



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156904** (13) **U**
(51) МПК (2024.01)
F24D 3/02 (2006.01)
F24D 17/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 05100**
(22) Дата подання заявки: **31.10.2023**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **22.08.2024**
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **21.08.2024, Бюл.№ 34**

(72) Винахідник(и):
**Івченко Олександр Володимирович (UA),
Ступін Борис Анатолійович (UA),
Мелейчук Станіслав Станіславович (UA),
Антоненко Сергій Сергійович (UA),
Хованський Сергій Олександрович (UA),
Звягінцев Володимир Леонідович (UA),
Звягінцев Михайло Володимирович (UA),
Мелейчук Олександр Станіславович (UA),
Рясна Ольга Василівна (UA),
Барсукова Ганна Володимирівна (UA)**
(73) Володілець (володільці):
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми,
40007 (UA)**
(74) Представник:
Гудков Сергій Миколайович

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСУ ВІДПУЩЕНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД ТЕЦ, КОТЕЛЬНІ, В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У ВОДЯНИХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ ЗАКРИТОГО ТА ВІДКРИТОГО ТИПУ

(57) Реферат:

Спосіб визначення теплового балансу відпущеної теплової енергії від ТЕЦ котельні в системах центрального тепlopостачання у водяних теплових мережах закритого та відкритого типу, який включає визначення: тепловтрат у водяній тепломережі, шляхом виміру температури теплоносія в тепловій мережі на різних відстанях від джерела тепlopостачання; енергоспоживання на опалення, за показниками теплових лічильників тепла, встановлених в теплових пунктах споживачів; енергоспоживання при постачанні гарячої води, реалізована теплова енергія з системи постачання гарячої води, за показниками лічильників гарячої води, встановленими у споживачів. Додатково до теплового балансу відпущеної теплової енергії додають: тепловтрати в житлових будівлях у приміщеннях загального користування, які визначаються шляхом виміру площі опалювальних нежитлових приміщень та виміру температури в стояках трубопроводів постачання теплоносія або перед нагрівальними приладами в нежитлових комунальних приміщеннях або за показниками теплових лічильників, що там встановлені; теплові втрати в системах гарячого водопостачання, які визначають за показниками теплових лічильників в центральних та індивідуальних теплових пунктах, що встановлені на трубопроводах, які постачають теплоносій та циркуляційних трубопроводах за винятком теплової енергії, яка була використана під час споживання гарячої води, що обчислюються за показниками лічильників гарячої води в квартирах житлових будинків, в комерційних або бюджетних будівлях.

UA 156904 U

Корисна модель належить до галузі теплоенергетики та може бути використана для розвитку муніципальної інфраструктури.

Спосіб визначення теплового балансу відпущеної теплової енергії від ТЕЦ (котельні) в системах центрального тепlopостачання у водяних теплових мережах закритого та відкритого типу (далі - СПОСІБ) ґрунтується на даних щодо тепловтрат у водяних мережах; енергоспоживання споживачами на їх опалення, що також включає в себе енергоспоживання на вентиляцію під час їх опалення (сумарна реалізована тепла енергія, що була спожита на опалення та вентиляцію); енергоспоживання споживачами при постачанні гарячої води (реалізована тепла енергія з системи постачання гарячої води); а також додатково визначені аномальні тепловтрати в житлових будівлях у приміщеннях загального користування та тепловтрат в системах постачання гарячої води під час очікування водорозбору у споживачів.

Відомий нормативний документ [1], який рекомендує обчислювати теплові втрати у водяних теплових мережах через теплову ізоляцію трубопроводів залежно від способу прокладання теплової мережі. Цей нормативний документ ґрунтується на обчисленні теплових втрат у водяній тепловій мережі на всю її довжину, тобто вибудовують тепломережу в одну послідовну магістраль. Насправді, потоки теплоносія розходяться від джерела радіально паралельними тепловими потоками кількох магістралей.

Вказаний нормативний документ не враховує потужність (ентальпію) та зміну потужності (ентальпії) теплового потоку в магістральних та розподільчих водяних теплових мережах (трубопроводах) на зменшення в залежності віддаленості від джерела (ТЕЦ, котельної).

Положення відповідного нормативного документу були відомі і раніше, дивись, наприклад, роботу [2] табл. 6.1 та 6.2. стор 160. Нормативний документ [1] має багато недоліків, наприклад у формулі 7 питомі теплові втрати через теплову ізоляцію трубопроводу водяної теплової мережі вимірюють у Вт/м або Ккал/(м·год.), ті ж одиниці стоять у таблиці 1 і 2 у Вт/м² та Ккал/(м²·год.). В роботі [2] табл. 6.1 та 6.2 мають розмірність Вт/м² та Ккал/(м²·год.), відповідно. Для проведення правильного обчислення за формулою 7 [1], потрібно поміняти місцями значення доданків. За застарілими даними, таблиця 4 [1], де внесені теплові втрати через асфальтову теплову ізоляцію при безканалній прокладці теплової мережі, необхідно додати таблицю теплових втрат через поліуретанову теплову ізоляцію при безканалній прокладці теплової мережі. Ця методика приймає сумарні теплові втрати в теплових мережах за середні. Для перших та середніх споживачів сумарні теплові втрати - мають завищені значення.

Таким чином, нормативний документ [1] розглядає теплові втрати у теплових водяних мережах безсистемно та помилково вважають теплові втрати у житлових будинках як теплові втрати у тепловій мережі.

Відома однотрубна система гарячого водопостачання [3]. У документі [3] показано існуючі теплові втрати в системах гарячого водопостачання житлових будинків та запропоновано технічні варіанти зменшення теплових втрат, але не показано системне значення цих теплових втрат у тепловому балансі відпущеної теплової енергії від джерела.

Відомо, що однотрубна відкрита система тепlopостачання [4] пропонує однотрубну систему тепlopостачання та технічні варіанти зменшення теплових втрат, у тому числі кардинального зменшення скидання гарячої води в каналізацію в кінці системи, але не показує системне місце та порядок зменшення теплових втрат у тепловому балансі відпущеної теплової енергії від джерела.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі є спосіб, описаний у "Норми та вказівки щодо нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні", КТМ 204 [5].

За цим способом тепловий баланс відпущеної теплової енергії від ТЕЦ (котельні) в системах центрального тепlopостачання у водяних теплових мережах закритого та відкритого типу визначають з урахуванням:

- тепловтрат у водяній тепломережі, шляхом виміру температури теплоносія в тепловій мережі на різних відстанях від джерела тепlopостачання (ТЕЦ, котельної);
- енергоспоживання на опалення, за показниками теплових лічильників тепла, встановлених в теплових пунктах споживачів;
- енергоспоживання при постачанні гарячої води (реалізована тепла енергія з системи постачання гарячої води), за показниками лічильників гарячої води, встановлених у споживачів.

В пп. 3.1.7 та 3.1.8 на стор. 41 документа [5] наведено нормовані значення тимчасових середніх норм теплових втрат у водяних теплових мережах, які залежать від протяжності мережі та значень відпущеної теплової енергії від джерела.

Наведені рекомендації середніх параметрів мають дуже завищені значення теплових втрат.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу визначення теплових балансу відпущеної теплової енергії з ТЕЦ, в якому враховані теплові втрати в житлових будівлях у вигляді опалення загальних нежитлових приміщень (приміщення загального користування), теплові втрати в системах гарячого водопостачання споживачів в режимі очікування водорозбору, а також новий спосіб визначення теплових втрат у водяних теплових мережах.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення теплового балансу відпущеної теплової енергії від ТЕЦ, котельні в системах центрального тепlopостачання у водяних теплових мережах закритого та відкритого типу визначення, який включає визначення:

- тепловтрат у водяній тепломережі, шляхом виміру температури теплоносія в тепловій мережі на різних відстанях від джерела тепlopостачання;

- енергоспоживання на опалення, за показниками теплових лічильників тепла, встановлених в теплових пунктах споживачів;

- енергоспоживання при постачанні гарячої води, реалізована теплова енергія з системи постачання гарячої води, за показниками лічильників гарячої води, встановлених у споживачів, згідно з корисною моделлю, додатково до теплового балансу відпущеної теплової енергії додають:

- тепловтрати в житлових будівлях у приміщеннях загального користування, які визначаються шляхом виміру площі опалювальних нежитлових приміщень та виміру температури в стояках трубопроводів постачання теплоносія або перед нагрівальними приладами в нежитлових комунальних приміщеннях або за показниками теплових лічильників, що там встановлені;

- теплові втрати в системах гарячого водопостачання, які визначають за показниками теплових лічильників в центральних та індивідуальних теплових пунктах, що встановлені на трубопроводах, які постачають теплоносієм та циркуляційних трубопроводах за винятком теплової енергії, яка була використана під час споживання гарячої води, що обчислюються за показниками лічильників гарячої води в квартирах житлових будинків, в комерційних або бюджетних будівлях,

а тепловий баланс визначають за формулою:

$$Q_{Tot} = Q_{dis,ls} + Q_{nd,cont} + Q_{DHW,use} + Q_{A,c,u,t,ls} + Q_{A,c,bath,ls},$$

де Q_{Tot} - сумарні відпущена теплова енергія від джерела до житлових, комерційних та громадських будівель, %;

$Q_{dis,ls}$ - тепловтрати у водяних тепломережах, %, що визначається як

$$Q_{dis,ls} = E_{dis,ls} \cdot \frac{L}{100},$$

де $E_{dis,ls}$ - питомі тепловтрати у водяних тепломережах, %;

L - значення довжини водяної теплової мережі від джерела тепlopостачання до середньостатистичного споживача, м.

$Q_{nd,cont}$ - енергоспоживання споживачами на їх опалення, що також включає в себе енергоспоживання на вентиляцію під час їх опалення (сумарна реалізована теплова енергія, що була спожита на опалення та вентиляцію), %;

$Q_{DHW,use}$ - енергоспоживання споживачами при постачанні гарячої води, реалізована теплова енергія з системи постачання гарячої води, %;

$Q_{A,c,u,t,ls}$ - тепловтрати в житлових будівлях у приміщеннях загального користування, %, що визначаються як $\frac{A_{c,ut,tot}}{A_{apartmenttot}} \cdot 100$,

де $A_{c,ut,tot}$ - сумарна площа приміщень загального користування у будівлі, що опалюються, м²;

$A_{apartmenttot}$ - сумарна площа квартир у будівлі, що опалюються, м²;

$Q_{A,c,bath,ls}$ - тепловтрати споживачів в системі постачання гарячої води, %, визначається як

$$\begin{aligned} Q_{A,c,bath,ls} &= EP_{DHW,use} \times K, \\ EP_{DHW,use} &= \frac{Q_{DHW,use}}{Q_{nd,cont}} \cdot 100\% \end{aligned}$$

$EP_{DHW,use}$ - питоме споживання енергії при постачанні гарячої води, %;

K - коефіцієнт значення тепловтрат в системах гарячого водопостачання, який має значення 0,55÷0,7.

Загальними перевагами запропонованого способу є те, що системно до теплових втрат у водяних теплових мережах додають приховані аномальні теплові втрати у житлових будинках у вигляді комунальної теплової енергії та теплових втрат у системах гарячого водопостачання житлових будинків, причому обсяг теплових втрат у водяних теплових мережах зменшують на сумарну величину теплових втрат у житлових будинках. Це говорить про те, що фінансування реновацій мереж потрібно спрямовувати на зниження теплових втрат не лише в теплових мережах, а й у житлових будинках.

Пропоноване рівняння теплового балансу відпущеної теплової енергії від джерела містить повне та системне значення, що показує дві аномалії теплових втрат у споживачів, які наразі віднесено до теплового балансу, як теплові втрати водяної теплової мережі.

Суть корисної моделі пояснюється графіками, де на фіг. 1 представлений графік 1 теплових втрат у водяних теплових мережах відповідно до п. 3.1.8., стор. 41 [5], на фіг. 2 побудовані два робочі графіки 2 і 3 теплових втрат водяних теплових мереж $Q_{dis,ls}$ та два робочі графіки 2А і 3А питомих теплових втрат водяних теплових мереж $E_{dis,ls}$ за даними відповідно до п. 3.1.8., стор. 41 нормативного документу [5], на фіг. 3 представлено графік 3 реальних теплових втрат у водяних теплових мережах та графік 3А реальних питомих теплових втрат у водяних теплових мережах.

Спосіб ґрунтується на визначенні теплового балансу за наступним виразом:

$$Q_{Tot} = Q_{dis,ls} + Q_{nd,cont} + Q_{DHW,use} + Q_{A,c,u,t,ls} + Q_{A,c,bath,ls}, \quad (1)$$

де Q_{Tot} - сумарні теплонадходження (відпущена тепла енергія від джерела) до житлових, комерційних та громадських будівель (далі - споживачі), %;

$Q_{dis,ls}$ - тепловтрати у водяних тепломережах, %;

$Q_{nd,cont}$ - енергоспоживання споживачами на їх опалення, що також включає в себе енергоспоживання на вентиляцію під час їх опалення (сумарна реалізована тепла енергія, що була спожита на опалення та вентиляцію), %;

$Q_{DHW,use}$ - енергоспоживання споживачами при постачанні гарячої води (реалізована тепла енергія з системи постачання гарячої води), %;

$Q_{A,c,u,t,ls}$ - тепловтрати в житлових будівлях у приміщеннях загального користування, %;

$Q_{A,c,bath,ls}$ - тепловтрати споживачів в системі постачання гарячої води, %.

Тепловтрати на комунальну теплову енергію в житлових будівлях визначають за розміром площі опалювальних нежитлових приміщень та за показниками теплових лічильників, що встановлені на стояках трубопроводів постачання теплоносія або перед нагрівальними приладами в нежитлових комунальних приміщеннях.

Теплові втрати в системах гарячого водопостачання визначають за показниками теплових лічильників в центральних та індивідуальних теплових пунктах, що встановлені на трубопроводах, які постачають теплоносієм та циркуляційних трубопроводах за винятком теплової енергії, яка була використана під час споживання гарячої води, що обчислюються за показниками лічильників гарячої води в квартирах житлового будинку, в комерційних та бюджетних будівлях.

За тепловим балансом відпущеної теплової енергії в теплових водяних мережах теплові втрати обчислюються за розробленим графіком (зведеною таблицею даних) та системою математичних рівнянь на всю довжину теплової мережі для середньостатистичного споживача системи теплопостачання за виразом:

$$Q_{dis,ls} = E_{dis,ls} \cdot \frac{100}{100}, \quad (2)$$

де $Q_{dis,ls}$ - питомі тепловтрати у водяних тепломережах, %;

L - значення довжини водяної теплової мережі від джерела тепlopостачання до середньостатистичного споживача, м.

Питомі теплові втрати в водяних теплових мережах є основним індикатором залежності потужності (енергії) та зміну потужності (енергії) теплового потоку в магістральних та розподільних водяних теплових мережах (трубопроводах) від відстані до джерела (ТЕЦ, котельня).

За тепловим балансом відпущена тепла енергія після водяних теплових мереж втрачається в житлових будинках у вигляді комунальної теплової енергії і її обчислюють відповідно до реалізованої теплової енергії цього житлового будинку (будинків) на опалення та вентиляцію за виразом:

$$Q_{A,c,u,t,ls} = \frac{A_{c,ut,tot}}{A_{apartmenttot}} \cdot 100, \quad (3)$$

де $A_{c,ut,tot}$ - сумарна площа приміщень загального користування у будівлі, що опалюються (холи, коридори загального користування, сходи, ліфти та ін.), м²;

$A_{apartmenttot}$ - сумарна площа квартир (приміщень) у будівлі, що опалюються, м²;

У житлових будинках комунальну площу, що опалюється, та опалювальну площу квартир приймають за технічним паспортом будинку (будинків). Для кожної системи центрального тепlopостачання значення комунальних теплових втрат рахують окремо. З експериментальних розрахунків теплові втрати комунальної теплової енергії можуть перебувати в межах 6-13 % у середньому за системою тепlopостачання.

У разі, якщо у всіх житлових будинках будуть встановлені теплові лічильники, із рівняння теплового балансу категорію комунальної теплової енергії (теплових втрат) не буде виключено: по-перше, через наявність житлових будинків пільговиків та відключених від центрального опалення квартир, що перейшли на індивідуальне опалення; по-друге, ці теплові втрати слід зменшувати надалі.

За тепловим балансом відпущена тепла енергія після водяних теплових мереж втрачається в житлових будинках у системах гарячого водопостачання та її значення обчислюють експериментально співвідношенням реалізованої теплової енергії з водорозбірних кранів у системі гарячого водопостачання до сумарної реалізованої теплової енергії в системах опалення та вентиляції цього житлового будинку (будинків) у середньому за опалювальний сезон (опалювальний місяць) за фактом виставлених рахунків за виразом:

$$EP_{DHW,use} = \frac{Q_{nd,cont}}{Q_{DHW,use}} \cdot 100, \quad (4)$$

де $EP_{DHW,use}$ - питоме споживання енергії при постачанні гарячої води, %.

Значення $Q_{DHW,use}$ та $Q_{nd,cont}$ визначають, як сумарне значення показників лічильників гарячої води та тепла (відповідно) у споживачів за період часу прийнятий для обчислень (місяць або опалювальний сезон).

Для виразу (4) значення величин $Q_{DHW,use}$ та $Q_{nd,cont}$ застосовуються в натуральних фізичних одиницях кВт·год. або Гкал.

Значення відношення реалізованих теплових енергій у житлових будинках та спорудах визначаються засобами вимірювальної техніки за час опалювального сезону (опалювального місяця). В системах тепlopостачання теплові втрати у системах гарячого водопостачання експериментально знаходяться в межах 55-70 % від реалізованої теплової енергії з кранів гарячої води. При цьому 70 % характерні для індивідуальних теплових пунктів, дахових котельень і групових теплових пунктів (центральної теплових пунктів) з підключенням одного або двох житлових будинків. Вперше саме у житлових будинках з індивідуальними даховими котельнями методом теплового балансу у травні та вересні місяцях визначено, що теплові втрати у системах гарячого водопостачання будинків перебувають у межах 70 % під час цілодобового водорозбору з кранів гарячої води в режимі його очікування.

В інші літні місяці, коли настають відпустки та канікули у школярів та студентів теплові втрати у системах гарячого водопостачання перевищують 70 % у режимі очікування водорозбору з кранів гарячої води.

За результатами аналізу графіку 1, можна зробити висновок:

По-перше, відсутня прямолінійна залежність тепловтрат від довжини водяної теплової мережі.

По-друге, графік 1 має круте піднесення, чим завищує тепловтрати у водяних теплових мережах.

5 По-третьє, максимального значення тепловтрат у водяній тепломережі (13 %) знаходиться в точці зі значенням довжини теплової водяної мережі близько 2400 метрів, що є досить завищеним значенням для реальних тепловтрат водяної тепломережі.

На фіг. 2 побудовані два робочі графіки 2 і 3 теплових втрат водяних теплових мереж $Q_{dis,ls}$

та два робочі графіки 2А і 3А питомих теплових втрат водяних теплових мереж $E_{dis,ls}$ за даними

10 відповідно до п. 3.1.8., стор. 41 нормативного документу [5], при цьому, за базові значення для графіків 2 і 2А прийнято теплові втрати водяної теплової мережі на відстані 500 метрів (2,9 %) та 1000 метрів (4,8 %) від джерела (від місця встановлення вузла обліку відпущеної теплової енергії). Графіки 3 і 3А, що мають прямолінійну залежність за виразом (2), побудовані на базі розроблених графіків 2 і 2А, а саме знайдені координати точки "А" на 100 метрах водяної

15 теплової мережі, де згідно з виразом (2) $Q_{dis,ls} = E_{dis,ls} = 0,66\%$, з якої будуються (виходять)

графіки 2 і 2А та одночасно прями графіків 3 і 3А. Графік 3 і 3А є більш точними та прийнятними для теплових водяних мереж, а графіки 2 та 2А залишаються неприйнятними та завищеними. Графік 2 досягає 13 % теплових втрат на ділянці теплової мережі в точці "В" на відстані 5555,56 метрів. Кут нахилу верхньої прямолінійної частини графіка 2 є паралельним орієнтиром для

20 побудови реального графіка 3 теплових втрат водяних теплових мереж до перетину з максимальним значенням теплових втрат 13 % в точці "С" на відстані 6955,56 метрів протяжності водяної теплової мережі до середнього споживача системи тепlopостачання, що розглядається.

Таблица 1

Значення показників для графіків 2 та 2А на фіг. 2

Тепловтрати	Довжина теплової мережі (L), м · 10 ²											
	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60	70
Питомі тепловтрати водяних тепломережах ($E_{dis,ls}$), %	0,660	0,640	0,620	0,600	0,58	0,480	0,330	0,280	0,255	0,240	0,217	0,186
Тепловтрати водяних тепломережах ($Q_{dis,ls}$), %	0,66	1,76	2,14	2,52	2,90	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,00	13,00

25 На фіг. 3 представлено графік 3 реальних теплових втрат у водяних теплових мережах та графік 3А реальних питомих теплових втрат у водяних теплових мережах. Підтвердження того, що графік 3 є більш точним і ближче наблизений до реальних значень теплових втрат є те, що графіки 2А і 3А питомих теплових втрат водяної теплової мережі співпадають на відстані

30 теплової мережі в точці "С" зі значення 6955,56 м в одну лінію, а графік 3 та 3А (відповідно, і табл. 2) можна, за потреби, подовжити відповідно до виразу (2).

У разі подовження графіка 3 після досягнення теплових втрат вище 13 % у точці "С" питомі теплові втрати починають зростати, що енергетично неможливо. В реальних умовах питомі теплові втрати енергетично продовжують знижуватися за графіками 2А та 3А. Тому графік 3 не

35 перевищує теплові втрати теплової мережі більше 13 %.

Таблиця 2

Значення показників для графіків 3 та 3А на фіг. 3

Тепловтрати	Довжина теплової мережі (L), м·10 ²											
	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60	70
Питомі тепловтрати водяних тепломережах ($E_{dis,ls}$), %	0,660	0,420	0,340	0,300	0,276	0,228	0,204	0,196	0,192	0,190	0,188	0,186
Тепловтрати водяних тепломережах ($Q_{dis,ls}$), %	0,66	0,84	1,02	1,20	1,38	2,28	4,08	5,88	7,68	9,48	11,28	13

Приклад № 1. Обчислення тепловтрат на житловій будівлі у приміщеннях загального користування

5 Обчислення проводиться відповідно до табл. 7.1 [5].

Загальна опалювальна площа житлової будівлі (A_{Tot}) може бути обчислена за виразом:

$$A_{Tot} = A_{apartment,tot} + A_{c.ut,tot} \quad (5)$$

Визначення реальних енергопотреб для опалення житлової будівлі ($Q_{H.nd}$) в Гкал/рік за виразом:

10 $Q_{H.nd} = A_{Tot} \cdot F_p \quad (6)$

де F_p - коефіцієнт (див. табл. 7.1 [5]), що враховує питоми планове навантаження на 1 м² площі за один рік, Гкал/м²·рік.

Результати обчислення сумарного теплового навантаження житлової будівлі наведено в табл. 3.

15

Таблиця 3

Дані обчислень сумарного теплового навантаження житлової будівлі

Категорія будівлі	Сумарна площа квартир (приміщень) у будівлі, що опалюються ($A_{apartment,tot}$), м ²	Сумарна площа приміщень загального користування у будівлі, що опалюються ($A_{c.ut,tot}$), м ² ;	Загальна опалювальна площа житлової будівлі (A_{Tot}), м ²	F_p , Гкал/м ² ·рік	Реальні енергопотреби для опалення житлової будівлі ($Q_{H.nd}$), Гкал/рік
1-2 поверхові	8857,3	496,0	9353,3	0,422	3947,1
3-4 поверхові	12837,5	918,8	13756,3	0,247	3397,8
5 поверхові та вищі	92771,7	5495,2	98266,9	0,167	16410,6
Усього	114466,5	6910,1	121276,5	0,196	23755,5

Тоді за виразом (3) отримуємо:

$$Q_{A.c.u.t,ls} = \frac{6910,1}{114466,5} \cdot 100 = 6,04 \text{ (\%)}$$

В табл. 4 наведено результати обчислення сумарного теплового навантаження житлових будівель за площами, що залишилися

Таблица 4

Данні обчислень сумарного теплового навантаження житлової будівлі за площами, що залишилися

Категорія будівлі	Сумарна площа квартир (приміщень) у будівлі, що опалюються ($A_{apartment,tot}$), м ²	Сумарна площа приміщень загального користування у будівлі, що опалюються ($A_{c,ut,tot}$), м ² ;	Загальна опалювальна площа житлової будівлі (A_{Tot}), м ²	F_p , Гкал/м ² ·рік	Реальні енергопотреби для опалення житлової будівлі ($Q_{H.nd}$), Гкал/рік
1-2 поверхові	7214,3	496,0	7710,3	0,422	3246,0
3-4 поверхові	11248,7	918,8	12167,5	0,247	3005,4
5 поверхові та вищі	68103,9	5495,2	73599,1	0,167	12291,0
Усього	86566,9	6910,1	93476,9	0,198	18542,4

5 Тоді:

$$Q_{A,c,u,t,ls} = \frac{6910,1}{86566,9} \cdot 100 = 8,0 (\%)$$

Якщо не враховувати площі квартир, що були відключені від загальної теплової водної мережі (отримали індивідуальне опалення) для наведеного прикладу тепловтрати житлових будівель у приміщеннях загального користування підвищилися на величину:

10 $\Delta = 8,0 - 6,04 = 1,96 (\%)$

Таким чином, наведений приклад розрахунків дає можливість обчислити сумарні теплові навантаження житлових будівель після переведення окремих квартир на індивідуальну форму опалення та відключення від загальної теплової мережі.

ПРИКЛАД № 2. Обчислення теплового балансу відпущеної теплової енергії від ТЕЦ (котельної).

Вихідні дані для проведення розрахунків:

$$EP_{DHW,use} = 35 \%$$

$$Q_{dis,ls} = 13 \%$$

$$Q_{DHW,use} = \frac{35\%}{100\%} \cdot Q_{nd,cont} = 0,35 \cdot Q_{nd,cont}$$

20 $Q_{A,c,u,t,ls} = \frac{12\%}{100\%} \cdot Q_{nd,cont} = 0,12 \cdot Q_{nd,cont}$

$$Q_{A,c,bath,ls} = \frac{60\%}{100\%} \cdot Q_{DHW,use} = 0,6 \cdot Q_{DHW,use} = 0,6 \cdot 0,35 \cdot Q_{nd,cont}$$

Тоді вираз (1) прийме наступний вигляд:

$$Q_{Tot} = 13 + (1 + 0,35 + 0,12 + 0,35 \cdot 0,6) \cdot Q_{nd,cont}$$

Тоді:

25 $Q_{nd,cont} = \frac{100 - 13}{1,68} = 51,786 (\%)$

$$Q_{DHW,use} = 0,35 \cdot 51,786 = 18,125 (\%)$$

$$Q_{nd,cont} + Q_{DHW,use} = 51,786 + 18,125 = 69,911 (\%)$$

$$100 - (Q_{nd,cont} + Q_{DHW,use}) = 100 - 69,911 = 30,089 (\%)$$

$$Q_{A,c,u,t,ls} = 0,12 \cdot 51,786 = 6,214 (\%)$$

$$Q_{A,c,bath,ls} = 0,6 \cdot 18,125 = 10,875 (\%)$$

Перевірочне обчислення теплових втрат в водяних теплових мережах:

$$Q_{dis,ls} = 100 - (Q_{nd,cont} + Q_{DHW,use}) - Q_{A,c,u,t,ls} - Q_{A,c,bath,ls}$$

5 $Q_{dis,ls} = 100 - (51,786 + 18,125) - 6,214 - 10,875 = 13 (\%)$

Таким чином, в нормативному документі [1] та законодавчому акті [5] автори вимушено завищували теплові втрати у водяних теплових мережах, тому що теплові втрати у системі центрального теплопостачання розглядали без застосування системного підходу. Це призвело до того, що відпущена теплова енергія не враховувала двох аномальних теплових втрат у житлових будинках.

Джерела інформації:

1. РД 34.09.255-97. Методические указания по определению тепловых потерь водяных тепловых сетях (МУ 34-70-080-84). - [Чинний від 1998-01-01]. Вид. офіц.

2. Довідник з налагодження та експлуатації водяних теплових мереж / В.І. Манюк [та ін.]. - М.: Будвидав, 1982. - 432 с.

3. Система горячего водоснабжения: Авт. свид. СССР 1827502, F24D 17/00 / В.Л. Звягинцев, Т.Г. Звягинцева. - № 4925586; заявл. 08.04.1991; опубл. 15.07.1993, бюл. № 26.

4. Однотрубная водяная система теплоснабжения: Авт. свид. СССР 1795233, F24D 3/02 / В.Л. Звягинцев, Г.Л. Звягинцев - № 4825529; заяв. 14.05.1990; опубл. 15.02.1993; бюл. № 6.

5. КТМ 204 Україна 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. - [Чинний від 1993-12-14]. Вид. офіц. УкрНДІінжпроект.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення теплового балансу відпущеної теплової енергії від ТЕЦ, котельні, в системах центрального теплопостачання у водяних теплових мережах закритого та відкритого типу, який включає визначення:

- тепловтрат у водяній тепломережі, шляхом виміру температури теплоносія в тепловій мережі на різних відстанях від джерела теплопостачання;

- енергоспоживання на опалення, за показниками теплових лічильників тепла, встановлених в теплових пунктах споживачів;

- енергоспоживання при постачанні гарячої води, реалізована теплова енергія з системи постачання гарячої води, за показниками лічильників гарячої води, встановлених у споживачів, який **відрізняється** тим, що додатково до теплового балансу відпущеної теплової енергії додають:

- тепловтрати в житлових будівлях у приміщеннях загального користування, які визначаються шляхом виміру площі опалювальних нежитлових приміщень та виміру температури в стояках трубопроводів постачання теплоносія або перед нагрівальними приладами в нежитлових комунальних приміщеннях або за показниками теплових лічильників, що там встановлені;

- тепловтрати в системах гарячого водопостачання, які визначають за показниками теплових лічильників в центральних та індивідуальних теплових пунктах, що встановлені на трубопроводах, які постачають теплоносієм, та циркуляційних трубопроводах за винятком теплової енергії, яка була використана під час споживання гарячої води, що обчислюються за показниками лічильників гарячої води в квартирах житлових будинків, в комерційних або бюджетних будівлях,

а тепловий баланс визначають за формулою:

$$Q_{Tot} = Q_{dis,ls} + Q_{nd,cont} + Q_{DHW,use} + Q_{A,c,u,t,ls} + Q_{A,c,bath,ls}$$

де Q_{Tot} - сумарна відпущена теплова енергія від джерела до житлових, комерційних та громадських будівель споживачів, %;

$Q_{dis,ls}$ - тепловтрати у водяних тепломережах, %, що визначаються як

$$Q_{dis,ls} = E_{dis,ls} \cdot \frac{L}{100}$$

де $E_{dis,ls}$ - питомі тепловтрати у водяних тепломережах, %;

L - значення довжини водяної теплової мережі від джерела тепlopостачання до середньостатистичного споживача, м;

$Q_{nd,cont}$ - енергоспоживання споживачами на їх опалення, що також включає в себе енергоспоживання на вентиляцію під час опалення, сумарна реалізована теплова енергія, що була спожита на опалення та вентиляцію, %;

$Q_{DHW,use}$ - енергоспоживання споживачами при постачанні гарячої води, реалізована теплова енергія з системи постачання гарячої води, %;

$Q_{A,c,u,t,ls}$ - тепловтрати в житлових будівлях у приміщеннях загального користування, %, що визначаються як

$$Q_{A,c,u,t,ls} = \frac{A_{c,ut,tot}}{A_{apartment,tot}} \cdot 100$$

де $A_{c,ut,tot}$ - сумарна площа приміщень загального користування у будівлі, що опалюються, м²;

$A_{apartment,tot}$ - сумарна площа квартир у будівлі, що опалюються, м²;

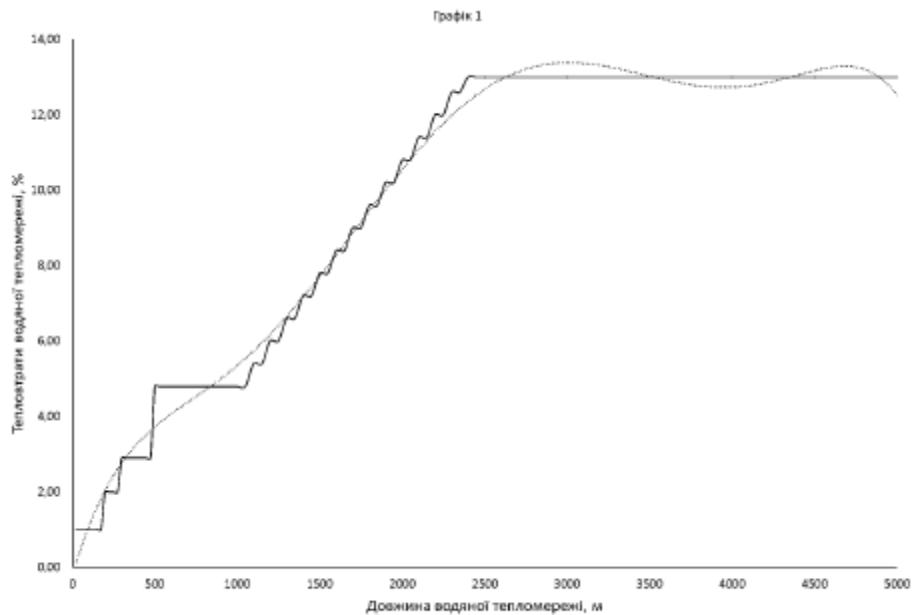
$Q_{A,c,bath,ls}$ - тепловтрати споживачів в системі постачання гарячої води, %, визначається як

$$Q_{A,c,bath,ls} = EP_{DHW,use} \times K$$

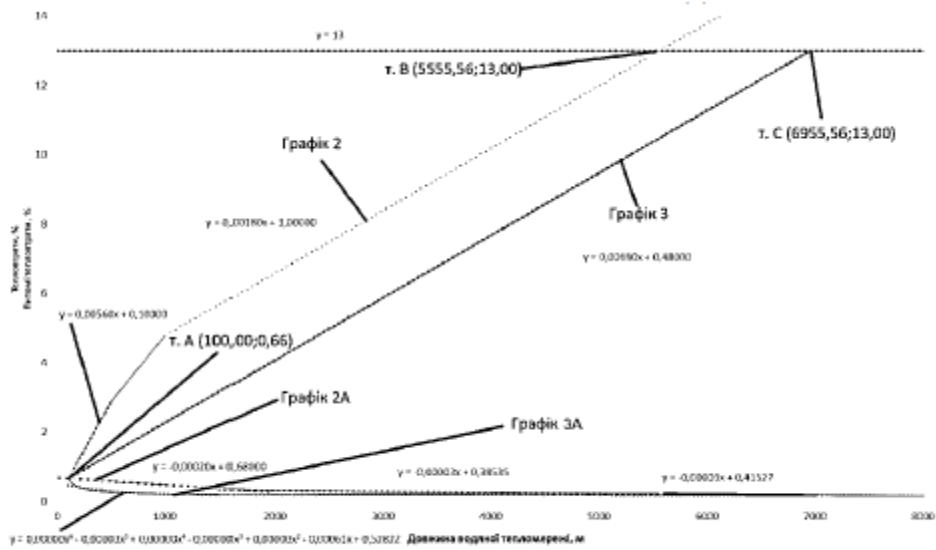
$$EP_{DHW,use} = \frac{Q_{DHW,use}}{Q_{nd,cont}} \cdot 100\%$$

де $EP_{DHW,use}$ - питоме споживання енергії при постачанні гарячої води, %;

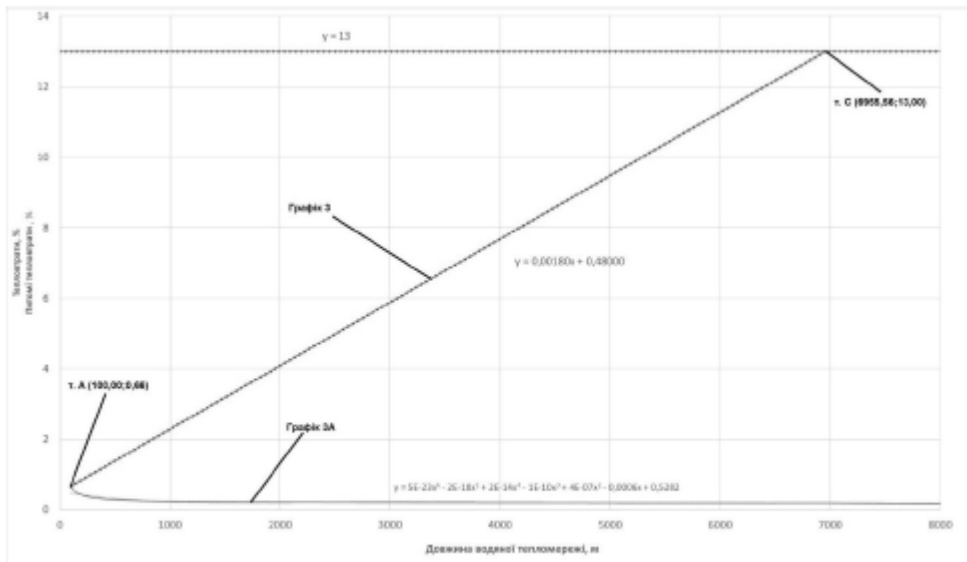
K - коефіцієнт значення тепловтрат в системах гарячого водопостачання, який має значення $0,55 \div 0,7$.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3