



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **74457**

(13) **U**

(51) МПК

G01M 3/24 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 05293**

(22) Дата подання заявки: **27.04.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.10.2012**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.10.2012, Бюл.№ 20**

(72) Винахідник(и):

**Бабак Віталій Павлович (UA),
Воробйов Леонід Йосипович (UA),
Декуша Леонід Васильович (UA),
Красильников Олександр Іванович (UA),
Назаренко Андрій Олегович (UA),
Полобюк Тетяна Анатолівна (UA)**

(73) Власник(и):

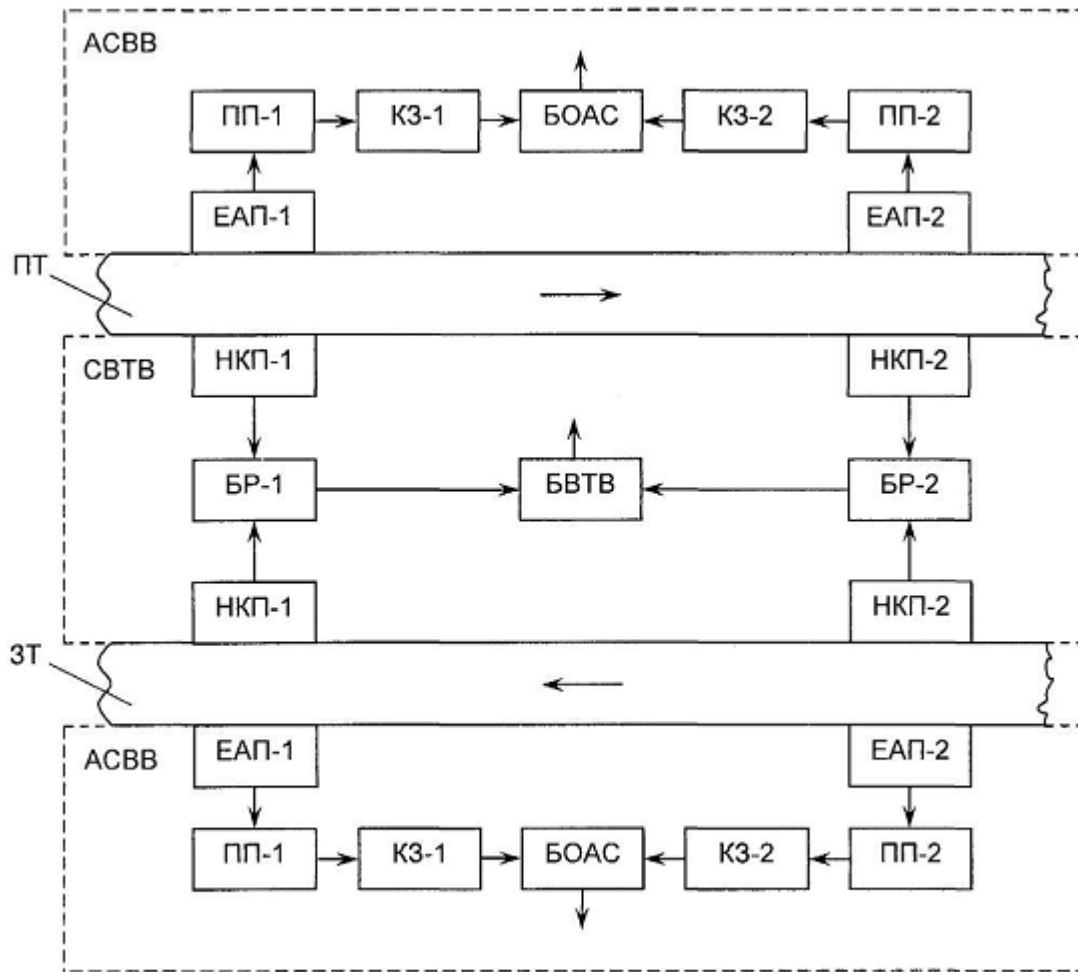
**ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН
УКРАЇНИ,
вул. Желябова, 2-а, м. Київ-57, 03057 (UA)**

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ НА ДІЛЯНЦІ ТРУБОПРОВОДІВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення тепловтрат на ділянках трубопроводів, при якому додатково виявляють витоки теплоносія, викликані утворенням свищів, шляхом встановлення на контрольованому об'єкті трубопроводу електроакустичних перетворювачів, реєструють сигнали перетворювачів, здійснюють їх подальшу обробку і видають сигнал про наявність або відсутність витоку теплоносія.

UA 74457 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до комунальної енергетики і може використовуватися для визначення інтегральних теплових втрат на ділянках теплотрас у робочому режимі.

Відомий інформаційно-вимірювальний комплекс "Траса", призначений для вимірювання інтегральних теплових втрат, який містить два вимірювальних пристрої, кожен з яких має по чотири перетворювачі температури і вторинний електронний прилад, а також калібрувальний сухий термостат для звірення перетворювачів і програмне забезпечення для обробки інформації на комп'ютері [Грищенко Т.Г., Декуша Л.В., Воробьев Л.И., Безпрозванный А.А., Самокиш А.И., Гайдучек А.В., Ненюк А.Т. Контроль теплопотерь на участках теплотрасс // Энергетика и электрификация.-2000. - № 8. - С. 44-48].

Відомий комплекс не дозволяє вимірювати тепловтрати на ділянці трас, трубопроводи яких не обладнані штатними гільзами, оскільки виміри температури зовнішньої поверхні труби мають похибки, співвимірні зі змінами температури теплоносія на ділянці трас, викликаними тепловтратами.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого способу є спосіб вимірювання тепловтрат з накладними комбінованими перетворювачами температури і теплового потоку, який включає установку на контрольованому об'єкті чотирьох накладних вимірювальних перетворювачів, реєстрацію сигналів перетворювачів з їх подальшою обробкою на комп'ютері за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення [Долинский А.А., Декуша Л.В., Грищенко Т.Г., Воробьев Л.И. Аппаратура и метод определения теплопотерь на участках теплотрасс // Инновации & промышленность.-2007. - № 2. - С.63-69].

Недоліком відомого способу вимірювання тепловтрат є спотворення результатів вимірювань за появи витоків теплоносія, викликаних утворенням свищів на контрольованих трубопроводах.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення способу визначення тепловтрат на ділянках трубопроводів шляхом встановлення на поверхні трубопроводів електроакустичних перетворювачів для виявлення витоків теплоносія, викликаних утворенням свищів, що забезпечить більш точне визначення тепловтрат.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення тепловтрат на ділянках трубопроводів, що передбачає вимірювання температури і теплового потоку шляхом встановлення на контрольованому об'єкті трубопроводу чотирьох накладних комбінованих перетворювачів, реєстрацію сигналів перетворювачів та їх подальшу обробку, згідно з корисною моделлю, додатково виявляють витoki теплоносія, викликані утворенням свищів, шляхом встановлення на контрольованому об'єкті трубопроводу електроакустичних перетворювачів, реєструють сигнали перетворювачів, здійснюють їх подальшу обробку і видають сигнал про наявність або відсутність витoku теплоносія.

Структурна схема визначення тепловтрат представлена на фіг. 1, де ПТ - подавальний трубопровід; ЗТ - зворотний трубопровід; СВТВ - система вимірювання теплових втрат; АСВВ - акустична система виявлення витоку; НКП-1, НКП-2 - накладні комбіновані перетворювачі; БР-1, БР-2 - блоки реєстрації сигналів з НКП-1, НКП-2; БВТВ - блок визначення тепловтрат; ЕАП-1, ЕАП-2 - електроакустичні перетворювачі; ПП-1, ПП-2 - попередні підсилювачі; КЗ-1, КЗ-2 - канали зв'язку; БОАС - блок обробки акустичних сигналів.

На фіг.2 зображена установка перетворювачів на металеву поверхню труби, де 1 - трубопровід, 2 - ЕАП, 3 - НКП, 4 - теплова ізоляція.

Принцип акустичного виявлення витоку в контрольованих подавальному і зворотному трубопроводах ідентичний і полягає в наступному.

На очищену бічну поверхню трубопроводу 1 встановлюють електроакустичні перетворювачі ЕАП-1 і ЕАП-2 2 та накладні комбіновані перетворювачі НКП-1, НКП-2 3, які захищені тепловою ізоляцією 4.

Якщо перетворювачі встановлені в точках x_1 і x_2 , установка яких зображена на фіг. 3, а свищ знаходиться в точці x_0 , то в цій точці витоком збуджується акустичний сигнал $\xi_B(t)$, який поширюється трубою в обидві сторони від точки x_0 у напрямку точок x_1 і x_2 . На виходах ЕАП-1 і ЕАП-2 маємо сигнали $\xi_1(t)$ і $\xi_2(t)$:

$$\xi_1(t) = A_1 \xi_B(t - \tau_1) + \xi_{31}(t), \quad (1)$$

$$\xi_2(t) = A_2 \xi_B(t - \tau_2) + \xi_{32}(t), \quad (2),$$

де A_1, A_2 - інтегральні коефіцієнти послаблення сигналу витоку на ділянках

$l_1 = x_0 - x_1$ і $l_2 = x_2 - x_0$, $0 \leq A_1, A_2 \leq 1$; τ_1, τ_2 - затримки приходу сигналу витоку в точки x_1 і x_2 ,

$$\tau_1 = \frac{l_1}{c}, \quad \tau_2 = \frac{l_2}{c},$$

де c - швидкість звуку в трубопроводі; $\xi_{31}(t)$ і $\xi_{32}(t)$ - акустичні завади в точках прийому, викликані в основному турбулентністю рухомого теплоносія.

Сигнали $\xi_1(t)$ і $\xi_2(t)$ посилюються попередніми підсилювачами ПП-1 і ПП-2 та передаються каналами зв'язку КС-1 і КС-2 у блок обробки акустичних сигналів БОАС.

5 У блоці БОАС обчислюються дисперсії D_1 і D_2 сигналів (1), (2) та їх взаємна кореляційна функція $R_{12}(\tau)$ за формулами

$$D_1 = A_1^2 D_B + D_3, \quad (3)$$

$$D_2 = A_2^2 D_B + D_3, \quad (4)$$

$$R_{12}(\tau) = A_1 A_2 R_B(\tau - \tau_0), \quad (5)$$

10 де D_B, D_3 - дисперсії сигналу витоку та завади; $R_B(\tau)$ - кореляційна функція сигналу витоку; τ_0 - зсув кореляційної функції $R_B(\tau)$, $\tau_0 = \tau_2 - \tau_1$.

Застосування формул (3) - (5) ґрунтується на припущеннях про стаціонарність процесів $\xi_B(t)$, $\xi_{31}(t)$ і $\xi_{32}(t)$; некорельованості сигналів витоку і завад, завад $\xi_{31}(t)$ і $\xi_{32}(t)$ та рівності дисперсій завад, тобто $D_{31} = D_{32} = D_3$. Функція $R_{12}(\tau)$ має максимум у точці $\tau = \tau_0$, який дорівнює

15
$$\max_{\tau} R_{12}(\tau) = R_{12}(\tau_0) = A_1 A_2 D_B. \quad (6)$$

Принцип виявлення сигналу витоку $\xi_B(t)$ полягає в наступному. Якщо витік в контрольованому трубопроводі відсутній, то

$$D_1 = D_2 = D_3, \quad R_{12}(\tau) = 0.$$

20 За наявності витоку можливі дві крайні ситуації. У першій з них витік знаходиться посередині контрольованої ділянки, тобто $x_0 = 0.5(x_1 + x_2)$.

У цьому разі $\tau_0 = 0$, $A_1 = A_2 = A_{0.5}$, де $A_{0.5}$ - послаблення сигналу на ділянці довжиною $0.5(x_1 + x_2)$, тому формули (3) - (6) приймають вигляд

$$D_1 = D_2 = A_{0.5}^2 D_B + D_3,$$

$$R_{12}(\tau) = A_{0.5}^2 R_B(\tau),$$

25
$$\max_{\tau} R_{12}(\tau) = A_{0.5}^2 D_B.$$

У випадку, що розглядається, критерієм наявності витоку є виконання умови

$$\max_{\tau} R_{12}(\tau) > 0.$$

Виконання нерівностей

$$D_1 > D_3, \quad D_2 > D_3$$

30 не може бути критерієм виявлення сигналу витоку, оскільки в процесі контролю дисперсія завади D_3 може змінювати своє значення і на підставі цієї зміни, наприклад збільшення D_3 , може бути помилково прийняте рішення про появу сигналу витоку.

У другій крайній ситуації точка x_0 може знаходитися поблизу однієї з точок x_1 або x_2 установки електроакустичних перетворювачів. Якщо, наприклад, $x_0 \approx x_1$, то $A_1 \approx 1$, $A_2 \approx 0$,

35 $\tau_0 = \tau_2$, тоді з формул (3) - (6) випливає, що

$$D_1 \approx D_B + D_3,$$

$$D_2 \approx D_3,$$

$$R_{12}(\tau) \approx 0.$$

У випадку, що розглядається, критерієм наявності витоку є виконання умов

40 $D_1 > D_2$ або $D_1 < D_2$.

Таким чином БОАС виносить рішення про відсутність витоку при виконанні умови

$$\max_{\tau} R_{12}(\tau) = 0$$

і про наявність витоку при виконанні однієї з умов

$$\max_{\tau} R_{12}(\tau) > 0, \quad D_1 \neq D_2.$$

Принцип визначення тепловтрат полягає в наступному. Накладні комбіновані перетворювачі, що виконані у вигляді еластичної пластини, в яку вмонтовані перетворювач температури у вигляді малогабаритного високоомного платинового термометра опору і перетворювач теплового потоку, встановлюють з використанням теплопровідного мастила на очищену металеву поверхню труби подавального і зворотного трубопроводів на початку і в кінці контрольованої ділянки поруч з електроакустичними перетворювачами (див. фіг. 2).

Результати спільних вимірювань температури і теплового потоку на поверхні трубопроводу дозволяють визначити температуру $T_{\text{ТН}}$ теплоносія за формулою

$$T_{\text{ТН}} = T_{\text{вим}} + q(R_k + R_{\text{тр}} + R_{\text{конв}}), \quad (7),$$

де $T_{\text{вим}}$ - виміряна температура поверхні труби; q - виміряна щільність теплового потоку від поверхні труби; R_k - термічний опір контакту між перетворювачами температури і поверхнею труби; $R_{\text{тр}}$ - термічний опір металевої стінки труби; $R_{\text{конв}}$ - термічний опір конвективного теплообміну між теплоносієм і трубою.

Вихідні сигнали НКП-1 і НКП-2 надходять до відповідних блоків реєстрації БР-1 і БР-2, які здійснюють перетворення сигналів у цифрову форму та їх реєстрацію в запам'ятовувальному пристрої впродовж часу випробувань (до декількох діб).

Методика визначення тепловтрат полягає в наступному:

- після закінчення випробувань перезаписують файли накопиченої інформації з блоків БР-1 і БР-2 в персональний комп'ютер;

- звіряють перетворювачі температури НКП, для чого встановлюють їх у калібрувальний термостат з температурою, значення якої лежить в діапазоні проведених вимірів, і визначають поправки до показників перетворювача температури;

- вводять у комп'ютер значення поправок, а також інформацію про тип труби на випробній ділянці. З використанням наявного програмного забезпечення в БВТВ за тепловими мітками розраховують швидкість руху (витрати) теплоносія, розраховують значення термічних опорів, що входять у формулу (7), визначають значення температури теплоносія за формулою (7) з урахуванням поправок, визначених під час звірення показань НКП;

- визначають різниці температури теплоносія на початку і в кінці випробної ділянки для подавального і зворотного трубопроводів, розраховують інтегральні і питомі тепловтрати на випробній ділянці.

Експлуатаційні випробування пропонованого способу виконані на діючій справній магістральній теплотрасі між Київською ТЕЦ-6 і котельнею РТС-6. Початкова точка контрольованої ділянки - павільйон 1П1, кінцева точка - насосна РТС-6.

Загальна довжина ділянки -- 2970,7 м, у тому числі довжина надземної прокладки - 146,5 м, підземної (двотрубною в непрохідному каналі) - 2824,2 м; діаметр трубопроводу 1200 мм. Випробування проведені за режиму роботи тепломережі з витратою близько 7000 т/год., а також за експериментального режиму зі зниженою витратою теплоносія близько 3000 т/год. Результати запису температури протягом доби наведені у вигляді графіків на фіг. 4.

Середній перепад температури в подавальному трубопроводі на досліджуваній ділянці склав приблизно 0,05 К під час випробувань з витратою близько 7000 т/год. і 0,105 К за зниженої витрати теплоносія. З урахуванням похибок і розкиду результатів вимірювань, питомі тепловтрати на ділянці не перевищували $Q_n=176$ Вт/м. Значення тепловтрат на верхній межі інтервалу вірогідності менше гранично допустимих тепловтрат для досліджуваного типу теплотрас.

Були також виконані обчислення значень середньої температури і перепаду температур на ділянці зворотного трубопроводу. У різні інтервали часу перепад температур на ділянці зворотного трубопроводу не перевищував 0,02 К. Оскільки отримані значення фактично менші за похибки вимірювання, вони лише якісно свідчать про малі тепловтрати в зворотному трубопроводі, які істотно не впливають на значення загальних втрат енергії.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення тепловтрат на ділянках трубопроводів, що включає вимірювання температури і теплового потоку шляхом встановлення на контрольованому об'єкті трубопроводу чотирьох накладних вимірювальних перетворювачів, реєстрацію сигналів перетворювачів та їх подальшу обробку, який **відрізняється** тим, що додатково виявляють витоки теплоносія, викликані утворенням свищів, шляхом встановлення на контрольованому об'єкті трубопроводу електроакустичних перетворювачів, реєструють сигнали перетворювачів,

здійснюють їх подальшу обробку і видають сигнал про наявність або відсутність витoku теплоносія.

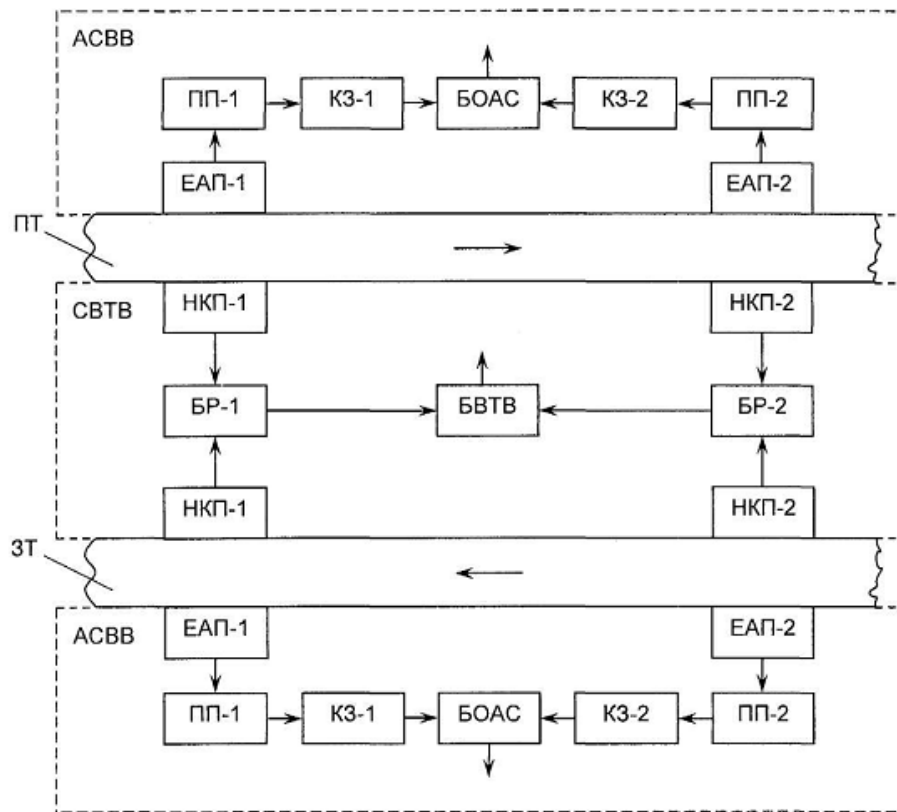


Fig. 1

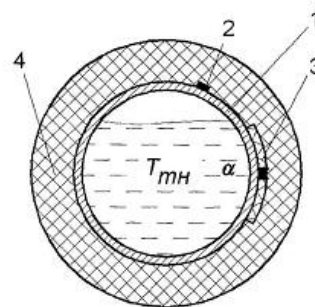


Fig. 2

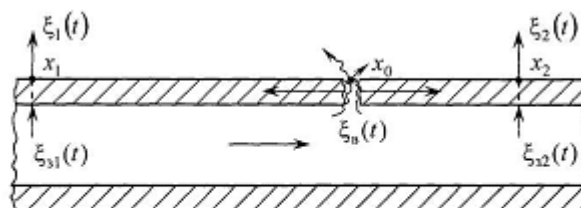


Fig. 3

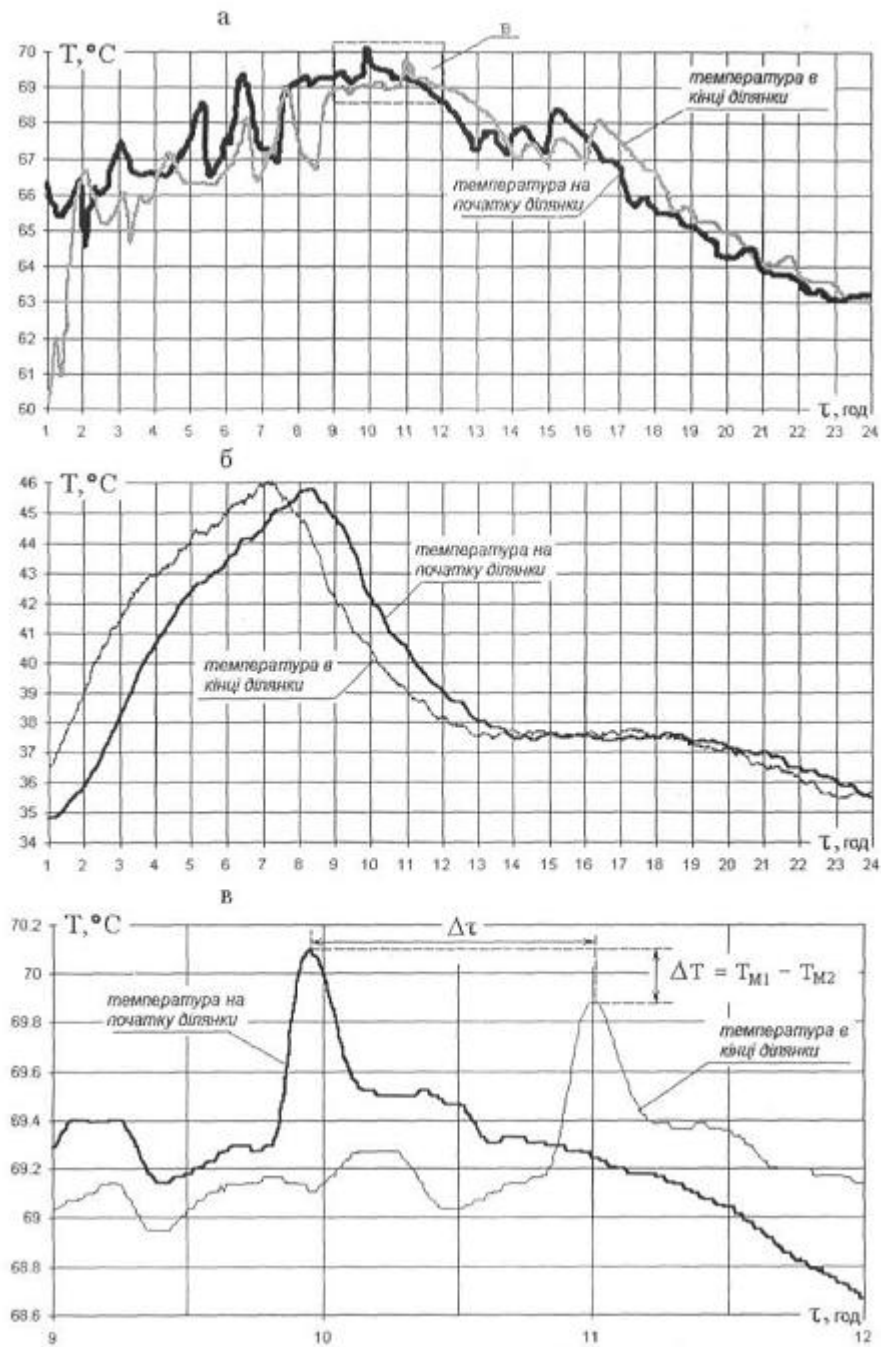


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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