



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42460 (13) A

(51) 7 G01K13/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗОВОГО ПОТОКУ НА ДІЛЬНИЦІ ТРУБОПРОВОДУ

(21) 2001031537

(22) 06.03.2001

(24) 15.10.2001

(33) UA

(46) 15.10.2001, Бюл. № 9, 2001 р.

(72) Коломєєв Валентин Миколайович, Химко Мирослав Петрович, Михалевич Олег Тадейович, Золотарьов Леонід Генріхович, Черпакова Юлія Василівна, Яценко Олексій Іванович, Бантюков Євген Миколайович

(73) ДОЧІРНЯ КОМПАНІЯ "УКРТРАНСГАЗ", UA, НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ТА ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ ГАЗУ (НДПІАСУТРАНСГАЗ), UA

(57) Спосіб визначення середньої температури газового потоку на ділянці трубопроводу, що включає вимір температури газу, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюють тиск газу на початку і наприкінці ділянки і витрату газу на початку ділянки, при цьому температуру газу вимірюють на початку ділянки і визначають середню температуру газу - T_{cp} на ділянці трубопроводу шляхом ітеративного розрахунку за формулою

$$T_{cp} = T_{cp} + \frac{(T_n - T_{cp})(1 - e^{-\gamma})}{\gamma} - \frac{D_1(P_n^2 - P_*^2) \left(1 - \frac{1 - e^{-\gamma}}{\gamma}\right)}{2P_{cp}\gamma},$$

де

T_{cp} - середньостатистична температура ґрунту на ділянці трубопроводу, К,

T_n - температура газу на початку ділянки трубопроводу, К,

γ - проміжна перемінна,

D_1 - значення коефіцієнта Джоуля-Томпсона, К·см²/кгс,

P_n - тиск газу на початку ділянки трубопроводу, кгс/см²,

P_k - тиск газу наприкінці ділянки трубопроводу, кгс/см²,

P_{cp} - середнє значення тиску газу на ділянці трубопроводу, кгс/см²,

при цьому $\gamma = \frac{\pi d L k_t}{C_p Q}$,

де

π - число пі,

L - довжина ділянки трубопроводу, м,

d - діаметр трубопроводу,

k_t - коефіцієнт теплопередачі від трубопроводу до ґрунту, Дж/(м²·с·К),

Q - витрата газу на вході ділянки трубопроводу, кг/с,

C_p - питома теплоємність, Дж/(кг·К), при цьому

$$C_p = 1,528 + 1,01 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} - 7,56 \cdot 10^{-3} \cdot T_{cp0} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot P_{cp}^2 + 1,4 \cdot 10^{-5} \cdot T_{cp0}^2 - 2,8 \cdot 10^{-5} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0},$$

де T_{cp0} - початкове значення середньої температури газу на ділянці трубопроводу, К, при цьому

$$T_{cp0} = \frac{T_{вх\ макс} + T_{cp}}{2},$$

де $T_{вх\ макс}$ - максимально можлива температура газу на початку ділянки трубопроводу, К,

$$D_1 = 1,335 + 0,707 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} - 0,29 \cdot 10^{-2} \cdot T_{cp0} - 0,609 \cdot 10^{-4} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0} + 0,112 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0}^2 - 0,106 \cdot 10^{-7} \cdot P_{cp}^2 \cdot T_{cp0}^2,$$

$$P_{cp} = \frac{2}{3} \left(P_n + \frac{P_n^2}{P_n + P_*} \right)$$

до тих пір, поки модуль різниці ($T_{cp} - T_{cp0}$) не стане менше встановленої величини, причому отримане значення T_{cp} вважають середньою температурою газу на даній ділянці трубопроводу

Запропонований винахід відноситься до вимірювальної техніки, дозволяє визначити середню температуру газового потоку на ділянці магістрального трубопроводу і може бути використаний

при завданні режиму роботи магістрального трубопроводу і його контролю

Відомий спосіб визначення температури газового потоку [1], що полягає у вимірі температури внутрішньої поверхні стінок двох трубок, які охо-

(13) A

(11) 42460

(19) UA

поджуються та установлені паралельно в потоці газу, крім того, охолодження однієї з трубок проводиться до температури $T_{ст}^*$, яка відрізняється від температури $T_{ст}$ у другій трубі на величину ΔT не менше 425 К, відборі газу по них, вимірі температури T_1 і T_1^* охолодженого газу в кожній трубі на однаковій відстані від їх вхідних кінців і визначенні температури газового потоку за формулою

$$T_r = T_{ст} + \frac{T_1 - T_{ст}}{1 - (T_1 - T_1^*)(T_{ст} - T_{ст}^*)}$$

Даний спосіб визначення температури газового потоку так само, як і спосіб визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу, що пропонується, включає вимір температури газу. Проте даний спосіб має обмежені функціональні можливості, тому що він не включає вимір тиску газу на початку і наприкінці дільниці і витрати газу на початку дільниці і тому не дозволяє визначити середню температуру газового потоку на дільниці трубопроводу.

Відомий спосіб визначення температури рідини або газу [2], що полягає в розміщенні в досліджуваному середовищі двох ідентичних термоперетворювачів, які розташовують послідовно уздовж напрямку потоку вимірюваного середовища, визначають різницю температур поверхонь термоперетворювачів і в залежності від їх значення здійснюють підвід тепла до термоперетворювачів або відвід тепла від них за допомогою додаткового джерела тепла до рівності температури термоперетворювачів, а температуру середовища визначають за показниками одного з термоперетворювачів у момент рівності їхніх температур.

Даний спосіб визначення температури рідини або газу так само, як і спосіб визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу, що пропонується, включає вимір температури газу. Проте даний спосіб має обмежені функціональні можливості, тому що він не включає вимір тиску газу на початку і наприкінці дільниці і витрати газу на початку дільниці і тому не дозволяє визначити середню температуру газового потоку на дільниці трубопроводу.

Найбільш близьким за технічною сутністю є спосіб визначення температури газового потоку [3] шляхом введення пристрою з вимірювальним каналом у газовий потік, охолодження вимірювального каналу, виміру температури стінки вимірювального каналу і виміру температури охолодженого газу в двох перетинах по довжині вимірювального каналу, після чого змінюють швидкість відсмоктування охолодженого газу, знову вимірюють температуру охолодженого газу в зазначених перетинах і визначають температуру T_r газового потоку за формулою

$$T_r = T_{ст} + (T_1 - T_{ст}) \left(\frac{T_1 - T_{ст}}{T_2 - T_{ст}} \right)^{\frac{\ln \frac{T_1 - T_{ст}}{T_2 - T_{ст}}}{\ln \frac{T_1 - T_{ст}}{T_1 - T_{ст}} - \ln \frac{T_2 - T_{ст}}{T_2 - T_{ст}}}},$$

де

$T_{ст}$ - температура стінки вимірювального каналу,

T_1, T_2 - температура в двох перетинах вимірювального каналу,

T_1^*, T_2^* - температура в двох перетинах вимірювального каналу при зміні швидкості відсмоктування.

Даний спосіб визначення температури газового потоку так само, як і спосіб визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу, що пропонується, включає вимір температури газу. Проте даний спосіб має обмежені функціональні можливості, тому що він не включає вимір тиску газу на початку і наприкінці дільниці і витрати газу на початку дільниці і тому не дозволяє визначити середню температуру газового потоку на дільниці трубопроводу.

В основу передбачуваного винаходу поставлена задача удосконалення способу визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу шляхом розширення його функціональних можливостей за рахунок визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу шляхом додаткового виміру тиску газу на початку і наприкінці дільниці, витрати газу на початку дільниці та визначення середньої температури в результаті ітеративного розрахунку за запропонованою формулою.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу, що включає вимір температури газу, відповідно до винаходу додатково вимірюють тиск газу на початку і наприкінці дільниці і витрату газу на початку дільниці, при цьому температуру газу вимірюють на початку дільниці і визначають середню температуру газу - $T_{сп}$ на дільниці трубопроводу шляхом ітеративного розрахунку за формулою

$$T_{сп} = T_{сп} + \frac{(T_{ст} - T_{сп})(1 - e^{-\gamma})}{\gamma} - \frac{D_1(P_n^2 - P_k^2) \left(1 - \frac{1 - e^{-\gamma}}{\gamma} \right)}{2P_{сп}\gamma},$$

де

$T_{гр}$ - середньостатистична температура ґрунту на дільниці трубопроводу, К,

T_n - температура газу на початку дільниці трубопроводу, К,

γ - проміжна перемінна,

D_1 - значення коефіцієнта Джоуля-Томпсона, $K^{\circ} \text{см}^2/\text{кгс}$,

P_n - тиск газу на початку дільниці трубопроводу, $\text{кгс}/\text{см}^2$,

P_k - тиск газу наприкінці дільниці трубопроводу, $\text{кгс}/\text{см}^2$,

$P_{сп}$ - середнє значення тиску газу на дільниці трубопроводу, $\text{кгс}/\text{см}^2$,

при цьому, $\gamma = \frac{\pi d L k_t}{C_p Q}$,

де

π - число π ,

L - довжина дільниці трубопроводу, м,

d - діаметр трубопроводу,

k_t - коефіцієнт теплопередачі від трубопроводу до ґрунту, $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{К})$,

Q - витрата газу на вході в дільницю трубопроводу, $\text{кг}/\text{с}$,

C_p - питома теплоємність, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, при цьому

$$C_p = 1,528 + 1,01 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} - 7,56 \cdot 10^{-3} \cdot T_{cp0} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot P_{cp}^2 + 1,4 \cdot 10^{-5} \cdot T_{cp0}^2 - 2,8 \cdot 10^{-5} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0},$$

де T_{cp0} - початкове значення середньої температури газу на дільниці трубопроводу, К, при цьому

$$T_{cp0} = \frac{T_{вх макс} + T_{гр}}{2},$$

$T_{вх макс}$ - максимально можлива температура газу на початку дільниці трубопроводу, К,

$$D_1 = 1,335 + 0,707 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} - 0,29 \cdot 10^{-2} \cdot T_{cp0} - 0,609 \cdot 10^{-4} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0} + 0,112 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0}^2 - 0,106 \cdot 10^{-7} \cdot P_{cp}^2 \cdot T_{cp0}^2$$

$$P_{cp} = \frac{2}{3} \left(P_n + \frac{P_n^2}{P_n + P_k} \right),$$

до тих пір, поки модуль різниці ($T_{cp} - T_{cp0}$) не стане менше встановленої величини, притому отримане значення T_{cp} вважають середньою температурою газу на даній дільниці трубопроводу

Введення виміру тиску газу на початку і наприкінці дільниці і витрати газу на початку дільниці, вимір температури газу на початку дільниці і визначення середньої температури газу - T_{cp} шляхом ітеративного розрахунку по наведеній формулі дозволяє визначати середню температуру газового потоку на дільниці трубопроводу, що є важливою характеристикою при транспорті газу, тому що, з одного боку, вона використовується для визначення і завдання режиму роботи магістрального трубопроводу, а з іншої, дозволяє здійснювати контроль відповідності реального режиму роботи трубопроводу заданому

На кресленні (фіг.) наведена схема алгоритму реалізації запропонованого засобу визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу

Спосіб визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу реалізується таким чином

Визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу проводиться в моменти часу, установлені регламентом збору оперативної інформації для диспетчерського керування і контролю. Попередньо задають постійні величини і величини, прийняті постійними на визначений період контролю (зима, літо і т.п.) (L , d , K_t , $T_{вх макс}$, $T_{гр}$). Для визначення середньої температури відповідно до регламенту збору оперативної інформації вимірюють тиск на початку і наприкінці дільниці, температуру і витрату газу на початку дільниці і розраховують на основі цих даних середній тиск - P_{cp} на дільниці і початкове значення середньої температури - T_{cp0} за формулами

$$P_{cp} = \frac{2}{3} \left(P_n + \frac{P_n^2}{P_n + P_k} \right), \quad T_{cp0} = \frac{T_{вх макс} + T_{гр}}{2},$$

де

P_n - тиск газу на початку дільниці трубопроводу, кгс/см²,

P_k - тиск газу наприкінці дільниці трубопроводу, кгс/см²,

$T_{вх макс}$ - максимально можлива температура газу на початку дільниці трубопроводу, К,

$T_{гр}$ - середньостатистична температура ґрунту на дільниці трубопроводу, К

Далі шляхом ітеративного розрахунку визначають значення середньої температури на дільниці трубопроводу, розрахунок виконується доти, поки значення розрахованих у послідовних циклах середніх температур будуть відрізнятися на величину, менший установленої, яка приймається рівної 0,01, при цьому останнє обчислене значення вважається рівним середній температурі газу на дільниці (нитці) трубопроводу. Ітеративний розрахунок виконується за формулами

$$C_p = 1,528 + 1,01 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} - 7,56 \cdot 10^{-3} \cdot T_{cp0} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot P_{cp}^2 + 1,4 \cdot 10^{-5} \cdot T_{cp0}^2 - 2,8 \cdot 10^{-5} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0},$$

$$D_1 = 1,335 + 0,707 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} - 0,29 \cdot 10^{-2} \cdot T_{cp0} - 0,609 \cdot 10^{-4} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0} + 0,112 \cdot 10^{-2} \cdot P_{cp} \cdot T_{cp0}^2 - 0,106 \cdot 10^{-7} \cdot P_{cp}^2 \cdot T_{cp0}^2,$$

$$\gamma = \frac{\pi d L K_t}{C_p Q},$$

$$T_{cp} = T_{cp0} + (T_n - T_{гр}) \frac{1 - e^{-\gamma}}{\gamma} - D_1 (P_n^2 - P_k^2) \frac{1 - \frac{1 - e^{-\gamma}}{\gamma}}{2 P_{cp} \gamma},$$

де

C_p - питома теплоємність, Дж/(кг·К),

D_1 - значення коефіцієнта Джоуля-Томпсона, К см²/кгс,

γ - проміжна перемінна,

π - число π ,

d - діаметр трубопроводу на контрольованій дільниці, м,

L - довжина дільниці трубопроводу, м,

K_t - коефіцієнт теплопередачі від трубопроводу до ґрунту, Дж/(м²·с·К),

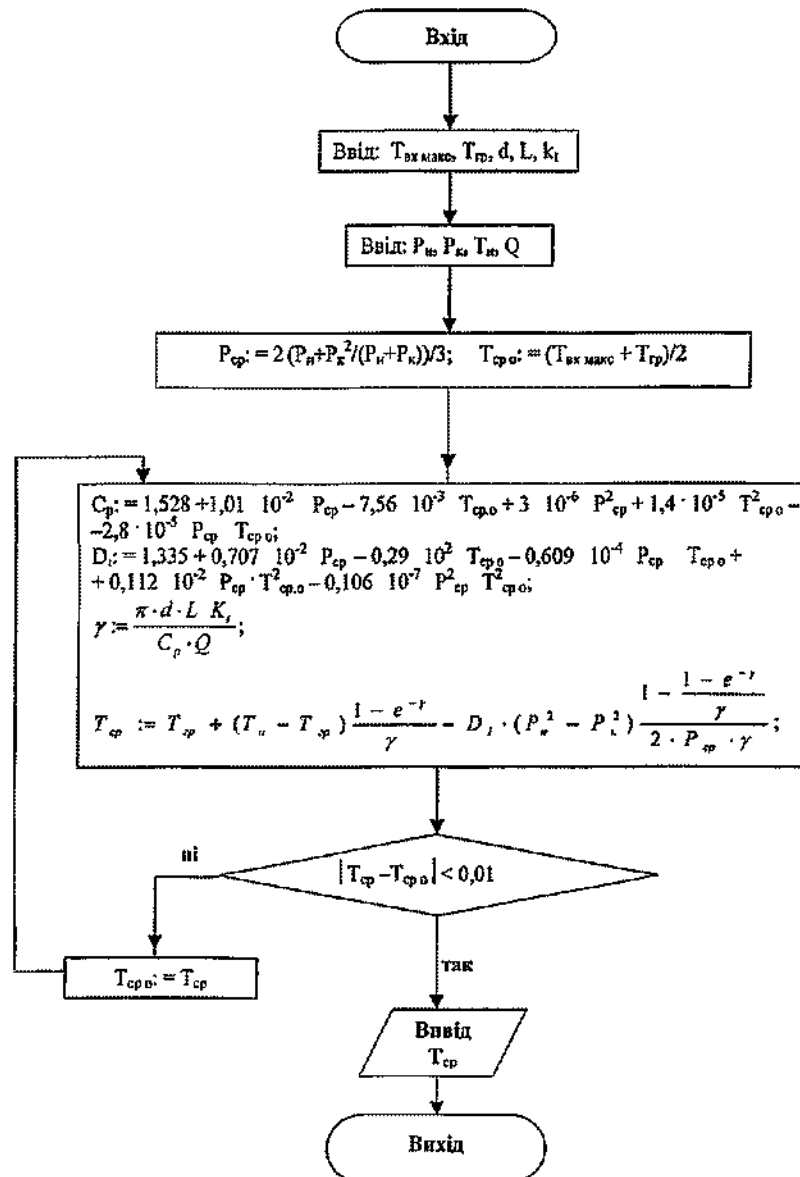
Отримана середня температура газового потоку на дільниці трубопроводу виводиться оперативному персоналу і використовується відповідно до регламенту оперативного диспетчерського керування і контролю магістральним трубопроводом

Джерела інформації

1 Авторське посвідчення СРСР № 1777009, кл G01K13/02, 1992

2 Авторське посвідчення СРСР № 1318808, кл G01K13/02, 1987

3 Авторське посвідчення СРСР № 1425474, кл G01K13/02, 1988



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, буп'єв Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8
Обсяг _____ обл.-вид арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180
(044) 268-25-22