



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19724 (13) U
(51) МПК (2006)
G01F 1/00
G01N 21/41МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ГАЗОВОГО ПОТОКУ ПО ВСЬОМУ ПОЛЮ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

1

(21) u200608579
(22) 31.07.2006
(24) 15.12.2006
(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.
(72) Білінський Йосип Йосипович
(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(57) Спосіб вимірювання швидкості газового потоку по всьому полю поперечного перерізу, що включає визначення різниці параметрів потоку у даній точці й у точці незбуреного потоку, який **відрізняється** тим, що як різницю параметрів потоку визначають різницю показників заломлення n_1 , n_2 у даній точці й у точці незбуреного потоку відповідно, вимірюють показники заломлення шляхом освітлення набором лазерних ліній газового потоку поперечно, реєструють викривлені у результаті

2

градієнта показника заломлення лазерні лінії, що пройшли газовий потік, і визначають показник заломлення у відповідній точці по радіусу кривизни лазерної лінії, а швидкість газового потоку визначають за формулою:

$$v = \sqrt{\frac{nkT(n^2 + 2)dr}{3\pi\epsilon_0(n^2 - 1)r}}$$

де k - стала Больцмана;
 T - абсолютна температура;
 r - радіус кривизни у точці вимірювання;
 n - показник заломлення у точці незбуреного потоку;
 ϵ_0 - електрична стала.

Корисна модель відноситься до області вимірювальної техніки і може бути використана в різних інформаційно-вимірювальних системах, зокрема, для вимірювання швидкості газових та аерозольних потоків.

Відомий спосіб вимірювання швидкості газового потоку [а.с. СРСР №281037, кл. G01F 1/00, 1969р.], в якому іонізований за допомогою коронного розряду потік газу пропускають між двома пасивними вимірювальними електродами, а швидкість потоку газу визначають за різницею потенціалів на електродах.

Суттєвим недоліком цього способу є труднощі формування уніполярне іонізованого потоку газу в однорідну струміль. Крім того, при коронному розряді зникають пульсації струму із-за екранування коронуючого електрода позитивними зарядами. Таким чином, виникає залежність різниці потенціалів вимірювальних електродів від того, як саме і скільки зарядів утворюється при розряді. Унаслідок цього, між вимірювальними електродами проходить різна кількість зарядів при одній і тій самій швидкості потоку.

Найбільш близьким по технічній сутності є

спосіб вимірювання швидкості й тиску в потоках, а також швидкостей у прикордонних шарах при експериментальних дослідженнях як у лабораторних, так і у виробничих умовах із використанням напірних трубок [Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы, - М: Энергия, 1978, ст.498]. Вимірювання швидкості в даній точці потоку проводиться шляхом вимірювання різниці повного й статичного тисків у подальшому, що іменуються як різниця параметрів потоку у даній точці й у точці незбуреного потоку.

Недоліком даного способу є невисока точність вимірювання так, як швидкість потоку в різних точках поперечного перерізу неоднакова. Вона досягає максимального значення в центральній частині перерізу і зменшується до стінок трубопроводу, у зв'язку з чим для вимірювання швидкості у відповідній точці необхідно переналаштовувати положення напірної трубки. При цьому необхідно враховувати не тільки густину досліджуваного середовища, але й густину середовища, яке знаходиться над робочою рідиною.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу вимірювання швидкості газово-

(19) UA (11) 19724 (13) U

го потоку по всьому полю поперечного перерізу, у якому визначають різницю параметрів потоку у даній точці й у точці незбуреного потоку, в якості різниці параметрів потоку визначають різницю показників заломлення $n_n - n_c$ у даній точці й у точці незбуреного потоку відповідно, вимірюють показники заломлення шляхом освітлення набором лазерних ліній газового потоку поперечно, реєструють викривлені у результаті градієнта показника заломлення лазерні лінії, що пройшли газовий потік і визначають показник заломлення у відповідній точці по радіусу кривизни лазерної лінії, а швидкість газового потоку визначають за формулою:

$$v = \sqrt{\frac{nkT(n^2 + 2)dr}{3\pi\epsilon_0(n^2 - 1)r}}$$

де k - стала Больцмана;

T - абсолютна температура;

r - радіус кривизни у точці вимірювання;

n - показник заломлення у точці незбуреного потоку.

ϵ_0 - електрична стала.

На кресленні представлена схема пристрою для реалізації запропонованого способу.

Пристрій містить послідовно розташовані та оптично пов'язані лазерний 1 діод, блок 2 формування паралельних ліній, сферичне 3 дзеркало, кювету 5 із досліджуванним середовищем та прозорими вікнами 4 і 6, сферичне 7 дзеркало та матрицю 8 фотодіодів, вихід якої електрично зв'язаний з входом блока 9 обчислення.

Спосіб здійснюється наступним чином. Промінь світла, що генерує лазерний діод за допомогою блока 2 формування паралельних ліній, які проходять через кювету 5 за допомогою сферичних дзеркал 3, 7 і прозорих вікон 4, 6 та потрапляють на матрицю 8 фотодіодів. В результаті проходження світлових ліній через кювету 5 відбувається відхилення ділянок світлових ліній так, як різні ділянки поперечного перерізу газового потоку в кюветі мають різну швидкість, а отже, різну густину. Блок 9 обчислення визначає швидкість потоку в будь-якій точці поперечного перерізу.

Так як виникають поля з неоднорідним розпо-

діленням густини (поля градієнтів густини) газу, що зазнає стиснення у відповідності до швидкості руху, то світловий промінь, що поширюється через дане середовище змінює свій напрямок уздовж шляху поширення і для кожної точки справедливе співвідношення:

$$n = r \frac{dn}{dr}$$

де r - радіус кривизни променя;

$\frac{dn}{dr}$ - градієнт показника заломлення.

При постійній температурі зміна показника заломлення пропорційна зміні тиску:

$$\Delta P = \frac{\Delta nkT}{2\pi\alpha}$$

де k - стала Больцмана;

α - коефіцієнт пропорційності, що характеризує електричну поляризованість окремих молекул і визначається:

T - абсолютна температура

$$\alpha = R \frac{3\epsilon_0}{N}$$

де N - число Авогадро;

R - питома рефракція речовини, яка є величиною, постійною для даної довжини хвилі, практично не залежить ні від густини речовини, ні від його агрегатного стану, ні від його хімічного зв'язку.

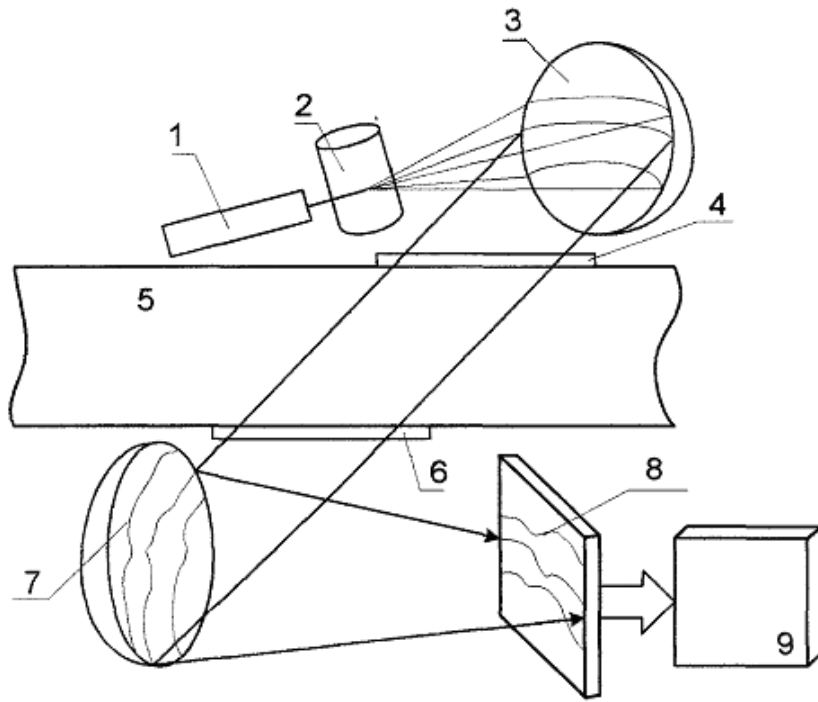
Зв'язок показника заломлення n та густини ρ газу має вид:

$$\frac{1}{\rho} \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = R$$

Тоді швидкість газу у будь-якій точці поперечного перерізу визначається:

$$v = \sqrt{\frac{nkT(n^2 + 2)dr}{3\pi\epsilon_0(n^2 - 1)r}}$$

Запропонований спосіб дозволяє збільшити ефективність процесу вимірювання швидкості газових потоків і дозволяє визначати не тільки середнє значення швидкості потоку газу, але й швидкість газового потоку у будь-якій точці поперечного перерізу.



Фиг.