



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39367 (13) U
(51) МПК (2009)
F15D 1/00
F17D 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ ЦИКЛОННОГО ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА

1

2

(21) u200810879

(22) 04.09.2008

(24) 25.02.2009

(46) 25.02.2009, Бюл.№ 4, 2009 р.

(72) БЕККЕР МИХАЙЛО ВІКТОРОВИЧ, UA, СОБЧУК МИХАЙЛО ПЕТРОВИЧ, UA, ТРУХАЧОВ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, UA, МЕДВЕДЄВА ЛЕСЯ МИКИТІВНА, UA, ФИК ІЛЛЯ МИХАЙЛОВИЧ, UA, КОТОК ВАЛЕРІЙ БОРИСОВИЧ, UA, ДІСТРЯНОВ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, СЕНДЕРОВ ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, БАНТЮКОВ ЄВГЕН МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ДОЧІРНЯ КОМПАНІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКЦІОНЕРНОЇ КОМПАНІЇ "НАФТОГАЗ УКРАЇНИ" ДК "УКРТРАНСГАЗ", UA

(57) Спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача, що включає вимір на вході циклонного пиловловлювача тиску - $P_{вх}$, температури - $T_{вх}$ і витрати - q газу, визначення густини газу - ρ_0 при нормальних умовах і обчислення коефіцієнта гідравлічного опору - λ , який

відрізняється тим, що вимірюють перепад тиску - ΔP на пиловловлювачі й обчислюють коефіцієнт гідравлічного опору - λ по формулі

$$\lambda = A \frac{Z_{вх} T_{вх} \Delta P}{\rho_0 P_{вх} q^2},$$

$$\text{де } A = \frac{2g\pi^2 R^4 n^2 P_0}{T_0};$$

g - прискорення вільного падіння;

R - радіус циклонного елемента пиловловлювача;

n - число циклонних елементів у циклонному пиловловлювачі;

P_0 - тиск газу при нормальних умовах;

T_0 - температура газу при нормальних умовах;

$Z_{вх}$ - коефіцієнт стисливості газу на вході пиловловлювачів, що визначають, наприклад, по формулі $Z = T_{пр}^3 + P_{пр}(0,04 P_{пр} + 0,41 - 0,61 T_{пр}^2)/T_{пр}^3$;

$P_{пр}$ - приведені значення тиску газу;

$P_{пр}$ і $T_{пр}$ - приведені значення тиску і температури газу відповідно.

Передбачувана корисна модель належить до гідродинаміки і гідравліки і може бути використана в газовій промисловості для визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонних пиловловлювачів, наприклад, на компресорних станціях магістральних газопроводів і на інших об'єктах.

Відомий спосіб експериментального визначення гідравлічних характеристик ділянки гідромагістралі та пристрій для його здійснення [а.с. СРСР №1827453, F15D1/02, F17D1/20, 1991, БИ №26], що полягає у вимірі часу витікання рідини через трубопровід із посудини з дренажною трубою, при цьому глибину занурення кінця дренажної труби в посудині змінюють безупинно при витіканні рідини за вимірюваний проміжок часу.

Даний спосіб експериментального визначення гідравлічних характеристик ділянки гідромагістралі так само, як і спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача, що заявляється, призначений для визначення гідрав-

лічних характеристик відповідних об'єктів. Однак, відсутність виміру параметрів, що характеризують роботу гідравлічного об'єкта й обчислення гідравлічної характеристики не дозволяє використовувати відомий спосіб для контролю і керування роботою гідравлічного об'єкта.

Відомий спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору при мінливому в процесі експлуатації живому перетині трубопроводу [а.с. СРСР №1784751, кл. F15D1/02, 1991, БИ №48], що включає вимір витрати Q і питомий утрат напору l , при цьому в трубопроводі створюють турбулентний режим руху, як в області $\lambda=f(Re, K_r)$, так і в області $\lambda=f(K_r)$, визначають співвідношення Q/\sqrt{l} окремо для обох областей, потім знаходять витрату, для якої дотримується умова $2 \frac{Q_3}{\sqrt{l_3}} = \frac{Q_1}{\sqrt{l_1}} + \frac{Q_2}{\sqrt{l_2}}$,

UA (13)

UA (11) 39367

UA (19)

а гідравлічний опір у області $\lambda=f(K_r)$ визнача-

$$\lambda = 0,25 \frac{(1 - \sqrt{\frac{I_1}{I_3} \frac{Q_1}{Q_3}})^2}{\lg^2 \left(\sqrt{\frac{I_3}{I_2}} - 1 \right)}$$

де K_r - відносна еквівалентна шорсткість трубопроводу;

Re - число Рейнольдса;

I_1 - питомі втрати напору в області $\lambda=f(K_r)$ при витраті Q_1 ;

I_2, I_3 - питомі втрати напору в області $\lambda=f(Re, K_r)$ при витраті Q_2 і Q_3 відповідно.

Даний спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору при мінливому в процесі експлуатації живому перетині трубопроводу так само, як і спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача, що заявляється, включає вимір витрати і перепаду тиску (втрати напору). Однак, відсутність визначення густини газу $\rho_{про}$ при нормальних умовах, виміру тиску і температури газу на вході пиловловлювача і визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача по приведеній формулі не дозволяє використовувати відомий спосіб для контролю і керування роботою пиловловлювача.

Найбільш близьким по технічній сутності є спосіб контролю гідравлічного стану магістрального трубопроводу [Патент України №34697, кл. F17D5/00, Бюл. №6, 2003], що включає виміри тиску і температури на вході і на виході контрольованої ділянки магістрального трубопроводу, визначення витрати газу на вході контрольованої ділянки магістрального трубопроводу і густини газу, обчислення фактичного коефіцієнта гідравлічного опору трубопроводу - $\lambda_{факт}$ і коефіцієнта гідравлічної ефективності - $E_{ф}$ кожної ділянки трубопроводу по формулах:

$$\lambda_{теор} = 0,67 \left(\frac{121,6 \cdot D \cdot m}{Q} + \frac{6,0}{D} \right)^{0,2}$$

$$\lambda_{факт} = \frac{\lambda_{теор} f^2 g D}{ZRT_{cp} |Q|^2}$$

$$E_{ф} = \sqrt{\lambda_{теор} / \lambda_{факт}}$$

де $\lambda_{теор}$ - теоретичний коефіцієнт гідравлічного опору трубопроводу;

$m=0,166+0,322 \cdot 10^{-3} T_{cp} + 1,75 \cdot 10^{-7} \cdot P_{cp}$ - динамічна в'язкість газу;

P_{cp} - середнє значення тиску на ділянці магістрального трубопроводу;

T_{cp} - середнє значення температури на ділянці магістрального трубопроводу;

D - діаметр трубопроводу на контрольованій ділянці;

Q - витрата газу на вході ділянки магістрального трубопроводу;

f - площа поперечного перерізу труби;

g - прискорення вільного падіння;

l - довжина контрольованої ділянки магістрального трубопроводу;

R - газова постійна;

$Z=T_{пр}^3+P_{пр}(0,04 P_{пр}+0,41-0,61 T_{пр}^2)/T_{пр}^3$ - коефіцієнт стисливості газу;

$P_{пр}$ і $T_{пр}$ - приведені значення тиску і температури газу відповідно, при цьому кожний з розрахованих коефіцієнтів гідравлічної ефективності порівнюють із установленим для даної ділянки трубопроводу значенням і сигналізують про забруднення трубопроводу, якщо значення коефіцієнта гідравлічної ефективності хоча б однієї з ділянок менше встановленого для нього значення.

Даний спосіб контролю гідравлічного стану магістрального трубопроводу так само, як і спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача, що заявляється, включає виміри тиску, температури і витрати газу на вході об'єкта, коефіцієнт гідравлічного опору якого визначається, визначення густини газу й обчислення коефіцієнта гідравлічного опору. Однак, відсутність виміру перепаду тиску на об'єкті, коефіцієнт гідравлічного опору якого визначається - на циклонному пиловловлювачі, і обчислення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача по приведеній формулі, не дозволяє визначити цей коефіцієнт для циклонного пиловловлювача.

В основу в основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача шляхом розширення області його використання за рахунок оперативного визначення його значення у реальному масштабі часу.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача, що включає виміри на вході циклонного пиловловлювача тиску - $P_{вх}$, температури - $T_{вх}$ і витрати - q газу, визначення густини газу - ρ_0 при нормальних умовах і обчислення коефіцієнта гідравлічного опору - λ , згідно корисної моделі вимірюють перепад тиску - ΔP на пиловловлювачі й обчислюють коефіцієнт гідравлічного опору - λ по формулі:

$$\lambda = A \frac{Z_{вх} T_{вх} \Delta P}{\rho_0 P_{вх} q^2}$$

$$\text{де } A = \frac{2g\pi^2 R^4 n^2 P_0}{T_0}$$

g - прискорення вільного падіння;

R - радіус циклонного елемента пиловловлювача;

n - число циклонних елементів у циклонному пиловловлювачі;

P_0 - тиск газу при нормальних умовах;

T_0 - температура газу при нормальних умовах;

$Z_{вх}$ - коефіцієнт стисливості газу на вході пиловловлювачів, що визначають, наприклад, по формулі $Z=T_{пр}^3+P_{пр}(0,04 P_{пр}+0,41-0,61 T_{пр}^2)/T_{пр}^3$

$P_{пр}$ - приведені значення тиску газу;

$P_{пр}$ і $T_{пр}$ - приведені значення тиску і температури газу відповідно.

Уведення виміру перепаду тиску на пиловловлювачі й обчислення коефіцієнта гідравлічного опору по приведеній формулі дозволяє оперативно визначати значення коефіцієнта гідравлічного опору і за рахунок цього розширити область використання запропонованого способу, наприклад, використовувати при оперативному контролі і керуванні роботою пиловловлювачів.

Пиловловлювачі призначені для очищення газу, що надходить, наприклад, на компресорну станцію з магістрального газопроводу чи на підземне сховище газу, від різного роду механічних домішок, води і конденсату. Для реалізації технологічного режиму роботи компресорної станції пиловловлювачі повинні забезпечувати якісне очищення газу, що перекачується компресорною станцією, при цьому обсяг газу може змінюватися у встановлених межах. У ході експлуатації змінюється гідравлічний опір циклонного пиловловлювача, що веде до неточного визначення робочих характеристик циклонного пиловловлювача і, відповідно до погіршення якості контролю і керування його роботою, а в остаточному підсумку до зменшення строку експлуатації обладнання компресорної станції.

Використання запропонованого способу дозволяє оперативно визначати значення коефіцієнта гідравлічного опору і, унаслідок цього, підвищити ефективність контролю і керування роботою пиловловлювача, а в остаточному підсумку підвищити якість очищення газу й економічні показники роботи всієї компресорної станції.

Спосіб визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача реалізується в такий спосіб.

Попередньо, у моменти часу, установлені регламентом технологічного процесу компресорної станції, наприклад, один раз на добу визначають лабораторним шляхом або вимірюють (при наявності відповідних датчиків) і вводять у систему

оперативно-диспетчерського контролю і керування густину газу при нормальних умовах - ρ_0 .

Визначення коефіцієнта гідравлічного опору циклонного пиловловлювача здійснюють або по командах оперативного персоналу компресорної станції, або, при необхідності, циклічно.

При надходженні команди на визначення коефіцієнта гідравлічного опору на вході циклонного пиловловлювача вимірюють тиск - $P_{вх}$, температуру - $T_{вх}$, витрату - q газу і втрату тиску - ΔP . За отриманим значенням зазначених параметрів і за значенням густини газу - ρ_0 при нормальних умовах, визначеному раніше відповідно до регламенту компресорної станції, обчислюють коефіцієнт гідравлічного опору - λ по формулі:

$$\lambda = A \frac{Z_{вх} T_{вх} \Delta P}{\rho_0 P_{вх} q^2}$$

$$\text{де } A = \frac{2g\pi^2 R^4 n^2 P_0}{T_0}$$

g - прискорення вільного падіння;

R - радіус циклонного елемента пиловловлювача;

n - число циклонних елементів у циклонному пиловловлювачі;

P_0 - тиск газу при нормальних умовах;

T_0 - температура газу при нормальних умовах;

$Z_{вх}$ - коефіцієнт стисливості газу на вході пиловловлювачів, що визначають, наприклад, по формулі $Z = T_{пр}^3 + P_{пр}(0,04 P_{пр} + 0,41 - 0,61 T_{пр}^2) / T_{пр}^3$

$P_{пр}$ - приведені значення тиску газу;

$P_{пр}$ і $T_{пр}$ - приведені значення тиску і температури газу відповідно.

Отримане значення коефіцієнта гідравлічного опору - λ оперативний персонал може використовувати як для оцінки стану циклонного пиловловлювача.