



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 121205

(13) C2

(51) МПК

G01K 17/20 (2006.01)

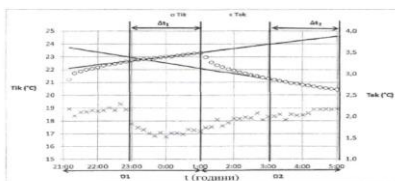
МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2016 08363</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Пандро Гийом (FR), Альзетто Флоран (FR)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>29.12.2014</b>	<b>(73)</b> Власник(и):	<b>СЕН-ГОБЕН ІЗОВЕР, 18 Avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie, France (FR)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>27.04.2020</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>1363712</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>WO 2012028829 A1, 08.03.2012 EP 2674737 A2, 18.12.2013 EP 0852331 A1, 08.07.1998</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>30.12.2013</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>FR</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>12.12.2016, Бюл.№ 23</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>27.04.2020, Бюл.№ 8</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/FR2014/053571, 29.12.2014</b>		

**(54) СПОСІБ І ПРИСТРІЙ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ПРИМІЩЕННЯ****(57) Реферат:**

Цей спосіб, призначений для визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення, містить етапи, на яких: - в приміщенні за два послідовних періоди часу  $(D_k)_{k=1}$  або 2 застосовують потужність обігрівання  $P_k$  приміщення і здійснюють роботи з вимірювання щонайменше температури  $T_{ik}$  всередині приміщення через короткі проміжки часу, а також визначають температуру  $T_{ek}$  зовнішнього повітря через короткі проміжки часу, при цьому потужність обігрівання  $P_1$  за перший період  $D_1$  є такою, що наступний параметр  $(I)$  був меншим або дорівнював 0,8, тоді як потужність обігрівання  $P_2$  за другий період часу  $D_2$  є по суті нульовою; - для кожного періоду часу  $D_k$  вибирають проміжок часу  $\Delta t_k$ , при якому зміна  $T_{ik}(t)$  є по суті лінійною; - за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  визначають нахил  $\alpha_1$  або  $\alpha_2$  дотичної до кривої  $(T_{ik}(t))$ ; - на основі нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  виводять значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат  $K$  приміщення.



Фіг. 4

UA 121205 C2



Даний винахід стосується способу і пристрою визначення теплових втрат приміщення. У рамках винаходу приміщення є індивідуальним будинком або будівлею, зокрема, житловою будівлею або іншою будівлею, або частиною такої будівлі, наприклад, квартирою в багатоповерховому житловому будинку.

5 Коефіцієнт теплових втрат приміщення, позначений  $K$ , дорівнює потужності теплових втрат приміщення (у ватах) на один градус (Кельвіна або Цельсія) різниці між температурою повітря всередині приміщення і температурою зовнішнього повітря. Цей коефіцієнт  $K$  характеризує енергетичні характеристики оболонки приміщення.

10 На коефіцієнт  $K$  теплових втрат приміщення впливають, з одного боку, теплові втрати під час передачі через стіни приміщення і, з іншого боку, інфільтрації повітря. Теплові втрати від передачі характеризуються показником  $H_T = UA_T$ , де  $U$  є коефіцієнтом теплопередачі коробки приміщення, який називається також коефіцієнтом питомої втрати від передачі приміщення, а  $A_T$  є загальною площею стін приміщення. Інфільтрації повітря в приміщенні характеризуються показником  $m' \cdot C_p$ , де  $m'$  є витратою повітрообміну, а  $C_p$  є теплоємністю повітря. Отже, коефіцієнт теплових втрат  $K$  дорівнює:

$$K = H_T + m' \cdot C_p = UA_T + m' \cdot C_p.$$

В рамках регламентних норм в галузі тепла, таких як RT 2005 у Франції або регламент EnEV в Німеччині, коефіцієнт  $U$  застосовують для оцінки загального споживання енергії в приміщенні. Його визначення призначене для здійснення діагностики теплоізоляції приміщення, щоб перевірити, чи дотримується забудовник існуючих норм теплоізоляції як з точки зору вибору матеріалів, так і їхнього використання, або коли передбачений ремонт будівлі, щоб визначити заходи, необхідні для поліпшення теплових характеристик.

У документі WO 2012/028829 A1 описаний спосіб визначення коефіцієнта теплових втрат  $K$  приміщення, в якому використовують перехідні зміни внутрішньої температури приміщення, коли його піддають контрольованим внутрішнім впливам, і в вимірюваному зовнішньому навколишньому середовищі. За допомогою кількісного аналізу зміни внутрішньої температури приміщення, яку отримують шляхом вимірювання на місці, можна кількісно визначити енергетичну якість приміщення за відносно короткий період, що дозволяє не враховувати вплив умов експлуатації приміщення і коливання зовнішніх кліматичних умов. На практиці було встановлено, що цей спосіб дає добрі результати, коли його здійснюють з часом вимірювання, відповідному двом послідовним ночам. Разом з тим, скорочення часу вимірювання є проблемою. Зокрема, з'ясувалося, що погрішність в значенні коефіцієнта  $K$  теплових втрат може збільшуватися, коли скорочують час вимірювання.

Винахід закликає усунути ці недоліки і запропонувати спосіб і пристрій, що дозволяє визначати коефіцієнт теплових втрат за короткий час, зокрема, за одну ніч і навіть за декілька годин з високою точністю, зокрема, приблизно  $\pm 20\%$ .

У зв'язку з цим об'єктом винаходу є спосіб визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення, який який відрізняється тим, що містить етапи, на яких:

- в приміщенні за два послідовних періоди часу  $D_1$  і  $D_2$  здійснюють такі дії:

40 i. за перший період часу  $D_1$  застосовують першу потужність обігрівання  $P_1$  приміщення і здійснюють роботи з вимірювання щонайменше температури  $T_{i1}$  всередині приміщення через короткі проміжки часу, а також визначають температуру  $T_{e1}$  зовнішнього повітря через короткі проміжки часу, при цьому перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою, що параметр

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

45 був меншим або дорівнював 0,8 при  $\Delta T_1(0) = T_{i1}(t=0) - T_{em}$ , де  $t=0$  є точкою початку першого періоду часу  $D_1$ ,  $T_{em}$  є середньою температурою зовнішнього повітря за всі періоди часу  $D_1$  і  $D_2$ , і  $K_{ref}$  є контрольним значенням коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення, потім

50 ii. за другий період часу  $D_2$  застосовують по суті нульову другу потужність обігрівання  $P_2$  приміщення, щоб температура  $T_{i1}$  всередині приміщення могла змінюватися вільно, і здійснюють роботи з вимірювання щонайменше температури  $T_{i2}$  всередині приміщення через короткі проміжки часу, а також визначають температуру  $T_{e2}$  зовнішнього повітря через короткі проміжки часу;

55 - для кожного з першого і другого періодів часу  $D_1$  і  $D_2$  обирають проміжок часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$ , при якому зміна  $T_{i1}(t)$  або  $T_{i2}(t)$  є по суті лінійною, або проміжки часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  є такими, що проміжок часу  $\Delta t_1$  триває до кінця першого періоду  $D_1$  застосування першої потужності обігрівання  $P_1$ , і такими, що, якщо поєднати точки початку першого періоду  $D_1$  і другого періоду  $D_2$ , то проміжки  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  мають одну і ту саму точку кінця;

- за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  визначають нахил  $\alpha_1$  або  $\alpha_2$  дотичної до кривої

$(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ або } 2}$ ;

- на основі нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  виводять значення  $K_{calc}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення. Переважно проміжки часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  мають однакову тривалість.

Звісно, заявлений спосіб не вимагає обов'язкової графічної побудови зміни  $T_{ik}(t)$ .

5 Зокрема, на кожному проміжку часу  $\Delta t_k$  нахил  $\alpha_k$  дотичної до кривої  $T_{ik}(t)$  дорівнює похідній зміни  $T_{ik}(t)$  за проміжок  $\Delta t_k$ . При цьому в рамках винаходу етап визначення нахилу  $\alpha_k$  дотичної до кривої  $T_{ik}(t)$  на проміжок часу  $\Delta t_k$  можна здійснити, обчисливши похідну зміни  $T_{ik}(t)$  за проміжок часу  $\Delta t_k$  і не вдаючись до графічного відображення зміни  $T_{ik}(t)$ .

10 Етапи обчислення способу, зокрема, для визначення нахилів  $\alpha_k$  можна здійснювати за допомогою будь-якого відповідного обчислювального засобу. Зокрема, мова може йти про електронний блок обчислення, який пов'язаний з системою збору для збору вимірювань, необхідних для способу, і який містить обчислювальні засоби для здійснення всіх або частини етапів обчислення способу на основі отриманих вимірювань.

15 В рамках винаходу під "потужністю обігрівання приміщення" слід розуміти будь-яку робочу умову, яка призводить до зміни внутрішньої температури приміщення при даних зовнішніх умовах температури. Мається на увазі, що потужність обігрівання може бути позитивною, нульовою або негативною. Позитивна потужність обігрівання відповідає подачі тепла до приміщення, тоді як негативна потужність відповідає надходженню холоду до приміщення.

20 Згідно з винаходом, перша потужність обігрівання  $P_1$  є суворо позитивною або суворо негативною і може призводити до примусової зміни температури всередині приміщення, тоді як друга потужність обігрівання  $P_2$  є по суті нульовою потужністю. В рамках винаходу потужність обігрівання вважається нульовою, якщо вона допускає вільну зміну температури всередині приміщення. Як правило, друга потужність обігрівання  $P_2$  не є суворо нульовою, враховуючи, зокрема, присутність в приміщенні вимірювальної або обчислювальної техніки, яку використовують для здійснення способу і яка під час роботи створює залишкову потужність обігрівання. У випадку по суті нульової потужності обігрівання зміна внутрішньої температури приміщення може бути пов'язана з різницею між внутрішньою температурою приміщення і зовнішньою температурою або із зміною зовнішньої температури.

30 Винахід базується на виборі спеціального теплового впливу на приміщення, що дозволяє отримати коефіцієнт його теплових втрат з достатньою точністю і за короткий час, причому цей спеціальний тепловий вплив є застосуванням суворо позитивної або суворо негативної першої потужності обігрівання  $P_1$ , що може призвести до примусової зміни температури всередині приміщення, після чого настає застосування по суті нульової другої потужності обігрівання  $P_2$ , що забезпечує вільну зміну температури всередині приміщення.

35 Як описано в WO 2012/028829 A1, визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення базується в рамках винаходу на моделюванні приміщення відповідно до моделі R-C з опором і конденсатором. Приміщення розглядається як ізотермічна коробка, яка характеризується, з одного боку, своїм коефіцієнтом теплових втрат, який є величиною, зворотного опору, і, з іншого боку, своєю інерцією або своєю ефективною теплоємністю  $C$ . При тепловому впливі на приміщення з постійною потужністю ефективна теплоємність  $C$  приміщення відповідає теплоємності матеріалів, які знаходяться в ізолювальних стінах приміщення, і визначена як енергія, необхідна для підвищення навколишньої температури приміщення на 1K при постійній зовнішній температурі протягом часу впливу.

45 Для кожного періоду часу  $(D_k)_{k=1 \text{ або } 2}$ , припускається, що внутрішня температура  $T_{ik}$  приміщення є однорідною. Зміна різниці температури між внутрішнім простором і зовнішнім простором  $\Delta T_k = T_{ik} - T_{ek}$  наслідуює експонентну поведінку відповідно до рівняння:

$$C \, d\Delta T_k = (P_k - K \, \Delta T_k) dt$$

Де  $K$  - коефіцієнт теплових втрат приміщення,

$C$  - ефективна теплоємність приміщення,

50  $P_k$  - потужність обігрівання приміщення,

$\Delta T_k$  - різниця температури між внутрішнім простором і зовнішнім простором.

На основі рівняння (1) нахил  $\alpha_k$  дотичної до кривої, що характеризує зміну величини  $\Delta T_k = T_{ik} - T_{ek}$  залежно від часу, можна записати як:

$$\alpha_k = \frac{d\Delta T_k}{dt} = \frac{P_k - K \, \Delta T_k}{C}$$

55 На практиці в рамках заявленого способу в кожному періоді часу  $D_k$  виявляють проміжок часу  $\Delta t_k$ , в якому зміна  $T_{ik}(t)$  є по суті лінійною. В цьому проміжку часу  $\Delta t_k$  можна вважати, що температура зовнішнього повітря  $T_{ek}$  є по суті постійною і дорівнює середній температурі  $T_{em}$  за всі періоди часу  $D_1$  і  $D_2$ . Крім того, оскільки вибирають проміжок часу  $\Delta t_k$  за період обігрівання

$D_k$ , можна розглядати середнє значення  $T_{ikm}$  для  $T_{ik}(t)$  за проміжок часу  $\Delta t_k$  у вираженні нахилу  $\alpha_k$ . При цьому нахил  $\alpha_k$  можна записати як:

$$\alpha_k = \frac{P_k - K \Delta T_{km}}{C}, \text{ де } \Delta T_{km} = T_{ikm} - T_{em}.$$

Таким чином, можна отримати значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат приміщення, застосувавши за два періоди часу  $D_1$  і  $D_2$  дві потужності обігрівання  $P_1$  і  $P_2$  з різними значеннями і вимірявши зміну щонайменше температури всередині приміщення  $T_{i1}(t)$  або  $T_{i2}(t)$  за кожний з цих двох періодів часу. Для кожного періоду часу  $D_1$  або  $D_2$  вибирають проміжок часу  $\Delta t_1$  або  $\Delta t_2$ , при якому зміна  $T_{i1}(t)$  або  $T_{i2}(t)$  є по суті лінійною, і в цьому проміжку часу  $\Delta t_1$  або  $\Delta t_2$  визначають нахил  $\alpha_1$  або  $\alpha_2$  дотичної до кривої  $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ або } 2}$ . При цьому значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат приміщення дорівнює:

$$K_{calc} = \frac{a_1 P_2 - a_2 P_1}{a_1 \Delta T_{2m} - a_2 \Delta T_{1m}} \quad (2).$$

Експериментальним шляхом було встановлено, що погрішність в значенні  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат, визначена за допомогою тесту в дві фази, як було зазначено вище, може збільшитися, якщо скоротити час вимірювання. Щоб зменшити час вимірювання і одночасно обмежити погрішність в значенні  $K_{calc}$ , було проведено дослідження з метою оцінки впливу умов, в яких відбувається тест, на точність отриманого значення  $K_{calc}$ .

Для цього автори винаходу розробили спрощену дифузійну модель, в якій розглядають однорідний шар матеріалу товщиною  $e$ , який містить зовнішню сторону і внутрішню сторону. Цей шар піддають тесту в дві фази, що включає в себе першу фазу, в якій на внутрішню сторону шару діють першою постійною потужністю обігрівання  $P_{h1}$  протягом часу обігрівання від 0 до  $t_h$ , і другу фазу, в якій на внутрішню сторону шару діють другою постійною потужністю обігрівання  $P_{h2}$ , що відрізняється від  $P_{h1}$ , протягом часу обігрівання від  $t_h$  до  $2t_h$ . Зовнішню сторону шару підтримують при постійній температурі протягом всього часу тесту. Якщо шар знаходиться в первинному статичному стані з різницею температури  $\Delta T(0) = T_{int}(t=0) - T_{ext}(t=0)$ , зміна температури внутрішньої сторони дорівнює:

$$T_{int}(t) = \begin{cases} \forall 0 \leq t \leq t_h, P_1 R - (P_1 - \Delta T(0)K) \sum_{j \geq 0} R_j e^{-t/\tau_j} \\ \forall t_h < t \leq 2t_h, P_2 R - (P_1 - \Delta T(0)K) \sum_{j \geq 0} R_j e^{-t/\tau_j} - (P_2 - P_1) \sum_{j \geq 0} R_j e^{-(t-t_h)/\tau_j} \end{cases} \quad (3)$$

де  $\tau_j$  - константи часу, характерні для шару, при яких:

$$\forall j \geq 0, \tau_j = RC \frac{4}{\pi^2 (2j+1)^2}$$

$R_j$  - відповідні вагові коефіцієнти, еквівалентні за розмірністю тепловому опору, при яких:

$$\forall j \geq 0, R_j = R \frac{8}{\pi^2 (2j+1)^2},$$

де  $R = \frac{e}{S\lambda}$ , та  $C = e \rho C_p$ , при цьому  $\lambda$  є теплопровідністю шару,  $\rho$  є густиною шару,  $S$  означає площу шару, і  $C_p$  означає теплоємність повітря.

Щоб зрозуміти, яким чином різні константи часу впливають на значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат, визначене за допомогою описаного вище тесту в дві фази, автори винаходу впровадили рівняння (3) у рівняння (2) і отримали:

$$K_{calc} = K \frac{1}{1 - \beta \frac{f_B(t_h)}{P_{h1}(P_{h1} - \Delta T(0)K) g_B(t_h)} \frac{P_{h1}^2 - P_{h2} \Delta T(0)K}{P_{h1}^2 - P_{h2} \Delta T(0)K}} \quad (4),$$

$$\beta = \frac{(P_{h1} - \Delta T(0)K)^2}{P_{h1}^2 - P_{h2} \Delta T(0)K};$$

де  $\beta$  - безрозмірний параметр, такий, що  $f_B(t_h)$  і  $g_B(t_h)$  - функції, що залежать тільки від приміщення і від часу обігрівання  $t_h$ , які є монотонними функціями, які спадають, коли час обігрівання збільшується, при яких  $0 < f_B(t_h)$  і  $0 < g_B(t_h) \leq 1$ .

Таким чином, на основі виразу (4) автори винаходу встановили, що значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат, визначене за допомогою описаного вище тесту в дві фази,

дорівнює коефіцієнту  $K$  теплових втрат шару, помноженому на поправний коефіцієнт, що залежить від параметра  $\beta$ . Зокрема, погрішність в значенні  $K_{\text{calc}}$  зводиться до мінімуму, якщо параметр  $\beta$  наближається до 0.

З практичних міркувань автори винаходу зацікавилися конфігураціями, в яких одна з потужностей обігрівання  $P_{h1}$  і  $P_{h2}$  є нульовою.

У першій конфігурації, в якій перша потужність обігрівання  $P_{h1}$  є нульовою, безрозмірним параметром, що бере участь у виразі  $K_{\text{calc}}$ , є:

$$\beta = -\frac{\Delta T(0)K}{P_{h2}}$$

У цій першій конфігурації тест в дві фази призводить до переоцінки значення  $K_{\text{calc}}$ , якщо  $\beta$  є позитивним, і до недооцінки значення, якщо  $\beta$  є негативним. Крім того, параметр  $\beta$  зменшується за абсолютною величиною, і, отже, точність в  $K_{\text{calc}}$  підвищується, якщо первинна різниця температури  $\Delta T(0)$  зменшується або якщо друга потужність обігрівання  $P_{h2}$  збільшується.

На практиці ці експериментальні умови нелегко застосувати для реальної будівлі, оскільки діють експериментальні умови, які передували тесту і які можуть вплинути на вимірювання. Тому вибирають другу конфігурацію, в якій вплив здійснюють з не рівною нулю першою потужністю обігрівання  $P_{h1}$ , тоді як друга потужність обігрівання  $P_{h2}$  є нульовою.

У цій другій конфігурації, в якій друга потужність обігрівання  $P_{h2}$  є нульовою, безрозмірним параметром, який бере участь у виразі  $K_{\text{calc}}$ , є:

$$\alpha = \sqrt{\beta} = 1 - \frac{\Delta T(0)K}{P_{h1}}$$

При цьому значення  $K_{\text{calc}}$  коефіцієнта теплових втрат, визначене у другій конфігурації за допомогою тесту в дві фази з першою постійною позитивною потужністю обігрівання  $P_{h1}$  і другою нульовою потужністю обігрівання  $P_{h2}$ , дорівнює:

$$K_{\text{calc}} = K \frac{1}{1 - \alpha^2 \frac{f_B(t_h)}{1 - \alpha g_B(t_h)}} \quad (5).$$

У цій другій конфігурації, оскільки поправний коефіцієнт  $\frac{1}{1 - \alpha^2 \frac{f_B(t_h)}{1 - \alpha g_B(t_h)}}$  перевищує або дорівнює 1, тест в дві фази завжди призводить до значення  $K_{\text{calc}}$ , переоціненого відносно коефіцієнта  $K$  теплових втрат шару. Вираз (5) дозволяє також побачити, що поправний коефіцієнт зменшується, і, отже, точність значення  $K_{\text{calc}}$  підвищується, коли час обігрівання  $t_h$  збільшується і коли параметр  $\alpha$  зменшується. Таким чином, для підвищення точності значення  $K_{\text{calc}}$  слід або збільшити час обігрівання  $t_h$ , або зменшити параметр  $\alpha$ .

Автори винаходу встановили експериментальним шляхом в ході серії тестів в дві фази при позитивній постійній потужності обігрівання  $P_1$  і при по суті нульовій другій потужності обігрівання  $P_2$  на різних типах приміщень, змінюючи значення параметра  $\alpha$  від одного тесту до іншого, що для всіх типів приміщень можна отримати добру точність значення  $K_{\text{calc}}$ , тобто точність, при якій значення  $K_{\text{calc}}$  знаходиться у вилиці  $\pm 20$  навколо  $K$ , зберігаючи при цьому час обігрівання, який менший або дорівнює 4 годинам, за умови, що параметр  $\alpha$  залишається меншим або таким, який дорівнює 0,8. Час обігрівання або погрішність можна ще зменшити за рахунок зменшення параметра  $\alpha$ .

Виходячи з цього експериментального висновку, винаходом запропоновано визначати коефіцієнт теплових втрат приміщення за короткий час із збереженням високої точності результату, використовуючи такі вимірювання:

- першу потужність обігрівання  $P_1$  вибирають не такою, що дорівнює нулю і такою, при якій

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{\text{ref}}}{P_1}$$

параметр  $\alpha$  менший або дорівнює 0,8, при цьому  $\Delta T_1(0) = T_{i1}(t=0) - T_{\text{em}}$ , де  $t=0$  є точкою початку першого періоду часу  $D_1$ ,  $T_{\text{em}}$  є середньою температурою зовнішнього повітря за всі періоди часу  $D_1$  і  $D_2$ , і  $K_{\text{ref}}$  є контрольним значенням коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення. У цьому випадку вважається, що температура зовнішнього повітря є стабільною за періоди часу  $D_1$  і  $D_2$ , тому первинна температура зовнішнього повітря по суті дорівнює середній температурі  $T_{\text{em}}$  зовнішнього повітря за всі періоди часу  $D_1$  і  $D_2$ . Необхідно зазначити, що перша потужність обігрівання  $P_1$  може бути позитивною потужністю, якщо первинна різниця температури  $\Delta T_1(0)$  приміщення є позитивною, або негативною потужністю, якщо первинна

різниця температури  $\Delta T_1(0)$  приміщення є негативною.

- Проміжок часу  $\Delta t_2$ , який використовується для обробки даних, отриманих за другий період часу  $D_2$ , вибирають з точкою кінця, при якій час між точкою початку періоду  $D_2$  і точкою кінця проміжку  $\Delta t_2$  дорівнює тривалості першого періоду часу  $D_1$ . Дійсно, експериментальним шляхом було встановлено, що така симетрія обробки даних підвищує точність значення  $K_{calc}$ . Це відповідає умовам описаної вище спрощеної дифузійної моделі, коли обидві фази обігрівання мають однакову тривалість.

Переважно при застосуванні обох вищезазначених критеріїв перший період часу  $D_1$ , протягом якого застосовують першу потужність обігрівання  $P_1$ , може мати тривалість, меншу або, яка дорівнює 4 годинам, і це не знижує точність значення  $K_{calc}$ , що становить близько порядку  $\pm 20$  навколо  $K$ .

Згідно з переважною ознакою, перша потужність обігрівання  $P_1$  приміщення включає в себе потужність обігрівання  $P_{imp1}$ , яка задається за допомогою контрольованого джерела потужності. Якщо протягом першого періоду часу  $D_1$ , крім джерела, яке використовується для застосування потужності обігрівання  $P_{imp1}$ , яка задається, ніяке інше джерело потужності не працює, перша потужність обігрівання  $P_1$  приміщення дорівнює потужності обігрівання  $P_{imp1}$ , яка задається. Якщо ж протягом періоду  $D_1$ , крім потужності  $P_{imp1}$ , в приміщенні існує додаткова потужність  $P_{sup1}$ , то перша потужність обігрівання  $P_1$  дорівнює  $P_{imp1} + P_{sup1}$ . Зокрема, якщо протягом першого періоду часу  $D_1$  сонячне випромінювання є сильним, то участь сонячного випромінювання в обігріванні приміщення входить у додаткову потужність  $P_{sup1}$ ...

На практиці умови здійснення способу дозволяють обмежити участь додаткових потужностей  $P_{sup1}$ , які відрізняються від потужності обігрівання  $P_{imp1}$ , яка задається. Переважно спосіб здійснюють у порожньому приміщенні.

Переважно, спосіб здійснюють в періоди часу  $D_1$  і  $D_2$ , в яких сонячне випромінювання є слабким, переважно нульовим. Переважно, спосіб здійснюють в періоди часу  $D_1$  і  $D_2$  протягом ночі або, можливо, вранці або ввечері. Це дозволяє зменшити участь сонячного випромінювання і обмежити флуктуації температури зовнішнього повітря.

Періоди часу  $D_1$  і  $D_2$  можуть бути або розділеними, або йти безпосередньо один за одним. У цьому останньому випадку можна вважати, що весь спосіб здійснюють протягом безперервного періоду часу, що складається з послідовності періодів часу  $D_1$  і  $D_2$ . Бажано, щоб обмежити час здійснення способу і одночасно зменшити участь сонячного випромінювання, весь спосіб здійснюють безперервно протягом одного нічного періоду часу.

Переважно протягом кожного з періодів часу  $D_1$  і  $D_2$  будь-яку стаціонарну систему вентиляції, якою обладнане приміщення, деактивують, і всі вентиляційні отвори перекривають, щоб обмежити обмін повітря із зовнішнім простором.

У варіанті стаціонарні системи вентиляції приміщення можуть працювати в ході способу в кожному з періодів часу  $D_1$  і  $D_2$ . Однак це призводить до появи додаткового члена повітрообміну у виразі коефіцієнта  $K$  теплових втрат:

$$K = H_T + m'_1 \cdot C_p + m'_2 \cdot C_p,$$

де  $m'_1$  є витратою повітрообміну за рахунок інфільтрації, і  $m'_2$  є витратою повітрообміну при використанні стаціонарних систем вентиляції, при цьому обидва значення витрати взаємопов'язані, і одне залежить від іншого.

Аналіз експериментальних результатів дозволяє визначити переважні критерії для першої потужності обігрівання  $P_1$ , що застосовується в приміщенні.

Зокрема, згідно з аспектом винаходу, переважно перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою,

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

що параметр  $\alpha$  менший або дорівнює 0,75, ще переважніше менший або дорівнює 0,7.

Переважно перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою, що параметр

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

перевищує або дорівнює 0,25, ще переважніше перевищує або дорівнює 0,3.

Дійсно, для добре ізольованих будівель, якщо параметр  $\alpha$  менший 0,25 або 0,3, чутливість класичних вимірювальних датчиків не дозволяє отримувати задовільні дані, які стосуються зміни температури  $T_{i1}$  всередині приміщення за перший період часу  $D_1$ , тому погрішність в значенні  $K_{calc}$  збільшується.

Згідно з переважною ознакою, перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою, що параметр

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

по суті дорівнює 0,5. Дійсно, аналіз експериментальних результатів показує, що це значення параметра  $\alpha$  дозволяє для всіх типів приміщень отримувати високу точність значення  $K_{calc}$  у виці  $\pm 20\%$  навколо  $K$ . Автори винаходу встановили також експериментальним шляхом, що необхідність зменшення параметра  $\alpha$  для підвищення точності значення  $K_{calc}$  тим більша, чим більша інерція  $C$  приміщення і чим менший час обігрівання, тобто тривалість першого періоду часу  $D_1$ . На практиці, чим більший параметр  $\alpha$  наближається до 0,5, тим вища точність значення  $K_{calc}$  і тим менше вона залежить від інерції приміщення і від часу обігрівання.

Якщо параметр  $\alpha$  по суті дорівнює 0,5, точність значення  $K_{calc}$  тим вища, чим більший час обігрівання. Зокрема, вибираючи таку першу потужність обігрівання  $P_1$ , при якій коефіцієнт

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

по суті дорівнює 0,5 і час обігрівання становить близько 4 годин, можна досягти точності близько  $\pm 15\%$  для значення  $K_{calc}$ .

Необхідність зменшення параметра  $\alpha$  для отримання високої точності значення  $K_{calc}$  при короткому часі обігрівання виявляється в більшій мірі для приміщень, ізольованих ззовні, ніж для приміщень, ізольованих зсередини.

Переважно в рамках заявленого способу після визначення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат приміщення на основі нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  обчислюють значення параметра

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

і перевіряють, що значення  $\alpha_{calc}$  знаходиться в інтервалі значень, завчасно визначеному для параметра  $\alpha$ .

Слід зазначити, що визначення першого значення першої потужності обігрівання  $P_1$ , яка застосовується в першому періоді часу  $D_1$ , для дотримання критеріїв за параметром  $\alpha$ , вимагає знання контрольного значення  $K_{ref}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення.

Перший метод для отримання контрольного значення  $K_{ref}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення являє собою використання величини, отриманої внаслідок теплового аналізу приміщення, зокрема, використання коефіцієнта теплопередачі оболонки приміщення. Переважно коефіцієнт  $H$  теплопередачі оболонки приміщення визначають, застосовуючи норму ISO 13789:2007 "Теплова ефективність будівель - Коефіцієнти теплопередачі за рахунок передачі і за рахунок повітрообміну - Метод обчислення", потім виводять контрольне значення  $K_{ref}$  коефіцієнта теплових втрат за допомогою відношення:

$$K_{ref} = H_T + H_V,$$

де  $H_T$  - коефіцієнт теплопередачі при передачі, і  $H_V$  - коефіцієнт теплопередачі при вентиляції. Переважно коефіцієнт теплопередачі оболонки приміщення визначають відповідно до норми ISO 13789:2007 при відсутності вентиляції в приміщенні. У варіанті в приміщенні може бути присутня вентиляція, при цьому витрату вентиляції необхідно вимірювати або оцінювати.

Використання норми ISO 13789:2007 є переважним методом для отримання контрольного значення  $K_{ref}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення. Проте, можна також передбачити інші методи, зокрема, коли немає всієї інформації про приміщення, необхідної для застосування норми ISO 13789:2007.

Другим методом отримання контрольного значення  $K_{ref}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення, коли немає всієї інформації про приміщення, необхідної для застосування норми ISO 13789:2007, є проведення в приміщенні квазістатичного тесту, такого як тест "coheating".

"Coheating" є квазістатичним методом, метою якого є вимірювання загальних теплових втрат порожнього приміщення. При тесті "coheating" здійснюють обігрівання приміщення протягом декількох днів, як правило, від одного до трьох тижнів, при постійній і однорідній температурі за допомогою електричних обігрівачів, з'єднаних з вентиляторами і пов'язаних з системою регулювання. Задана температура має бути достатньо високою, близько  $25^\circ\text{C}$ , щоб отримати різницю температури між внутрішнім простором приміщення і зовнішнім простором не меншим  $10^\circ\text{C}$ . При досягненні насичення, тобто при досягненні квазістатичного стану вимірюють потужність  $P$ , необхідну для підтримання приміщення при температурі  $25^\circ\text{C}$ , внутрішню температуру  $T_{int}$  і зовнішню температуру  $T_{ext}$ . Зокрема, внутрішню температуру  $T_{int}$  можна вимірювати за допомогою термопар або термісторів, тоді як зовнішню температуру  $T_{ext}$  можна вимірювати за допомогою метеостанції. Обробка даних дозволяє отримати значення  $K_{ref}$  коефіцієнта теплових втрат.

Зокрема, процедура полягає в наступному:

спочатку здійснюють перший тест надування, який дозволяє виміряти втрати, пов'язані з



вентиляцією і з інфільтраціями.

Потім перекривають отвори, такі як витяжні труби або вентиляційні канали, щоб втрати, пов'язані з вентиляцією, не були доступні для вимірювання.

При цьому приміщення рівномірно обігрівають за допомогою електричних засобів, доки не буде досягнута висока задана температура близько 25°C.

Вимірюють потужність  $P$ , внутрішню температуру  $T_{int}$  і зовнішню температуру  $T_{ext}$ . Обробка цих даних дозволяє отримати втрати від передачі і від інфільтрації.

Нарешті, здійснюють другий тест наддування, щоб дізнатися теплові втрати, пов'язані тільки з інфільтраціями, при цьому отвори будівлі зберігають закритими.

Для обробки даних кожний день протягом двадцяти чотирьох годин визначають середню потужність, необхідну для підтримання будівлі при заданій температурі, і середнє значення різниці між температурою всередині і ззовні. Ці середні дані переносять на графік, який дає потужність залежно від різниці температури. Вносять поправку, пов'язану з сонячним випромінюванням, яке також бере участь в обігріванні приміщення. Нахил прямий, який проходить через початок координат, отримують через лінійну регресію, і він відповідає коефіцієнту  $K_{ref}$  теплових втрат.

Цей метод "coheating" є відносно простим у здійсненні і безпосередньо дає контрольне значення  $K_{ref}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення. Згідно з переважним варіантом, для легких будівель можна здійснювати тести "coheating" вночі, при цьому поправку, пов'язану з дією сонячного випромінювання, не вносять.

Третім методом отримання контрольного значення  $K_{ref}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення, коли немає в наявності всіх даних, необхідних для застосування норми ISO 13789:2007, є використання величини, отриманої внаслідок вивчення енергетичного споживання приміщення. Зокрема, контрольне значення  $K_{ref}$  можна визначити як відношення енергії, яка споживається приміщенням за даний період часу, до вироблення тривалості даного періоду часу і середньої різниці температури між внутрішнім простором і зовнішнім простором приміщення за даний період часу.

У варіанті здійснення заявленого способу за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  визначають нахил  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  дотичної до кривої  $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ або } 2}$ , обчислюючи середнє значення нахилів в кожній точці проміжку часу  $\Delta t_1$  або  $\Delta t_2$ , при цьому середнє значення зважують за погрішністю, відповідної кожній точці.

В іншому варіанті здійснення заявленого способу за кожним проміжком часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  визначають нахил  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  дотичної до кривої  $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ або } 2}$ , ідентифікуючи щонайменше одну звичайну математичну функцію, яка вирівнює криву  $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ або } 2}$  за проміжок часу  $\Delta t_1$ , і обчислюючи похідну цієї функції в точці кінця проміжку часу  $\Delta t_1$ . Математична функція або кожна математична функція, яка вирівнює криву  $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ або } 2}$  за проміжок часу  $\Delta t$ , може бути, зокрема, експонентною або поліноміальною функцією.

Згідно з переважною, але не обмежувальною ознакою, для кожного з періодів часу  $D_1$  і  $D_2$  роботи з вимірювання внутрішньої температури  $T_{ik}$  приміщення здійснюють за період часу, достатній, щоб отримати зміну внутрішньої температури  $T_{ik}$  не меншу, ніж на 1°C, переважно від 1°C до 10°C.

Згідно з переважною відмінною ознакою, контрольованим джерелом потужності для обігрівання приміщення може бути стаціонарне обладнання приміщення, тобто засіб обігрівання, встановлений незалежно від здійснення способу, за умови, що цей засіб обігрівання є мало інертним і регульованим для забезпечення швидкого обігрівання приміщення. Мова може йти про тепловий насос, коефіцієнт корисної дії (ККД) якого відомий.

У варіанті контрольованим джерелом для обігрівання приміщення може бути джерело, встановлене в приміщенні спеціально для здійснення способу.

Елементи обігрівання приміщення можуть бути конвективними, провідними або випромінювальними або можуть поєднувати в собі декілька таких технологій. Переважно елементи обігрівання є електричними приладами, що дозволяє безпосередньо і точно визначати потужність обігрівання. Приклади електричних нагрівальних приладів включають в себе, зокрема, прилади конвективного типу, в яких використовують нагнітання повітря, нагрітого за допомогою електричних опорів; нагрівальні килимки або плівки; випромінювальні парасольки.

У варіанті елементами обігрівання можуть бути прилади, які працюють на газі або на мазуті, якщо тільки продуктивність пальників і витрату палива можна оцінити досить точно, щоб визначити потужність обігрівання.

У переважному варіанті здійснення елементи обігрівання приміщення є електричними нагрівальними килимками, які розподіляють в приміщенні, розташовуючи їх вертикально і змотуючи їх таким чином, щоб вся тепла потужність розсіювалася в повітрі. Це забезпечує

швидке і однорідне обігрівання приміщення, при цьому навколишня температура є досить близькою до температури стін всередині приміщення.

Згідно з переважною ознакою, кожна робота з вимірювання температури всередині приміщення включає в себе вимірювання навколишньої температури всередині приміщення, вимірювання температури стін приміщення і/або вимірювання середньої радіаційної температури всередині приміщення. На практиці, можна використовувати будь-який відомий метод для визначення цих температур, зокрема, методи вимірювання, описані в нормі NF EN ISO 7726. Наприклад, вимірювання навколишньої температури всередині приміщення і температури стін приміщення можна здійснювати за допомогою термодатчиків типу K або датчиків Pt100. Для вимірювання середньої радіаційної температури всередині будівлі можна використовувати термометр з чорною сферою.

Переважно, якщо обігрівання приміщення забезпечує навколишню температуру, досить близьку до температури стін всередині приміщення, вимірюють навколишню температуру всередині приміщення.

Якщо обігрівання приміщення є досить однорідним, тобто навколишня температура є однаковою в будь-якій точці приміщення або у всіх кімнатах або зонах приміщення, якщо воно містить внутрішні перегородки, то вимірювання температури всередині приміщення можна обмежити вимірюваннями всередині тільки однієї кімнати або зони приміщення.

Якщо заявлений спосіб застосовують в приміщенні, в якому обігрівання є менш однорідним, можна вимірювати температуру в декількох кімнатах або зонах приміщення і вважати, що температура всередині приміщення в кожний момент часу  $t$  являє собою середнє значення вимірювань температури, вироблених в момент  $t$  в різних кімнатах або зонах приміщення, за умови, що вони не будуть сильно відрізнятися один від одного, що свідчило б про недостатню вентиляцію приміщення. Можна також передбачити декілька різних вимірювань температури в кожній кімнаті або зоні приміщення. Так, в кожній кімнаті або зоні можна здійснити одночасно вимірювання навколишньої температури і/або вимірювання температури стіни оболонки приміщення і/або вимірювання середньої радіаційної температури.

Іншою можливістю у випадку менш однорідного обігрівання є вимірювання потужності і температури в кожній кімнаті або зоні приміщення таким чином, щоб визначити коефіцієнт теплових втрат кожної кімнати або зони приміщення, потім значення, отримані для різних кімнат або зон, підсумовують, щоб отримати загальний коефіцієнт теплових втрат приміщення.

У цьому тексті під кімнатою приміщення слід розуміти простір, оточений стінами. Крім того, під зоною приміщення слід розуміти простір, утворений декількома кімнатами приміщення, які можна обробляти одночасно, тобто в рамках заявленого способу для кожної зони приміщення передбачений тільки один датчик вимірювання потужності і тільки один датчик вимірювання температури.

Згідно з відмінною ознакою, в рамках заявленого способу визначення температури зовнішнього повітря  $T_{ek}$  здійснюють за допомогою робіт з вимірювання через короткі проміжки часу. Вимірювання температури зовнішнього повітря  $T_{ek}$  можна проводити одночасно з вимірюваннями внутрішньої температури  $T_{ik}$  приміщення, тобто в одні і ті самі короткі проміжки часу.

У варіанті визначення температури зовнішнього повітря  $T_{ek}$  через короткі проміжки часу можна здійснювати за допомогою інтерполяції метеорологічних даних в місці знаходження приміщення.

Переважно заявлений спосіб здійснюють за період часу, в який температура зовнішнього повітря  $T_{ek}$  є стабільною.

Коефіцієнт  $K$  теплових втрат, який визначається відповідно до винаходу, включає в себе вплив теплових втрат від передачі і від інфільтрації повітря, тобто:

$$K = H_T + m' \cdot C_p = UA_T + m' \cdot C_p$$

Якщо необхідно визначити коефіцієнт  $U$  теплопередачі приміщення, можна розділити участь теплових втрат від передачі, з одного боку, і теплові втрати від інфільтрацій повітря, з іншого боку, оцінивши витрату  $m'$  повітрообміну в приміщенні.

Якщо в ході способу визначення коефіцієнта  $K$  не працює жодна стаціонарна система вентиляції приміщення, витрата  $m'$  дорівнює витраті повітрообміну за рахунок інфільтрації. Цю витрату  $m'$  можна визначити за допомогою будь-якого відповідного методу, зокрема, за допомогою методу виявлення з використанням індикаторних газів або за допомогою тесту за допомогою повітродувки з аеродверима, як описано в WO 2012/028829 A1.

Іншою можливістю поділу участі теплових втрат від передачі і участі теплових втрат при інфільтраціях повітря є встановлення в приміщенні системи вентиляції, витрату якої задає користувач в ході здійснення заявленого способу. Ця встановлювана система вентиляції може

бути, зокрема, системою наддуву або системою створення розрідження в приміщенні типу аеродверей.

Іншим об'єктом винаходу є носій запису інформації, який містить команди для здійснення всіх або частини етапів обчислення описаного вище способу визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення, коли ці команди виконує електронний блок обчислення, при цьому етапи обчислення включають в себе:

- обчислення першої потужності обігрівання  $P_1$ , яка застосовується в перший період часу  $D_1$ , на основі значень  $\alpha$ ,  $\Delta T(0)$  і  $K_{ref}$ ,

- обчислення за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  або  $\Delta t_2$  нахилу  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  на основі вимірювань температури  $T_{i1}$  або  $T_{i2}$  всередині приміщення,

- обчислення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення на основі нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  і потужностей  $P_1$  і  $P_2$ .

Згідно з переважною ознакою, носій запису інформації додатково містить команди для керування, залежно від вхідних даних, контрольованим джерелом потужності, яке використовується для застосування першої потужності обігрівання  $P_1$  в приміщенні.

Об'єктом винаходу є також пристрій для здійснення описаного вище способу, який містить:

- щонайменше один елемент обігрівання, який містить контрольоване джерело потужності,

- щонайменше один температурний датчик, який вимірює температуру  $T_{ik}$  всередині приміщення,

- щонайменше один датчик потужності, який вимірює потужність обігрівання  $P_k$ , яка подається у приміщення,

- щонайменше один модуль збирання для збирання вимірювань температури  $T_{ik}$  всередині приміщення, вимірювань потужності обігрівання  $P_k$ , подаваної у приміщення температури  $T_{ek}$  зовнішнього повітря,

- електронний блок обчислення, і

- носій запису інформації, який містить команди, призначені для виконання електронним блоком обчислення з метою здійснення всіх або частини етапів обчислення, які включають в себе: обчислення першої потужності обігрівання  $P_1$ , що застосовується в перший період часу  $D_1$ , на основі значень  $\alpha$ ,  $\Delta T(0)$  і  $K_{ref}$ , обчислення за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  або  $\Delta t_2$  нахилу  $\alpha_1$  та  $\alpha_2$  на основі вимірювань температури  $T_{i1}$  або  $T_{i2}$  всередині приміщення; обчислення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення на основі нахилів  $\alpha_1$  та  $\alpha_2$  потужностей  $P_1$  і  $P_2$ .

Згідно з переважною відмінною ознакою, кожний елемент обігрівання пристрою нагріває повітря в приміщенні, що забезпечує швидке обігрівання приміщення. Це стосується, зокрема, вищезазначених електричних нагрівальних килимків, які розташовують вертикально в приміщенні і згортають таким чином, щоб вся тепла потужність розсіювалася в повітрі.

Згідно з іншою переважною відмінною ознакою, кожний температурний датчик вимірює температуру повітря всередині приміщення. У цьому випадку для кожної кімнати або зони приміщення для отримання значення, яке відображає середню температуру в кімнаті або зоні, достатньо тільки одного вимірювання в об'ємі повітря по суті в центрі кімнати або зони за умови, що обігрівання є досить однорідним.

Вимірювання температури повітря всередині приміщення є простішим, ніж вимірювання температури стін. Дійсно, якщо вимірювати температуру стін, то для отримання доброї оцінки середньої температури в кімнаті або зоні необхідно здійснювати вимірювання температури на декількох стінах кімнати або зони, потім визначити середнє значення цих температур стін, причому незалежно від однорідності обігрівання. Таким чином, вимірювання температури в повітрі дозволяє скоротити кількість вимірювань, які здійснюються в рамках заявленого способу, якщо його здійснювати в кімнаті або зоні, що, в основному, обігрівається однорідно. Поєднуючи однорідне обігрівання приміщення і вимірювання температури повітря всередині приміщення, можна спростити здійснення заявленого способу і обмежити його тривалість.

Датчик або кожний датчик потужності може бути датчиком напруги (вольтметр) і/або датчиком струму (амперметр). Переважно, датчик або кожний датчик потужності є ватметром, забезпеченим одночасно датчиком напруги і датчиком струму. Це забезпечує точне вимірювання потужності в приміщенні і дозволяє не враховувати можливі флуктуації напруги мережі або не визначати опір елемента або кожного елемента обігрівання.

У варіанті виконання пристрій містить щонайменше один корпус, який знаходиться в кімнаті або зоні і містить:

- модуль керування потужністю, з яким з'єднане джерело потужності елемента або кожного елемента обігрівання, що знаходиться у згаданій кімнаті або зоні приміщення,

- модуль вимірювання температури, з яким з'єднаний датчик або кожний температурний датчик, який знаходиться в котельній кімнаті або зоні приміщення,

- датчик потужності, який вимірює потужність обігрівання, яка подається в згадану кімнату або зону приміщення,

- засоби зв'язку між корпусом і електронним блоком обчислення, при цьому електронний блок обчислення виконаний з можливістю отримувати вимірювання температури і потужності і керувати модулем керування потужністю.

Модуль керування потужністю кожного корпусу призначений для регулювання потужності обігрівання, що застосовується в кімнаті або зоні приміщення. Мова може йти про модуль керування потужністю за допомогою перемикачів, який переводить елемент або елементи обігрівання між їхнім увімкненим станом і їхнім вимкненим станом, або про модуль керування потужністю, виконаний з можливістю зміни значення потужності, яке випромінюється елементом або елементами обігрівання.

Переважно, пристрій містить корпус в кожній кімнаті або зоні приміщення.

Переважно засоби зв'язку між корпусом або кожним корпусом і електронним блоком обчислення є засобами бездротового зв'язку.

Згідно з переважною відмінною ознакою, електронний блок обчислення містить засоби автоматичного керування джерелом потужності елемента або кожного елемента обігрівання пристрою. Зокрема, електронний блок обчислення виконаний з можливістю обчислення значення першої потужності обігрівання  $P_1$  для застосування в перший період часу  $D_1$  на основі значень  $\alpha$ ,  $\Delta T_1(0)$  і  $K_{ref}$  і з можливістю керування джерелом потужності елемента або кожного елемента обігрівання таким чином, щоб генерувати в приміщенні обчислене значення першої потужності обігрівання  $P_1$  в перший період часу  $D_1$ .

Наприклад, згідно з першим варіантом, тест, який можна запустити автономно за допомогою такого пристрою автоматичного керування, містить таку послідовність етапів:

- запуск процедури;  
- обчислення значення першої потужності обігрівання  $P_1$ , що застосовується в перший період часу  $D_1$ , на основі значень  $\alpha$ ,  $\Delta T(0)$  та  $K_{ref}$ ;

- приведення в дію елемента або елементів обігрівання таким чином, щоб отримати обчислене значення першої потужності обігрівання  $P_1$ , реєстрація кривої обігрівання  $T_{i1}(t)$  протягом попередньо встановленого часу, зокрема, близько 4 годин, потім вимкнення елемента або елементів обігрівання;

- реєстрація кривої охолодження  $T_{i2}(t)$  протягом попередньо встановленого часу, зокрема, близько 4 годин;

- обчислення значень нахилів  $\alpha_1$  та  $\alpha_2$  дотичних до кривих охолодження  $T_{i1}(t)$  і  $T_{i2}(t)$  і, на основі значень нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  потужностей  $P_1$  і  $P_2$ , обчислення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення.

Згідно з другим варіантом, тест, який можна запустити автономно за допомогою такого пристрою автоматичного керування, містить таку послідовність етапів:

- запуск процедури;  
- обчислення значення першої потужності обігрівання  $P_1$ , що застосовується в перший період часу  $D_1$ , на основі значень  $\alpha$ ,  $\Delta T(0)$  та  $K_{ref}$ ;

- приведення в дію елемента або елементів обігрівання таким чином, щоб отримати обчислене значення першої потужності обігрівання  $P_1$ ;

- якщо зміна  $T_{i1}(t)$  температури, яка вимірюється всередині приміщення під час обігрівання приміщення, є по суті лінійною, і температура  $T_{e1}$  зовнішнього повітря є стабільною відносно попередньо визначених критеріїв, обчислення і збереження в пам'яті значення нахилу  $\alpha_1$  дотичної до кривої обігрівання  $T_{i1}(t)$  і вимкнення елемента або елементів обігрівання;

- якщо зміна  $T_{i2}(t)$  температури, яка вимірюється всередині приміщення під час охолодження приміщення, є по суті лінійною, і температура  $T_{e2}$  зовнішнього повітря є стабільною відносно попередньо визначених критеріїв, обчислення і збереження в пам'яті значення нахилу  $\alpha_2$  дотичної до кривої обігрівання  $T_{i2}(t)$ ;

- на основі збережених значень нахилів  $\alpha_1$  та  $\alpha_2$  і значень потужностей  $P_1$  і  $P_2$  - обчислення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат приміщення.

В цих двох варіантах елемент або кожний елемент обігрівання пристрою може бути елементом обігрівання, пов'язаним з тестованим приміщенням або елементом обігрівання, доданим спеціально для здійснення випробувань. Точно так само, датчики вимірювання температури пристрою можуть бути пов'язані з приміщенням або можуть бути додатковими.

Згідно з переважною відмінною ознакою, програма контролю, встановлена в пристрої, може бути розроблена таким чином, щоб кожний тест, який запускається автономно пристроєм автоматичного контролю, переважно відбувався вночі, і, якщо вже були здійснені попередні вимірювання, пристрій автоматичного контролю оптимізує цикл кожного тесту, щоб звести до

мінімуму його тривалість і максимально підвищити точність характеристики.

Переважно критерії способу, які застосовуються пристроєм автоматичного керування, враховують точність вимірювання температури, тобто точність визначення нахилу зміни температури. Чим нижча точність вимірювання, тим більше часу буде необхідно для

забезпечення правильного визначення нахилу. Відмінні ознаки і переваги винаходу будуть очевиднішими з нижченаведеного опису декількох варіантів здійснення способу і виконання пристрою відповідно до винаходу, представлених виключно як приклади з посиланнями на додані фіг. 1-6, на яких:

Фіг. 1 - принципова схема пристрою для здійснення заявленого способу визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення.

Фіг. 2 - вигляд в перспективі електричного нагрівального килимка, який можна використовувати для обігрівання приміщення в рамках заявленого способу і який показаний у вертикальному положенні і може бути згорнутий, щоб забезпечувати розсіювання всієї теплової потужності в повітрі.

Фіг. 3 - схематичний вигляд індивідуального будинку, в якому необхідно визначити коефіцієнт  $K$  теплових втрат відповідно до винаходу, при цьому обігрівання будинку забезпечують електричні нагрівальні килимки, показані на фіг. 2 і розташовані в будинку.

Фіг. 4 - крива, яка відображає зміну температури  $T_{ik}$  всередині будинку, показаного на фіг. 3, залежно від часу в ході здійснення заявленого способу і показує перший період часу  $D_1$ , протягом якого в будинку застосовують першу потужність обігрівання  $P_1$ , при цьому  $P_1$  є такою,

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

що параметр будинку по суті дорівнює 0,5, за яким іде другий період  $D_2$ , протягом якого в будинку застосовують по суті нульову другу потужність  $P_2$ , щоб будинок міг вільно охолоджуватися, і на цій фігурі показана також зміна температури  $T_{ek}$  зовнішнього повітря.

Фіг. 5 - схематичний вигляд бунгало, в якому необхідно визначити коефіцієнт  $K$  теплових втрат відповідно до винаходу, при цьому обігрівання бунгало забезпечують електричні нагрівальні килимки, показані на фіг. 2 і розташовані в будинку.

Фіг. 6 - крива, яка відображає зміну температури  $T_{ik}$  всередині бунгало, показаного на фіг. 5, залежно від часу в ході здійснення заявленого способу, і яка показує перший період часу  $D_1$ , протягом якого в бунгало застосовують першу потужність обігрівання  $P_1$ , при цьому  $P_1$  є такою,

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

що параметр бунгало по суті дорівнює 0,5, за яким іде другий період  $D_2$ , протягом якого в будинку застосовують по суті нульову другу потужність  $P_2$ , щоб бунгало могло вільно охолоджуватися, і на цій фігурі показана також зміна температури  $T_{ek}$  зовнішнього повітря.

На фіг. 1 представлена принципова схема пристрою 1 для визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення згідно із заявленим способом.

Пристрій 1 містить:

- множину елементів обігрівання  $2_1, 2_2, \dots, 2_m$ , які є, наприклад, електричними нагрівальними килимками, приклад яких показаний на фіг. 2;

- множину температурних датчиків  $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ , які є, наприклад, термопарами типу  $K$  або датчиками  $Pt100$  для вимірювання внутрішньої температури приміщення;

- множину корпусів  $4_1, 4_2, \dots, 4_p$ ;

- електронний блок 5 обчислення, який є, наприклад, переносним персональним комп'ютером і містить модуль бездротового зв'язку;

- програмний додаток 6, який містить команди, призначені для виконання електронним блоком 5 обчислення з метою здійснення всіх або частини етапів обчислення, які включають в себе: обчислення першої потужності обігрівання  $P_1$ , яка застосовується в перший період часу  $D_1$ , на основі значень  $\alpha$ ,  $\Delta T(0)$  і  $K_{ref}$ , обчислення за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  або  $\Delta t_2$  нахилу  $\alpha_1$  або  $\alpha_2$  на основі вимірювань температури  $T_{i1}$  або  $T_{i2}$  всередині приміщення; обчислення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення на основі нахилів  $\alpha_1$  та  $\alpha_2$  та потужності  $P_1$  і  $P_2$ .

Елементи  $2_1, 2_2, \dots, 2_m$  обігрівання призначені для розподілу в різних кімнатах або зонах приміщення, в яких необхідно визначити коефіцієнт  $K$  теплових втрат, при цьому кількість елементів обігрівання залежить від значення застосовуваної першої потужності обігрівання  $P_1$ . У кожній кімнаті або зоні приміщення передбачений щонайменше один елемент обігрівання 2 і щонайменше один температурний датчик 3.

Переважно один корпус  $4_i$  пов'язаний з кожною кімнатою або зоною приміщення. Кожний

корпус 4<sub>i</sub> містить джерело 7 електричного живлення, роз'єми 8 з'єднання з елементом або елементами 2<sub>i</sub> обігрівання кімнати або зони і модуль 9 перемикання потужності, що дозволяє перемикає елементи 2<sub>i</sub> обігрівання між їхнім вимкненим станом і їхнім увімкненим станом. Кожний корпус 4<sub>i</sub> призначений для підключення до мережі таким чином, щоб забезпечувати електричним живленням елемент або елементи 2<sub>i</sub> обігрівання кімнати або зони.

Кожний корпус 4<sub>i</sub> містить також датчик 10 потужності, який є, наприклад, ватметром, і роз'єми 11 з'єднання з температурним датчиком або температурними датчиками 3<sub>i</sub> кімнати або зони. Датчик 10 потужності і роз'єм 11 з'єднання з температурними датчиками 3<sub>i</sub> кімнати або зони пов'язані з модулем 12 збору вимірювань внутрішньої температури і потужності, які здійснюються в кімнаті або зоні. Джерело 7 електричного живлення служить для живлення модулю 9 перемикання і модулю 12 збору.

Крім того, кожний корпус 4<sub>i</sub> містить модуль 13 бездротового зв'язку, який дозволяє встановлювати зв'язок між корпусом 4<sub>i</sub> і електронним блоком 5 обчислення для передачі даних між ними, як показано стрілками F<sub>1</sub> і F<sub>2</sub>. Зокрема, модуль 13 бездротового зв'язку забезпечує передачу команд керування від електронного блоку 5 обчислення до блоку 9 перемикання потужності для керування елементом або елементами 2<sub>i</sub> обігрівання кімнати або зони, а також передачу вимірювання температури і потужності, що здійснюються в кімнаті або зоні, від модуля 12 збору в електронний блок 5 обчислення.

Якщо в рамках способу здійснюють визначення температури зовнішнього повітря за допомогою робіт з вимірювання через короткі проміжки часу, пристрій 1 містить також щонайменше один датчик (не показаний) для вимірювання температури зовнішнього повітря. Цей датчик вимірювання температури зовнішнього повітря пов'язаний з роз'ємом одного з корпусів 4<sub>i</sub> таким чином, щоб модуль 12 збору цього корпусу міг отримувати вимірювання температури зовнішнього повітря.

#### ПРИКЛАД 1

Як показано на фіг. 3, заявлений спосіб застосовують для визначення коефіцієнта K теплових втрат нещодавно побудованого індивідуального будинку 50, що має ізоляцію всередині і який складається з вітальні, кухні, ванни і двох спальних кімнат, розподілених на двох поверхах. Система вентиляції є системою вентиляції з подвійним потоком, з'єднаною з вентиляційною шахтою. Спосіб здійснюють, коли будинок ще порожній, і система вентиляції не активована, при цьому всі вентиляційні канали перекриті.

Обігрівання будинку 50 проводять за допомогою електричних нагрівальних килимків 2, приклад яких показаний на фіг. 2, при цьому кожний нагрівальний килимок має потужність близько 110 Вт. Нагрівальні килимки 2 розподілені в різних кімнатах будинку, розташовані вертикально і згорнуті, як показано на фіг. 2. Таким чином, вся тепла потужність розсіюється в повітрі, що забезпечує швидке і однорідне обігрівання будинку. Нагрівальні килимки 2 утворюють контрольоване джерело потужності, яке відповідає задачі одноразового обігрівання в рамках способу під час першого періоду часу D<sub>1</sub>.

Весь спосіб здійснюють безперервно протягом одного періоду часу, як показано на фіг. 4, де другий період часу D<sub>2</sub>, який відповідає по суті нульовій потужності P<sub>2</sub> обігрівання будинку, іде відразу за першим періодом часу D<sub>1</sub>, що суворо відповідає позитивній потужності обігрівання P<sub>1</sub> будинку.

У прикладі, представленою на фіг. 4, спосіб здійснюють за безперервний період часу тривалістю близько 8-ми годин, який починається з настанням ночі близько 21-ї години і закінчується близько 5-ї години. У цих умовах участь сонячного випромінювання в обігріванні будинку є нульовою.

Крім того, в ході здійснення способу в будинку 50 не задіяне ніяке інше джерело потужності, крім нагрівальних килимків 2. Таким чином, для кожного періоду часу D<sub>k</sub> застосовувана потужність P<sub>k</sub> по суті дорівнює потужності нагрівання, що забезпечується нагрівальними килимками 2, якщо не враховувати залишкову потужність, пов'язану з роботою вимірювальної і обчислювальної техніки в будинку для здійснення способу. Під час здійснення способу датчики потужності у вигляді амперометричних контурів вимірюють потужність, яка подається в різні кімнати будинку.

На першому етапі способу, який відповідає першому періоду часу D<sub>1</sub>, проводять обігрівання будинку 50 за допомогою нагрівальних килимків 2. В цьому прикладі відповідно до винаходу першу потужність обігрівання P<sub>1</sub>, яка застосовується в перший період часу D<sub>1</sub>, вибирають таким

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{\text{ref}}}{P_1}$$

чином, щоб параметр  $\frac{\Delta T_1(0)K_{\text{ref}}}{P_1}$  по суті дорівнював 0,5. У цьому прикладі контрольне значення K<sub>ref</sub>, отримане в рамках теплового проектування будинку, дорівнює 94Вт/К, первинна внутрішня температура T<sub>id</sub> в будинку дорівнює 21,2°C, і первинна температура T<sub>eid</sub> зовнішнього

повітря дорівнює  $2,2^{\circ}\text{C}$ , що відповідає значенню першої потужності обігрівання  $P_1$ , що приблизно дорівнює  $3738,9 \text{ Вт}$ .

Навколишню температуру  $T_{i1}$  всередині будинку вимірюють через кожну хвилину в кожній з п'яти кімнат будинку, а саме у вітальні, кухні, ванній і двох спальних кімнатах. Для цього в кожній з цих кімнат в навколишньому повітрі над дверима на висоті приблизно  $200 \text{ см}$  встановлюють термометр Pt100 з платиновим опором.

У цьому прикладі вимірювана зміна внутрішньої температури практично однакова в кожній з п'яти кімнат будинку  $50$ , оскільки обігрівання будинку є однорідним. На фіг. 4 показана тільки зміна навколишньої температури всередині вітальні, але при цьому маєтсья на увазі, що зміна навколишньої температури всередині інших кімнат будинку має аналогічний профіль.

На фіг. 4 показана крива, яка відображає зміну внутрішньої температури  $T_{i1}$  будинку залежно від часу протягом першого періоду часу  $D_1$ . Як видно на цій фігурі, крива підвищення температури будинку  $50$  має по суті лінійну частину за проміжок часу  $\Delta t_1$ . Рівняння цієї лінійної частини кривої виглядає як:  $T_{i1}=22,1^{\circ}\text{C}+0,00531 t$ , де  $t$  виражений в хвилинах.

На фіг. 4 показана також зміна температури  $T_{e1}$  навколишнього повітря протягом першого періоду часу  $D_1$ . Температура  $T_{e1}$  навколишнього повітря за проміжок часу  $\Delta t_1$  є досить стабільною, щоб її можна було вважати по суті постійною, яка дорівнює середній температурі за проміжок часу  $\Delta t_1$ , тобто в цьому прикладі  $T_{e1m}=1,9^{\circ}\text{C}$ .

На другому етапі способу, який відповідає другому періоду часу  $D_2$ , в будинку  $50$  застосовують по суті нульову другу потужність обігрівання  $P_2$ , починаючи з первинної температури  $T_{i2d}=23,3^{\circ}\text{C}$ , тобто протягом цього другого періоду  $D_2$  нагрівальні килимки не працюють. Як і на першому етапі, навколишню температуру  $T_{i2}$  всередині будинку вимірюють через кожну хвилину за допомогою п'яти температурних датчиків, які є термометрами Pt100 з платиновим опором і встановлені в кожній кімнаті будинку в навколишньому повітрі на висоті  $200 \text{ см}$ . У цьому випадку вимірювання також показують, що зміна внутрішньої температури є майже однаковою для всіх п'яти кімнат будинку.

На фіг. 4 показана крива, яка відображає зміну внутрішньої температури  $T_{i2}$  будинку залежно від часу протягом другого періоду часу  $D_2$ . Як видно на цій фігурі, крива зниження температури будинку  $50$  має по суті лінійну частину за проміжок часу  $\Delta t_2$ . Рівняння цієї лінійної частини кривої виглядає як:  $T_{i2}=22,1^{\circ}\text{C} - 0,00703 t$ , де  $t$  виражений в хвилинах.

На фіг. 4 показана також зміна температури  $T_{e2}$  навколишнього повітря протягом другого періоду часу  $D_2$ . Як і на першому етапі, температура  $T_{e2}$  навколишнього повітря за проміжок часу  $\Delta t_2$  є досить стабільною, щоб її можна було вважати по суті постійною, яка дорівнює середній температурі за проміжок часу  $\Delta t_2$ , тобто в цьому прикладі  $T_{e2m}=2,0^{\circ}\text{C}$ .

Оскільки відповідно до вищезазначеного рівняння (2)  $K_{\text{calc}} = \frac{a_1 P_2 - a_2 P_1}{a_1 \Delta T_{2m} - a_2 \Delta T_{1m}}$ , використовуючи значення  $\Delta T_{1m}=21,0^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T_{2m}=19,0^{\circ}\text{C}$ ,  $P_1=3738,9 \text{ Вт}$ ,  $P_2=153,5 \text{ Вт}$ , отримуємо значення коефіцієнта  $K$  теплових втрат будинку  $50$ :

$$K_{\text{calc}}=109,0 \text{ Вт/К.}$$

Заявлений спосіб дозволяє також отримати значення інерції або дійсної теплоємності  $C$  будинку  $50$ , як було зазначено вище, а саме значення енергії, необхідної для підвищення навколишньої температури будинку на  $1 \text{ К}$  при постійній навколишній температурі протягом часу впливу:

$$C=17,7 \text{ МДж/К.}$$

#### ПРИКЛАД 2

Як показано на фіг. 5 і 6, заявлений спосіб застосовують для визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат бунгало  $60$ , що має площу на землі  $12,4 \text{ м}^2$ , внутрішню висоту  $2,4 \text{ м}$ , об'єм  $29,76 \text{ м}^3$  і загальну площу оболонки  $62,7 \text{ м}^2$ . Зовнішня стіна бунгало  $60$  виконана з багатошарових ізоляційних панелей, які містять шар поліуретану товщиною  $4 \text{ см}$ , розташований між двома металевими пластинами, і містять двері і два вікна з потрійними склопакетами.

В оболонку була додана додаткова ізоляція, яка включає в себе такі матеріали:

- $6 \text{ см}$  скловати, гіпсової плити  $13 \text{ мм}$  і шар алебастру близько  $1 \text{ см}$  для стін;

- $3 \text{ см}$  спіненого полістиролу для підлоги і стелі, при цьому підлога покрита дерев'яною плитою з орієнтованими тонкими дощечками (OSB).

Спосіб здійснюють в порожньому бунгало  $60$ .

Термічний проект бунгало  $60$  передбачає контрольне значення  $K_{\text{ref}}$ , яке дорівнює  $32,7 \text{ Вт/К}$ . Бунгало є дуже легкою будовою, і його тимчасова константа становить декілька годин.

Як і в прикладі 1, обігрівання бунгало  $60$  забезпечують електричні нагрівальні килимки, показані на фіг. 2, при цьому кожний нагрівальний килимок має потужність близько  $110 \text{ Вт}$ .

Нагрівальні килимки 2 розподілені в бунгалі, розташовані вертикально і згорнуті, як показано на фіг. 2, що забезпечує швидке і однорідне обігрівання бунгалі.

Весь заявлений спосіб здійснюють повністю тільки за один період нічного часу, щоб уникнути участі сонячного випромінювання в обігріванні бунгалі 60. Спочатку проводять обігрівання бунгалі в перший період часу  $D_1$  з 23-ї години до 3-ї години, що відповідає застосуванню суворо позитивної першої потужності обігрівання  $P_1$ , потім бунгалі вільно охолоджується у другий період часу  $D_2$  з 3-ї години до 7-ї години, що відповідає застосуванню по суті нульової другої потужності обігрівання  $P_2$ . Таким чином, другий період часу  $D_2$  настає відразу за першим періодом часу  $D_1$ .

У ході здійснення способу в бунгалі 60 не задіяне ніяке інше джерело потужності, крім нагрівальних килимків 2. Таким чином, для кожного періоду часу  $D_k$  застосовна потужність  $P_k$  по суті дорівнює потужності нагрівання, що забезпечується нагрівальними килимками 2, якщо не враховувати залишкову потужність, пов'язану з роботою вимірювальної і обчислювальної техніки в бунгалі для здійснення способу. Під час здійснення способу датчики потужності у вигляді амперометричних контурів вимірюють потужність, яка подається у бунгалі.

На першому етапі способу, який відповідає першому періоду часу  $D_1$ , здійснюють обігрівання бунгалі 60 за допомогою нагрівальних килимків 2. В цьому прикладі відповідно до винаходу першу потужність обігрівання  $P_1$ , яка застосовується в перший період часу  $D_1$ ,

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

вибирають таким чином, щоб параметр  $\alpha$  по суті дорівнював 0,5. У цьому прикладі контрольне значення  $K_{ref}$  дорівнює 32,7 Вт/К, первинна внутрішня температура  $T_{i1d}$  всередині бунгалі дорівнює 10,4°C, і первинна температура  $T_{e1d}$  зовнішнього повітря дорівнює 4,1°C, що відповідає значенню першої потужності обігрівання  $P_1$ , яке приблизно дорівнює 432,8 Вт.

Навколишню температуру  $T_{i1}$  всередині бунгалі вимірюють кожні десять секунд. Для цього в бунгалі в навколишньому повітрі на висоті 180 см встановлюють термопару типу К.

На фіг. 6 показана крива, яка відображає зміну внутрішньої температури  $T_{i1}$  бунгалі залежно від часу протягом першого періоду часу  $D_1$ . Як видно на цій фігурі, крива підвищення температури бунгалі 60 має по суті лінійну частину за проміжок часу  $\Delta t_1$ . Рівняння цієї лінійної частини кривої виглядає як:  $T_{i1} = 13,4^\circ\text{C} + 0,00413 t$ , де  $t$  виражений в секундах.

На фіг. 6 показана також зміна температури  $T_{i1}$  навколишнього повітря протягом першого періоду часу  $D_1$ . Температура  $T_{e1}$  навколишнього повітря за проміжок часу  $\Delta t_1$  є досить стабільною, щоб її можна було вважати по суті постійною, що дорівнює середній температурі за проміжок часу  $\Delta t_1$ , тобто в цьому прикладі  $T_{e1m} = 3,8^\circ\text{C}$ .

На другому етапі способу, який відповідає другому періоду часу  $D_2$ , в бунгалі 60 застосовують по суті нульову другу потужність обігрівання  $P_2$ , починаючи з первинної температури  $T_{i2d} = 14,4^\circ\text{C}$ , тобто протягом цього другого періоду  $D_2$  нагрівальні килимки 2 не працюють. Як і на першому етапі, навколишню температуру  $T_{i2}$  всередині будинку вимірюють кожні десять секунд за допомогою термопари типу К, встановленої в центрі бунгалі в навколишньому повітрі на висоті 180 см.

На фіг. 6 показана крива, яка відображає зміну внутрішньої температури  $T_{i2}$  бунгалі залежно від часу протягом другого періоду часу  $D_2$ . Як видно на цій фігурі, крива зниження температури бунгалі 60 має по суті лінійну частину за проміжок часу  $\Delta t_2$ . Рівняння цієї лінійної частини кривої виглядає як:  $T_{i2} = 11^\circ\text{C} - 0,00871 t$ , де  $t$  виражений в секундах.

На фіг. 6 показана також зміна температури  $T_{e2}$  навколишнього повітря протягом цього ж періоду часу  $D_2$ . Як і на першому етапі, температура  $T_{e2}$  навколишнього повітря за проміжок часу  $\Delta t_2$  є досить стабільною, щоб її можна було вважати по суті постійною, яка дорівнює середній температурі за проміжок часу  $\Delta t_2$ , тобто в цьому прикладі  $T_{e2m} = 3,4^\circ\text{C}$ .

$$K_{calc} = \frac{a_1 P_2 - a_2 P_1}{a_1 \Delta T_{2m} - a_2 \Delta T_{1m}} \quad (2),$$

Оскільки відповідно до вищезазначеного рівняння використовуючи значення  $\Delta T_{1m} = 10,5^\circ\text{C}$ ,  $\Delta T_{2m} = 5,7^\circ\text{C}$ ,  $P_1 = 432,8\text{Вт}$ ,  $P_2 = 11,0\text{Вт}$ , отримуємо значення коефіцієнта  $K$  теплових втрат бунгалі 60:

$$K_{calc} = 33,2 \text{ Вт/К}.$$

Заявлений спосіб дозволяє також отримати значення інерції або дійсної теплоємності  $C$  бунгалі 60, як було зазначено вище, а саме значення енергії, необхідної для підвищення навколишньої температури будинку на 1 К при постійній навколишній температурі протягом часу впливу:

$$C = 1,3 \text{ МДж/К}.$$



На практиці в двох вищезазначених прикладах етапи вибору проміжків часу  $\Delta t_k$  для обробки даних, лінеаризації і обчислення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат на основі нахилів  $\alpha_k$  переважно здійснюють за допомогою електронного блоку обчислення, що належить до пристрою, описаного з посиланнями на фіг. 1.

5 Винахід не обмежується описаними вище прикладами. Зокрема, як вже було зазначено вище, заявлений спосіб можна здійснювати як зі стаціонарними засобами обігрівання, якими обладнане приміщення, так і з засобами обігрівання, встановленими в приміщенні спеціально для здійснення способу, якщо тільки можна точно визначити потужність, що забезпечується цими засобами обігрівання в межах, необхідних для здійснення способу.

10 Крім того, у випадку приміщення великої площі, такого як багатоповерхова будівля, заявлений спосіб можна застосовувати або для визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат приміщення в цілому, і в цьому випадку обігрівання повітря необхідно забезпечити у всьому приміщенні, або для визначення коефіцієнта  $K$  теплових втрат тільки частини приміщення. Так, у випадку будівлі можна тестувати тільки одну квартиру будівлі. Для цього бажано, щоб частини, загальні з досліджуваною квартирою, знаходилися в тепловому стані, який характеризує їхній стан нормального заселення, зокрема, щоб зазвичай заселені частини знаходилися при навколишній температурі близько 20°C. Бажано також в міру можливості звести до мінімуму теплові втрати, наприклад, за рахунок додаткової ізоляції загальних стін або за рахунок такого ж кондиціонування загальних частин, як і в досліджуваній квартирі, щоб

20 забезпечити відхилення температури з обох боків від загальної стіни, якомога ближче до нуля. Разом з тим, перевагою заявленого способу є те, що він обмежує теплопередачі між досліджуваною квартирою, і загальними частинами, завдяки скороченню часу вимірювання. Таким чином, немає необхідності вносити поправки до отриманого значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат. Таким чином, заявлений спосіб задовольняє всі вимоги для визначення

25 коефіцієнта теплових втрат частин багатоквартирних будівель.

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 1. Спосіб визначення коефіцієнта теплових втрат  $K$  приміщення, який **відрізняється** тим, що містить етапи, на яких:

- в приміщенні за два послідовних періоди часу  $D_1$  і  $D_2$  здійснюють наступні операції:

i) за перший період часу  $D_1$  застосовують першу потужність обігрівання  $P_1$  приміщення і здійснюють роботи з вимірювання щонайменше температури  $T_{i1}$  всередині приміщення через короткі проміжки часу, а також визначають температуру  $T_{e1}$  зовнішнього повітря через короткі проміжки часу, при цьому перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою, що параметр

$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$  менший або дорівнює 0,8 при  $\Delta T_1(0) = T_{i1}(t=0) - T_{em}$ , де  $t=0$  є точкою початку

40 першого періоду часу  $D_1$ ,  $T_{em}$  є середньою температурою зовнішнього повітря за всі періоди часу  $D_1$  і  $D_2$ , і  $K_{ref}$  є контрольним значенням коефіцієнта теплових втрат  $K$  приміщення, потім

ii) за другий період часу  $D_2$  застосовують по суті нульову другу потужність обігрівання  $P_2$  приміщення і здійснюють роботи з вимірювання щонайменше температури  $T_{i2}$  всередині приміщення через короткі проміжки часу, а також визначають температуру  $T_{e2}$  зовнішнього повітря через короткі проміжки часу;

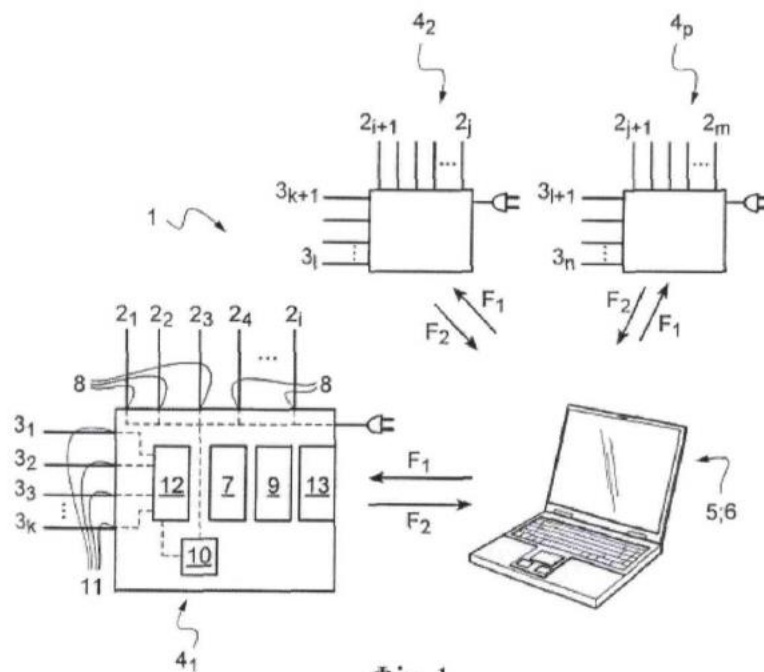
45 - для кожного з першого і другого періодів часу  $D_1$  і  $D_2$  вибирають проміжок часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$ , при якому зміна  $T_{i1}(t)$  або  $T_{i2}(t)$  є по суті лінійною, при цьому проміжки часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  є такими, що проміжок часу  $\Delta t_1$  триває до кінця першого періоду  $D_1$  застосування першої потужності обігрівання  $P_1$ , і такими, що, якщо поєднати точки початку першого періоду  $D_1$  і другого періоду  $D_2$ , то проміжки  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  мають одну і ту саму точку кінця;

50 - за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  визначають нахил  $\alpha_1$  або  $\alpha_2$  дотичної до кривої  $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ або } 2}$ ,

- на основі нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  виводять значення  $K_{calc}$  коефіцієнта теплових втрат  $K$  приміщення.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що проміжки часу  $\Delta t_1$  і  $\Delta t_2$  мають однакову тривалість.
3. Спосіб за будь-яким з пп. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що перший період часу  $D_1$ , протягом якого застосовують першу потужність обігрівання  $P_1$ , має тривалість, меншу або таку, як дорівнює 4 годинам.
- 5 4. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою, що параметр  $\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$  менший або дорівнює 0,75.
5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою, що параметр  $\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$  менший або дорівнює 0,7.
- 10 6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що перша потужність обігрівання  $P_1$  є такою, що параметр  $\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$  перевищує або дорівнює 0,25, ще переважніше перевищує або дорівнює 0,3.
7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що після визначення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта К теплових втрат приміщення на основі нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  обчислюють значення параметра  $\alpha_{calc} = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$  і перевіряють, що значення  $\alpha_{calc}$  знаходиться в інтервалі значень, попередньо визначеному для параметра  $\alpha$ .
8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що контрольне значення  $K_{ref}$  коефіцієнта К теплових втрат приміщення визначають на основі коефіцієнта теплопередачі оболонки приміщення, отриманого відповідно до норми ISO 13789:2007.
- 20 9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що перша потужність обігрівання  $P_1$  включає в себе потужність обігрівання  $P_{imp1}$ , задану за допомогою контрольованого джерела потужності.
10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що спосіб застосовують, коли приміщення порожнє.
- 25 11. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що в кожний з першого і другого періодів часу  $D_1$  і  $D_2$  температура зовнішнього повітря  $T_{e1}$  або  $T_{e2}$  є стабільною.
12. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що в кожний з першого і другого періодів часу  $D_1$  і  $D_2$  сонячне випромінювання є слабким, переважно нульовим.
13. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що його здійснюють повністю за один нічний період.
- 30 14. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що в кожний з першого і другого періодів часу  $D_1$  і  $D_2$  вимикають будь-яку стаціонарну систему вентиляції, якою обладнане приміщення.
15. Носій запису інформації, який **відрізняється** тим, що містить команди для здійснення всіх або частини етапів обчислення способу визначення коефіцієнта К теплових втрат приміщення за будь-яким з попередніх пунктів, коли ці команди виконує електронний блок обчислення, при цьому етапи обчислення включають в себе:
  - обчислення першої потужності обігрівання  $P_1$  для застосування в перший період часу  $D_1$ , на основі значень  $\alpha$ ,  $\Delta T_1(0)$  та  $K_{ref}$ ,
  - 40 - обчислення за кожний проміжок часу  $\Delta t_1$  або  $\Delta t_2$  нахилу  $\alpha_1$  або  $\alpha_2$  на основі вимірювань температури  $T_{i1}$  або  $T_{i2}$  всередині приміщення,
  - обчислення значення  $K_{calc}$  коефіцієнта К теплових втрат приміщення на основі нахилів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$ .
16. Носій запису інформації за п. 15, який **відрізняється** тим, що додатково містить команди для керування, залежно від вхідних даних, контрольованим джерелом потужності, яке використовується для застосування першої потужності обігрівання  $P_1$  в приміщенні.
- 45 17. Пристрій визначення коефіцієнта теплових втрат К приміщення для здійснення способу за будь-яким з пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що містить:
  - щонайменше один елемент обігрівання, який містить контрольоване джерело потужності,

- щонайменше один температурний датчик, який вимірює температуру  $T_{ik}$  всередині приміщення,
- щонайменше один датчик потужності, який вимірює потужність обігрівання  $P_k$ , що подається до приміщення,
- 5 - щонайменше один модуль збору для збору вимірювань температури  $T_{ik}$  всередині приміщення, вимірювань потужності обігрівання  $P_k$ , що подається до приміщення, температури  $T_{ek}$  зовнішнього повітря,
- електронний блок обчислення, і
- носій запису інформації за п. 15 або 16.
- 10 18. Пристрій за п. 17, який **відрізняється** тим, що елемент обігрівання або кожний елемент обігрівання нагріває повітря в приміщенні.
- 19. Пристрій за будь-яким з пп. 17 або 18, який **відрізняється** тим, що температурний датчик або кожний температурний датчик вимірює температуру повітря всередині приміщення.
- 20. Пристрій за будь-яким з пп. 17-19, який **відрізняється** тим, що електронний блок
- 15 обчислення містить засоби керування джерелом потужності елемента або кожного елемента обігрівання.
- 21. Пристрій за будь-яким з пп. 17-20, який **відрізняється** тим, що містить щонайменше один корпус, який знаходиться в кімнаті або зоні приміщення і містить:
  - модуль керування потужністю, з яким з'єднане джерело потужності елемента або кожного
  - 20 елемента обігрівання, що знаходиться в згаданій кімнаті або зоні приміщення,
  - модуль вимірювання температури, з яким з'єднаний датчик або кожний температурний датчик, який знаходиться в згаданій кімнаті або зоні приміщення,
  - датчик потужності, який вимірює потужність обігрівання, яка подається в згадану кімнату або
  - 25 зону приміщення,
  - засоби зв'язку між корпусом і електронним блоком обчислення, при цьому електронний блок обчислення виконаний з можливістю отримувати вимірювання температури і потужності і керувати модулем керування потужністю.
  - 22. Пристрій за п. 21, який **відрізняється** тим, що містить корпус в кожній кімнаті або зоні приміщення.
  - 30 23. Пристрій за будь-яким з пп. 21 або 22, який **відрізняється** тим, що засоби зв'язку між корпусом або кожним корпусом і електронним блоком обчислення є засобами бездротового зв'язку.



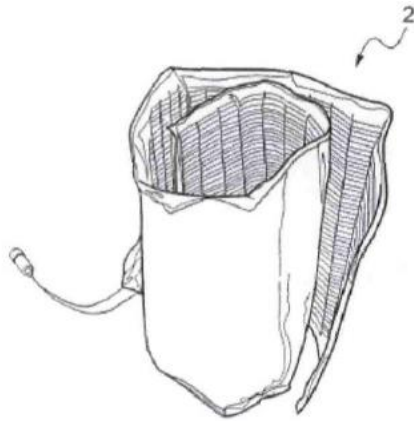


Fig. 2

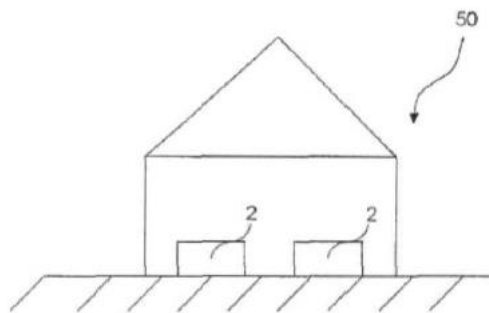
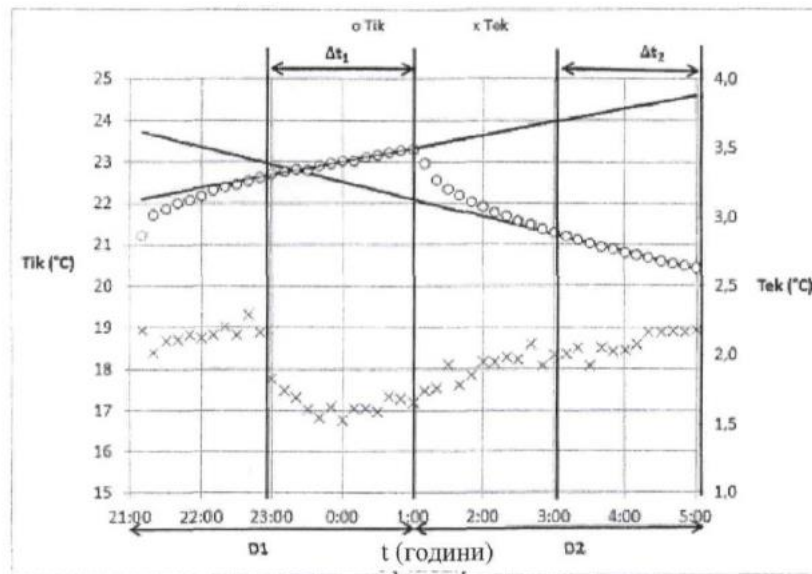
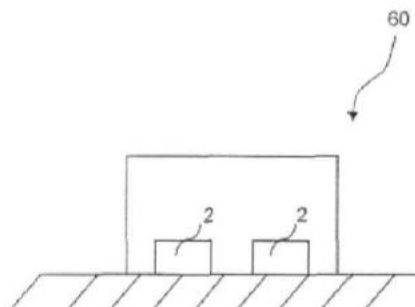


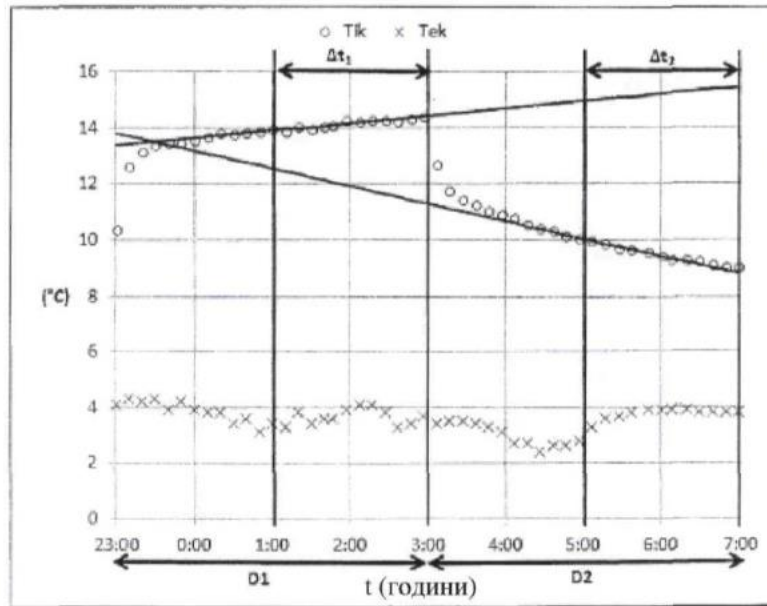
Fig. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фіг. 6

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601