

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, дозволяє визначити середню температуру газового потоку на дільниці 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 охолоджуються та усталовлені паралельно в потоці газу, крім того, охолодження однієї з трубок проводиться до температури $T_{ст}$, яка відрізняється від температури $T_{ст}$ у другій трубці на величину ΔT не менше 425K, відборі газу по ним, вимірі температури T_1 і T_1^* охолодженого газу в кожній трубці на однаковій відстані від їх вхідних кінців і визначенні температури газового потоку за формулою

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

Даний спосіб визначення температури газового потоку так само, як і спосіб визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу, що заявляється, 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 заявляється, 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 по технічній сутності є спосіб визначення температури газового потоку (3) шляхом введення пристрою з вимірювальним каналом у газовий потік, охолодження вимірювального каналу, виміру температури стінки вимірювального каналу, наступного відбору газу по вимірювальному каналу і виміру температури охолодженого газу в двох перетинах по довжині вимірювального каналу, після чого змінюють швидкість відсосу охолодженого газу, знову вимірюють температуру охолодженого газу в зазначених перетинах і визначають температуру T_r газового потоку по формулі

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

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 відсосу.

Даний спосіб визначення температури газового потоку так само, як і спосіб визначення середньої температури газового потоку на дільниці трубопроводу що заявляється, 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 ВІНАХОДУ 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 - $T_{ср}$ на дільниці трубопроводу шляхом ітеративного розрахунку за формулою

$$T_{ср} = T_{гр} + \frac{(T_n - T_{гр})(1 - e^{-\gamma})}{\gamma} - \frac{D_i(P_n^2 - P_k^2) \left(1 - \frac{1 - e^{-\gamma}}{\gamma} \right)}{2P_{ср}\gamma}$$

де: $T_{гр}$ - середньостатистична температура ґрунту на ділянці трубопроводу, К;

T_n - температура газу на початку дільниці трубопроводу, К;

γ - проміжна перемінна;

D_i - значення коефіцієнта Джоуля-Томпсона, К·см²/кгс;

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

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

$P_{ср}$ - середнє значення тиску газу на дільниці трубопроводу, кгс/см²;

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

при цьому,

де: π - число пі;

L - довжина дільниці трубопроводу, м;

d - діаметр трубопроводу;

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

Q - витрата газу на вході в ділянку трубопроводу, кг/с;

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

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

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

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

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

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

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

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

Введення виміру тиску газу на початку і наприкінці ділянки і витрати газу на початку ділянки, вимір температури газу на початку ділянки і визначення середньої температури газу - T_{cp} шляхом ітеративного розрахунку по наведеній формулі дозволяє визначати середню температуру газового потоку на ділянці 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 інший, дозволяє здійснювати контроль відповідності реального режиму роботи трубопроводу заданому.

На кресленні приведена схема алгоритму реалізації запропонованого засобу визначення середньої температури газового потоку на ділянці трубопроводу.

Спосіб визначення середньої температури газового потоку на ділянці трубопроводу реалізується таким чином.

Визначення середньої температури газового потоку на ділянці 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 ділянки, температуру і витрату газу на початку ділянки і розраховують на основі цих даних середній тиск - P_{cp} на ділянці і початкове значення середньої температури - $T_{cp,o}$ за формулами:

$$P_{cp} = \frac{2}{3} \left(P_H + \frac{P_K^2}{P_H + P_K} \right), \quad T_{cp,o} = \frac{T_{вх,макс} + T_{гр}}{2},$$

де: P_H - тиск газу на початку ділянки трубопроводу, кгс/см²;

P_K - тиск газу наприкінці ділянки трубопроводу, кгс/см²;

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

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

Далі шляхом ітеративного розрахунку визначають значення середньої температури на ділянці 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 ділянці (нитці) трубопроводу. Ітеративний розрахунок виконується за формулами:

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

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

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

$$T_{cp} = T_{гр} + \frac{(T_H - T_{гр})(1 - e^{-\gamma})}{\gamma} - D_i \left(P_H^2 - P_K^2 \right) \frac{\left(1 - \frac{1 - e^{-\gamma}}{\gamma} \right)}{2 P_{cp} \gamma}$$

де: C_p - питома теплоємність, Дж/(кг·К);

D_i - значення коефіцієнта Джоуля-Томпсона, К·см²/кгс;

γ - проміжна перемінна;

π - число пі;

d - діаметр трубопроводу на контрольованій ділянці, м;

L - довжина ділянки трубопроводу, м;

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

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

Література

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.

