



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **95326** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
G01P 21/00
G01K 15/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 05589	(72) Винахідник(и): Болонов Микола Іванович (UA), Чупіс Дмитро Анатолійович (UA), Кузнецов Дмитро Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.05.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2014, Бюл.№ 24	(73) Власник(и): ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Університетська, 24, м. Донецьк, 83001 (UA)

(54) СПОСІБ ПРЯМОГО ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

(57) Реферат:

Спосіб прямого визначення динамічних характеристик термоперетворювачів, який містить стрибкоподібне переміщення термоперетворювача з однієї страти (шару) середовища в іншу для створення ступінчастого тестового впливу, час переміщення через границю шарів вибирають принаймні на порядок меншим очікуваної постійної часу. Для дослідження динамічних характеристик термоперетворювачів в нестационарних умовах вимушеного теплообміну, створюють стратифікований (два або більше шари) потік газу або рідини з заданими значеннями швидкості та температури, значення яких задаються повністю розмежовано, та стрибкоподібно переміщують термоперетворювач з однієї страти середовища в іншу, та реєструють перехідну функцію датчика.



Fig. 1

UA 95326 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки і метрології, а саме до підвищення ефективності інформаційно-вимірювальних систем швидкості та температури потоків газів і може використовуватись для визначення динамічних характеристик термоперетворювачів швидкості і температури в нестационарних умовах вимушеної конвекції.

5 Характерною динамічною властивістю термоперетворювачів, котра обумовлює динамічну складову похибки вимірювання є теплова інерція [1].

При збільшенні робочої частоти вимірювального сигналу динамічна складова похибки збільшується. За таких умов статичного градування датчиків не достатньо: датчики повинні градуватися при частотах, близьких до вимірюваних, тобто піддаватися динамічному

10 градуванню. Способи динамічного градування поділяють на прямі та опосередковані.

Існуючі способи опосередкованого оцінювання динамічних характеристик термоперетворювачів шляхом вимірювання реакції на тестові електричні впливи (функція одиничний стрибок, дельта-функція, гармонійний вплив тощо) [2], [3] не дають змоги вимірювати динамічні характеристики в реальних умовах роботи термоперетворювачів, та не враховують

15 фізичні процеси вимушеного конвективного теплообміну датчика з рухомим навколишнім середовищем. При визначенні динамічних характеристик перевагу слід надавати прямим методам, тобто методам, за яких на вхід досліджуваного засобу вимірювання подається випробувальний

20 сигнал, який дозволяє безпосередньо по вихідному сигналу визначити необхідну характеристику [4]. Відомий спосіб прямого динамічного градування датчиків з використанням струменю повітря, який періодично переривають, формуючи таким чином ступінчастий тестовий вплив [5]. Недоліком цього способу є те, що фронт та форма імпульсу залишаються певною мірою невизначеними; тестовий вплив є нестационарним. Відсутня можливість розмежованого

25 управління тестовими сигналами швидкості та температури, тобто спосіб може використовуватися лише для датчиків швидкості, також неможливо визначати якість термокомпенсації сигналу датчиків у динамічних умовах. Спосіб динамічного градування датчиків з використанням модуляції газового потоку

30 акустичними коливаннями [6], [7], [8] має обмежений діапазон частот та амплітуд сигналу. Відсутня можливість розмежованого управління тестовими сигналами швидкості та температури, тобто спосіб може використовуватися лише для датчиків швидкості, також неможливо визначати якість термокомпенсації сигналу датчиків у динамічних умовах. Найбільш близьким до способу, який заявляється, є спосіб визначення динамічних

35 характеристик термоперетворювачів, який полягає у знятті кривої розгону при стрибкоподібному переміщенні датчика в тепловому градієнтному полі в напрямку градієнта з одного положення в інше [9]. Переміщення датчика повинно бути здійснено за час, на порядок менший очікуваної

40 постійної часу. Недоліком цього способу є те, що неможливим є вимірювання динамічних характеристик термоперетворювачів швидкості та термоперетворювачів температури в умовах вимушеного конвективного теплообміну, тобто коли датчик знаходиться не в нерухомому середовищі, а в потоці речовини. В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення точності вимірювання динамічних характеристик термоперетворювачів в нестационарних умовах роботи датчиків. Поставлена задача вирішується за рахунок того, що спосіб прямого вимірювання

45 динамічних характеристик термоперетворювачів, який включає стрибкоподібне переміщення термоперетворювача з однієї страти (шару) середовища в іншу для створення ступінчастого тестового впливу, час переміщення через границю шарів вибирають принаймні на порядок меншим очікуваної постійної часу, згідно з корисною моделлю, для дослідження динамічних характеристик термоперетворювачів в нестационарних умовах вимушеного теплообміну,

50 створюють стратифікований (два або більше шари) потік газу або рідини з заданими значеннями швидкості та температури, значення яких задаються повністю розмежовано, та стрибкоподібно переміщують термоперетворювач з однієї страти середовища в іншу, та реєструють перехідну функцію термоперетворювача. Приклад конкретного виконання.

55 Для перевірки адекватності розробленої корисної моделі була проведена серія експериментів по визначенні динамічних характеристик термоперетворювачів. Досліджувалася залежність постійної часу термісторного термоанемометра постійної температури від швидкості оточуючого потоку. Як чутливий елемент датчика досліджуваного

60 анемометра використано термістор фірми "EPCOS" модель G540. Згідно з технічною документацією на цей елемент характеристикою теплової інерції є постійна часу τ . При

швидкості навколишнього потоку $v=0$ нормоване значення складає 3 с. Залежність $\tau(v)$ не нормована. При використанні датчика в більшості технологічних процесів $v \neq 0$, крім того, чутливі елементи датчика зазвичай фіксуються в корпусі за допомогою компаундів, та вкриваються захисними складами, що також впливає на інерційність датчика. Тому фактична постійна часу

5 відмінна від паспортної і повинна бути визначена експериментально для конкретних умов роботи.

При експериментальних дослідженнях двошаровий стратифікований потік створювався за допомогою аеродинамічної труби (АТ).

10 АТ є пристроєм, в робочій частині якого за допомогою спеціальних технічних засобів створюють контрольований повітряний потік з рівномірною по значенню швидкістю для експериментального дослідження обтікання тіл потоком [10]. Швидкість та температура кожного шару задавалися окремо.

Технічні характеристики конкретного екземпляра аеродинамічної труби наступні:

15 форма робочої зони: прямокутна;
діапазон швидкості потоку: від 0,5 м/с до 10 м/с
діапазон температур потоку: від 20 °С до 80 °С
перехідна зона між двома потоками - не більше 2 мм.

20 Тобто за допомогою АТ можна проводити експериментальне дослідження динамічних характеристик термоперетворювачів у зазначених діапазонах швидкості і температури. Розмір перехідної зони обумовлює час, необхідний для переміщення досліджуваного термоперетворювача з одного шару потоку в інший. АТ обладнана автоматичним координатним пристроєм для стрибкоподібного переміщення термоперетворювачів через границю шарів (перехідну зону). Час переміщення не перевищує 10 мс. Таким чином, можна досліджувати датчики, очікувана постійна часу котрих 0,1 с і більше.

25 Температуру обох шарів потоку T_1 і T_2 було задано рівними $T_1=T_2=25$ °С. Швидкість потоків вибиралася в діапазоні від 0,5 м/с до 6 м/с. Значення різниці між швидкостями шарів потоку встановлювалося рівним 10 % від середньої швидкості (значення зміни швидкості, характерне для більшості технологічних процесів).

На фіг. 1. Зображена схема експерименту.

30 Для реалізації способу визначення динамічних характеристик термоперетворювачів, термоперетворювач 2, характеристики якого вимірювалися, за допомогою автоматичного координатного пристрою 3 стрибкоподібно переміщують з одного шару створеного стратифікованого потоку 1 з заданими значеннями швидкості та температури в інший з одного фіксованого положення в інше, створюючи ступінчастий тестовий вплив.

35 Реакція датчика на тестовий вплив (перехідна функція) реєструвалися за допомогою аналогово-цифрового перетворювача з частотою дискретизації 10 кГц, та оброблювалися за допомогою персонального комп'ютера.

На фіг. 2 наведена залежність постійної часу від швидкості потоку.

40 Таким чином, в умовах вимушеного конвективного теплообміну, постійна часу досліджуваного первинного перетворювача від семи до десяти разів менше, порівняно з відсутньою вимушеною конвекцією. Тобто постійна часу датчика суттєво залежить від умов теплообміну і має визначатися для конкретних умов експлуатації термоперетворювачів.

45 За результатами досліджень можна зробити висновок, що за допомогою корисної моделі можна визначати динамічні характеристики термоперетворювачів в умовах, наближених до реальних умов їх експлуатації, що є важливим кроком в забезпеченні єдності динамічних вимірювань.

Джерела інформації, які використані при складанні корисної моделі

1. ДСТУ ГОСТ 8.009:2008. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Нормовані метрологічні характеристики засобів вимірювань. - Введ. 2008-10-01. - М.:Изд-во стандартів, 1985, 38 с.: ил.

2. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении - Л.: Машиностроение, 1974. - с. 369-370

3. А.С. СССР № 1550425 МПК G01P 5/12 оф. опубл. 15.03.90, Бюл. № 10.

4. ДСТУ ГОСТ 8.256:2008. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Нормування і визначення динамічних характеристик аналогових засобів вимірювань. Основні положення. - Введ. 2008-10-01. - М.:Изд-во стандартів, 1985, 9 с.: ил.

5. B.C. Khoo, Y.T. Chew and G.L. Li: "A new method by which to determine the dynamic response of marginally elevated hot-wire anemometer probes for near-wall velocity and wall velocity and wall shear stress measurements." Meas. Sci. and Technol. 6(1995) 1399-1406

60 6. А.С. СССР № 131598 МПК G01P 5/12, 21/00 оф. опубл. 07.06.87, Бюл. № 21

7. А.С. СССР № 1620942 МПК G01P 5/12 оф. опубл. 15.01.91, Бюл. № 2
8. А.С. СССР № 1173321 МПК G01P 21/00 оф. опубл. 15.08.85, Бюл. № 30
9. А.С. СССР № 505910 МПК G01K 17/00 оф. опубл. 05.03.76, Бюл. № 9 (прототип)
10. МИ 2000-89 Трубы аэродинамические малых дозвуковых скоростей. Методика метрологической аттестации. - Введ. 1989-06-23. - М.: Изд-во стандартов, 1989, 19 с.: ил.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Спосіб прямого визначення динамічних характеристик термоперетворювачів, який містить стрибкоподібне переміщення термоперетворювача з однієї страти (шару) середовища в іншу для створення ступінчастого тестового впливу, час переміщення через границю шарів вибирають принаймні на порядок меншим очікуваної постійної часу, який **відрізняється** тим, що для дослідження динамічних характеристик термоперетворювачів в нестационарних умовах вимушеного теплообміну, створюють стратифікований (два або більше шари) потік газу або рідини з заданими значеннями швидкості та температури, значення яких задаються повністю розмежовано, та стрибкоподібно переміщують термоперетворювач з однієї страти середовища в іншу, та реєструють перехідну функцію датчика.



Fig. 1

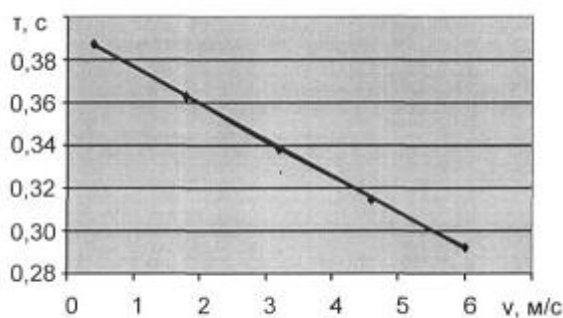


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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