного регулювання після зрізки температурного графіка дає можливість суттєво зменшити витрати теплоносія після досягнення температури зовнішнього повітря -8°C і, у свою чергу, істотно скоротити потужність електродвигунів мережних насосів.

Можна рекомендувати замість одного мережного насосу встановлювати декілька з меншою одиничною продуктивністю. Таку групу насосів не потрібно оснащувати частотними регуляторами. Вони будуть підключені паралельно і будуть включатися в автоматичному режимі залежно від температури зовнішнього повітря.

Таким чином можна буде здійснити поетапне кількісно-якісне регулювання згідно графіка (рис.4).

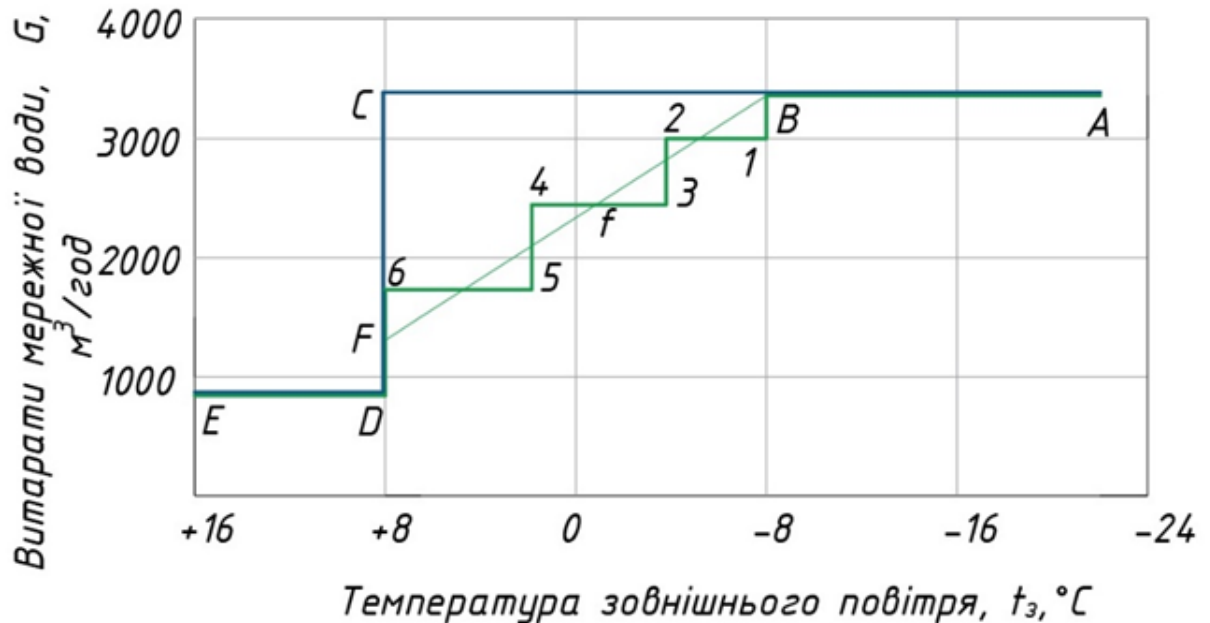


Рис.4. Зміна витрат теплоносія (мережної води) в системі теплопостачання залежно від температури зовнішнього повітря

Основні техніко-економічні показники переходу на кількісно- якісне регулювання для населеного пункту з розрахунковим тепловим навантаженням 100 МВт

Назва показника	Скорочення споживання енергоресурсів		
	теплової енергії, МВт·год	еквівалент природного газу, млн. м ³	електричної енергії, МВт·год
Скорочення непродуктивних втрат теплоти і електричної енергії в результаті переходу на кількісно-якісне регулювання відпуску теплоти	27 560 (14% від річного вироблення теплоти)	2,995	2451 (41 % від споживання електричної енергії в період зрізки температурного графіку)

На графіку лінія АВ123456F - зміна витрати теплоносія при якісно-кількісному регулюванні для каскадної установки з трьох мережних насосів; 1-2 - зона роботи

трьох паралельно включених насосів, 3-4 - зона роботи двох насосів (один насос відключений), 5-6 - зона роботи одного мережного насоса (два насоси відключені), Е-Д зона роботи одного літнього мережного насоса.

Основні показники ефективності впровадження комбінованого регулювання ЦСТ представлено в таблиці.

Висновки і перспективи. У статті показано, що існуючі системи якісного центрального регулювання мають низьку ефективність і суттєві недоліки. Основним із них є значні втрати теплоти в перехідні періоди зрізки температурного графіку відпуску теплоти. Такі втрати теплоти сягають до 18 % від теплового потенціалу використаного палива. Запропоновано впровадження комбінованого кількісно-якісного регулювання, при якому до температури зрізки температурного графіка відпуск теплоти регулюється шляхом зміни температури теплоносія, а після зрізки – здійснюється перехід на кількісне центральне регулювання. Розроблено практичні рекомендації для впровадження такого регулювання.

Потреба у такому регулюванні є органічною потребою для ЦСТ у зв'язку з термомодернізацією будинків - споживачів теплоти і їх оснащенням автоматизованими ІТП. У перехідний період матиме місце автоматичне закривання регуляторів температури у таких ІТП і перехід на центральне кількісне регулювання стане єдиним виходом для ЦСТ.

Комбіноване центральне регулювання разом із груповим регулюванням в ЦТП для будинків із залежною схемою підключення без змішувальних пристроїв у теплових вузлах вводу і без погодного автоматичного регулювання дає можливість уникнути значних непродуктивних втрат теплоти з перетопами, забезпечує можливість надання послуги з гарячого водопостачання протягом усього опалювального періоду, дозволяє уникнути гідравлічного і теплового розрегулювання систем і забезпечує оптимальні умови для роботи генераторів теплоти, у тому числі в конденсаційному режимі, зниження витрати електричної енергії та суттєве підвищення загальної ефективності роботи ЦСТ. Впровадження такого способу регулювання дає можливість зниження витрат електричної енергії та суттєво підвищує загальну ефективність роботи ЦСТ.

Комбіноване регулювання також не позбавлено недоліків, наприклад, змінний гідравлічний режим роботи теплових мереж у період кількісного регулювання і зміна витрат теплоносія. Однак воно має і значні переваги, які обґрунтовано у роботі. Такий метод регулювання доцільний на етапі переходу до «систем централізованого тепло та холодопостачання» з 100 %-им улаштуванням автоматизованих будинкових чи квартирних ІТП з погодним регулюванням в усіх споживачів теплоти ЦСТ.

Список використаних джерел

1. Драганов Б. Х. та ін. Теплотехніка. Київ: ІНК ОС, 2005. 400 с.
2. Pieper H., Ommen, T. S., Markussen, W. B., Elmegaard, B. Optimal usage of low temperature sources to supply district heating by heat pumps. Proceedings of ECOS 2017: 30th International Conference of Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems.
3. Cui, M. H., Wang, X., Liu, J. L. The Analysis of Plate Heat Exchanger in Central Heating Regulation of Indirect Connection Hot Water Heating System. Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 584. pp. 728-731. doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.584-586.728.
4. Чичерін С. В. Оптимізація споживання теплової енергії будівлями: графіки зміни навантаження буднього і вихідного дня. У зб.: Енерго- та ресурсоефективність в інтересах сталого розвитку. Мат. межд. наук. конф. 12-16 листопада, 2018. Томськ. Вид-во Томського політех. ун-ту. С. 58-60.
5. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources (recast) (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union. 21.12.2018.
6. Колієнко А. Г., Шеліманова О. В. Підвищення ефективності регулювання відпуску теплоти в централізованих системах теплопостачання. Енергетика і автоматика. 2020. № 5. С. 81-97.
7. Chicherin S., Volkova A., Lathov E. GIS-based optimisation for district heating network planning. Proc. of 16th International Symposium on District Heating and Cooling (DHC 2018). September 9–12, 2018. Hamburg, Germany. Energy Procedia. Vol. 149.
8. Богословский В. Н., Сканава А. Н. Отопление. М.: Стройиздат, 1991. 736 с.

References

1. Drahanov, B. Kh. (2005). Teplo tekhnika [Thermotechnics]. Kyiv: INKOS, 400.
2. Pieper, H., Ommen, T. S., Markussen, W. B., Elmegaard, B. (2017). Optimal usage of low temperature sources to supply district heating by heat pumps. Proceedings of ECOS 2017: 30th International Conference of Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems.
3. Cui, M. H., Wang, X., Liu, J. L. (2014). The Analysis of Plate Heat Ex-changer in Central Heating Regulation of Indirect Connection Hot Water Heating System. Applied

Mechanics and Materials, 584, 728-731. doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.584-586.728.

4. Chycherin, S. V. (2018). Optymizatsiia spozhyvannia teplovoi enerhii budivliamy: hrafiky zminy navantazhennia budnoho i vykhidnoho dnia [Optimization of thermal energy consumption by buildings: schedules of load change on weekdays and weekends]. In: Enerho- ta resursoefektyvnist v interesakh staloho rozvytku. Mat. mezhd. nauk. konf. 12-16 lystopada, Tomsk. Vyd-vo Tomskoho politekh. un-tu, 58-60.

5. Directive (eu) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources (recast) (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union. 21.12.2018.

6. Koliienko, A. H., Shelimanova, O.V. (2020). Pidvyshchennia efektyvnosti rehuliuвання vidpusku teploty v tsentralizovanykh systemakh teplopostachannia [Improving the efficiency of heat supply regulation in district heating systems]. Enerhetyka i avtomatyka, 5, 81-97.

7. Chicherin, S., Volkova, A., Lathov, E. (2018). GIS-based optimisation for district heating network planning. Proc. of 16th International Symposium on District Heating and Cooling (DHC 2018). September 9–12, 2018. Hamburg, Germany. Energy Procedia. Vol. 149.

8. Bohoslovskiy V. N., Skanavy A. N. (1991). Otoplenye [Heating]. Moscow: Stroiyizdat, 736.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ

А. Г. Колиенко, Т. Т. Супрун, Е. В. Шелиманова

Аннотация. Регулирование теплоснабжения должно обеспечивать высокую энергоэффективность централизованных систем теплоснабжения (ЦСТ) в целом, снижая удельные показатели выработки и отпуска теплоты, поддерживая нормированный тепловой режим помещения при любых изменениях внешней температуры, инсоляции, инфильтрации и тепловыделений.

Обычно процессы центрального регулирования ЦСТ на источниках тепла и потребителях тепла рассматриваются отдельно: не только технически, но и организационно. В связи с этим предложение относительно совместного рассмотрения центрального и местного регулирования теплоснабжения актуально и полезно. Предложенные решения позволяют повысить эффективность существующих ЦСТ на этапе перехода на современные варианты их реализации, при которых блоки теплорегуляции располагаются у входа в отдельные квартиры, а, следовательно, степень регулировки максимально приближена к автономной системе отопления.

Целью исследования является комплексное рассмотрение влияния отдельных этапов теплоснабжения на общий КПД ЦСТ.

Наиболее распространенным в отечественном ЦСТ является метод качественного центрального контроля теплоснабжения путем изменения температуры теплоносителя в трубопроводах тепловых сетей на выходе из источников тепла. Однако у этого метода есть существенный недостаток – это неэффективная регулировка в период сокращения температурного графика при совместной нагрузке на отопление и горячую воду. Работа в этот период приводит

к значительному перегреву в помещениях и непроизводительным теплотерям. Непроизводительные потери тепла из-за ненадлежащей регулировки при снижении графика тепловыделения достигают до 18 % теплового потенциала используемого топлива.

Предложен ввод комбинированного количественного и качественного регулирования, при котором до температуры отсечения температурного графика регулируется выделение тепла путем изменения температуры теплоносителя, а после отсечения осуществляется переход к количественному центральному регулированию.

Разработаны практические рекомендации по внедрению такого регулирования.

Комбинированная центральная регулировка обеспечивает возможность предоставления услуг горячего водоснабжения в течение всего отопительного периода, избегает гидравлической и тепловой дерегуляции систем и обеспечивает оптимальные условия для работы теплогенераторов, снижение потребления энергии и значительное повышение общей эффективности ЦСТ.

Ключевые слова: *теплоснабжение, централизованные системы, экономия энергии, эффективность, регулирование тепловой нагрузки*

OPTIMIZATION OF THE HEAT RELEASE REGULATION SYSTEM

A. Kolienko, T. Suprun, O. Shelimanova

Abstract. *Heat supply regulation should ensure high energy efficiency of district heating systems (DHS) in general, reducing the specific indicators of heat production and release and maintaining the normalized thermal regime of the premises with any changes in outdoor temperature, insolation, infiltration and heat.*

Usually the processes of central regulation of DHS at heat sources and heat consumers are considered separately: not only technically but also organizationally. In this regard, the proposal for joint consideration of central and local regulation of heat supply is relevant and useful. The proposed solutions can increase the efficiency of existing DHS at the stage of transition to modern options for their implementation, in which heat control units are located at the entrance to individual apartments, and thus, the degree of regulation of DHS as close as possible to autonomous heating systems.

The purpose of the study is to comprehensively consider the impact of individual stages of heat supply on the overall efficiency of DHS.

The most common in domestic DHS is a method of high-quality central control of heat supply by changing the temperature of the coolant in the pipelines of thermal networks at the outlet of heat sources. However, this method has a significant disadvantage - it is inefficient regulation during the period of cutting the temperature schedule with a joint load on heating and hot water. Working during this period leads to significant overheating in premises and unproductive heat loss. Unproductive heat losses because of inadequate regulation when lowering the heat release schedule reach up to 18% of the heat potential of the fuel used.

The introduction of a combined quantitative and qualitative regulation is proposed, in which, up to the cutoff temperature of the temperature schedule, the heat release is

controlled by changing the temperature of the coolant, and after the cutoff, the transition to quantitative central regulation is carried out.

Practical recommendations for the implementation of such regulation have been developed.

Combined central regulation ensures the possibility of providing hot water supply services throughout the entire heating period, avoids hydraulic and thermal deregulation of systems and ensures optimal conditions for the operation of heat generators, reduced energy consumption and a significant increase in the overall efficiency of the DHS.

Key words: *heat supply, centralized systems, energy saving, efficiency, heat load regulation*