



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33448 (13) A

(51) 6 G01F25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ОБ'ЄМУ ДЗВОНА ЕТАЛОНА ВИТРАТИ ГАЗУ

(21) 99021041  
(22) 23.02.1999  
(24) 15.02.2001  
(33) UA  
(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.  
(72) Бродин Юрій Іванович  
(73) Івано-Франківський державний університет  
нафти і газу  
(57) Спосіб точного оцінювання об'єму дзвона еталона витрати газу, який полягає у визначенні площ його поперечних перетинів та висот окремих ділянок з подальшим сумуванням їх об'ємів, який від-

різняється тим, що при обмеженій кількості прямих вимірювань діаметрів дзвона за допомогою математичних прийомів здійснюють подрібнення площ поперечних перетинів дзвона на мікросектори з подальшим інтегруванням цих мікроплощ і визначенням повної площі кожного з перетинів по висоті як фігури довільного профілю, що наближається до кругового, з наступним визначенням повного об'єму дзвона як суми об'ємів його ділянок при одночасному підвищенні точності обробки результатів калібрування за рахунок використання ПЕОМ.

Винахід відноситься до вимірювальної техніки і може бути використаний у витратовимірювальних установках і системах, які застосовуються для калібрування і перевірки лічильників та витратомірів газу, а також для точного відтворення і вимірювання витрати газу.

Відомі установки, в яких об'єм дзвона в процесі калібрування їх мірника визначається шляхом точного зваження і визначення густини рідини, що зливається з проміжної посудини з наступним нанесенням значення цього об'єму на шкалу мірника [Павловский А. Н. Измерение расхода и количества жидкостей, газа и пара. М., 1967, с. 219-244].

При такому способі калібрування мірника, наприклад об'ємом  $5 \text{ м}^3$  і більше, поділки на його шкалі наносяться через кожен кубічний метр. Потім ділянка шкали, що відповідає цьому об'єму, розбивається на рівні по довжині інтервали, після чого кожна десята поділка оцифровується. Однак, в цьому випадку потрібно, щоб дзвін не мав, принаймні в межах одного кубічного метра, жодних відхилень від циліндричності, тобто площа його поперечного перерізу повинна бути незмінною. Досягти цього в процесі виготовлення дзвона внаслідок технологічних складностей практично неможливо. Тому шкала, що наноситься навіть в межах одного кубічного метра, неминуче нелінійна, що ніяк не враховується в описаному способі.

Відома дзвонова установка, в якій для калібрування об'єму дзвона безперервно вимірюють і реєструють тиск під дзвоном в процесі його підйому і опускання, після чого по опосередкованому

значенню зміни тиску судять про зміну площі поперечного перетину дзвона [АС № 924518, кл. G 01 F 25/00, 1980 (прототип)]. Для вимірювання і реєстрації тиску під дзвоном використовується самопишучий малоінерційний вимірювач тиску.

Використання такого способу дозволяє підвищити точність установки за рахунок зменшення похибки градування шкали мірника, що досягається можливістю обчислення і нанесення на шкалу будь-якого значення об'єму шляхом відліку від нульової поділки з врахуванням існуючих відхилень поверхні дзвона від циліндричності.

Однак і цей спосіб не позбавлений недоліків. Так, в конструкції переважної більшості відомих дзвонових установок, в яких реалізовано цей спосіб, для стабілізації тиску під дзвоном необхідно використовувати компенсаційну стрічку з розміщеними на ній тягарцями і противагою [АС № 987399, кл. G 01 F 25/00, 1983; Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. — 4-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. — 701 с.: ил.]. В процесі калібрування мірника за цим способом необхідно проводити його демонтаж з обов'язковим зняттям компенсаційної стрічки, що неминуче призводить до втрати точності цього зразкового засобу вимірювання. Крім того, для досягнення високої точності калібрування дзвонового мірника за цим способом потрібна прецизійна і дорога апаратура.

Відомий також спосіб, за яким об'єм дзвона визначається по частинах за так званим стрепінг-методом шляхом вимірювання його геометричних

розмірів [Kee David F. Fundamentals of bell proving. Calibration and Operation "W. Va. Univ. Eng. Stat. bull", 1971, 105, p. 57-63]. Для калібрування дзвона цим способом проводять серію вимірювань внутрішніх діаметрів по його висоті, після чого визначають середнє значення діаметра для кожної відмітки, а по ньому знаходять площу кола, еквівалентного даному перетину дзвона. Знаючи площу, неважко визначити і об'єм.

Однак, і цей спосіб не позбавлений недоліку, який полягає у необхідності проведення дуже великої кількості трудомістких вимірювань внутрішнього діаметра дзвона, а також його висоти. Крім того при такому способі необхідно вимірювати прирости об'єму рідини, що витісняється стінками дзвона при його опусканні. При зменшенні ж кількості вимірювань діаметра втрачається правомірність заміни фігури реального перетину дзвона на коло еквівалентного діаметра.

Задача, що ставилась при створенні винаходу - підвищення точності оцінювання об'єму дзвона еталона витрати газу шляхом подрібнення математичними прийомами площ його поперечних перетинів на мікросектори з подальшим їх інтегруванням при одночасному зменшенні кількості трудомістких вимірювань діаметра та висоти, а також при одночасному підвищенні точності обробки результатів за рахунок використання ПЕОМ.

Поставлена задача вирішується таким чином. У відомому способі точного оцінювання об'єму дзвона, що включає визначення площ його поперечних перетинів та висот окремих ділянок з подальшим сумуванням їх об'ємів, згідно з винаходом, з метою підвищення точності оцінювання об'єму дзвона без збільшення кількості прямих вимірювань діаметрів за допомогою математичних прийомів здійснюється подрібнення площ його поперечних перетинів на мікросектори з подальшим інтегруванням цих мікроплощ і визначенням повної площі кожного з перетинів дзвона по висоті як фігури довільного профілю, що наближається до кругового з наступним визначенням повного об'єму дзвона як суми об'ємів його ділянок при одночасному підвищенні точності обробки результатів калібрування за рахунок використання ПЕОМ. З цією метою в  $k$  перетинах дзвона по його висоті шляхом прямих вимірювань за допомогою мікрOMETричного нутроміра визначають  $n$  значень його внутрішнього діаметра в кожному перетині через певний кут  $\alpha$ . Значення  $k$  та  $\alpha$  вибираються, виходячи з геометричних розмірів дзвона та умов досягнення необхідної точності - з одного боку, і можливості одержання достатнього обсягу експериментальних даних - з другого. Таким чином дістаємо інформацію у вигляді  $k$  масивів по  $n$  значень діаметра в кожному для подальшої обробки на ПЕОМ. Перетин дзвона розглядається як довільна фігура, яка своїм периметром наближається до кола. З метою підвищення точності розрахунку площі перетину  $S_j$  передбачається використання ПЕОМ. Шляхом інтерполяції кривої периметра перетину за методом кубічних сплайнів, який згідно [Калиткин. Численные методы. , М. ] забезпечує найвищу точність проведення такої операції, на основі виміряних експериментально  $n$  діаметрів дзвона розраховують їх дещо більшу кількість  $N$  для кожного з  $k$  перетинів, причому  $N$  вибирається

з міркувань досягнення потрібної точності визначення площі перетину. Таким чином вхідна інформація розширюється і може бути представлена у вигляді матриці розмірністю  $(k \times N)$ .

Для визначення площі перетину дзвона умовне коло розбивають на ряд секторів, кожен з яких обмежується відомими радіусами (буде одержано  $2 \cdot N$  секторів). Площа кожного  $i$ -того сектора обчислюється як

$$C_i = \frac{\pi \cdot \bar{d}_{\text{вн}i}^2}{4 \cdot 360} \cdot \alpha,$$

де  $\bar{d}_{\text{вн}i}^2 = \frac{d_{\text{вн}i} + d_{\text{вн}i+1}}{2}$  - середнє значення

двох сусідніх діаметрів  $i$ -того сектора. Кут  $\alpha$  визначається як

$$\alpha = \frac{360}{2 \cdot N}.$$

Сумарна площа  $j$ -того перетину дзвона визначається за формулою

$$S_j = \sum_{i=1}^{2 \cdot N} C_i.$$

Для калібрування системи вимірювання положення дзвона (СВПД) по висоті (її похибка є однією зі складових похибки збору і обробки виміральної інформації еталона витрати газу) через кожен міліметр його положення за допомогою ПЕОМ транспонується вхідна матриця розмірністю  $(k \times N)$  в матрицю розмірністю  $(N \times k)$ . Ця матриця характеризує конфігурацію дзвона по вертикалі. Далі за допомогою ПЕОМ інтерполюється матриця розмірністю  $(N \times k)$  з перетворенням її в масив розмірністю  $(N \times k)$ . Інтерполюючи ще раз одержану матрицю, одержують інформацію у вигляді  $K$  масивів по  $N$  значень у кожному, де  $K$  - величина, що вибирається в залежності від потрібної точності калібрування (число масивів  $K$  рекомендується вибирати рівним висоті ділянки робочого об'єму дзвона в мм з метою забезпечення можливості обчислення площі січення дзвона з інтервалом через кожен міліметр його висоти). Таким чином дістанемо площі  $K$  перетинів по висоті дзвона на основі  $N$  значень діаметрів.

Повний об'єм дзвона  $V$  розглядається як сума об'ємів ділянок дзвона між двома сусідніми перетинами, розрахованими за описаною вище методикою. Таким чином повний об'єм дзвона дорівнює

$$V = \sum_{l=1}^K V_H,$$

де  $V_H$  - об'єм ділянки дзвона між двома сусідніми перетинами. Об'єм  $V_H$  визначається як об'єм зрізаного прямого конуса за формулою

$$V_H = \frac{H}{3} \cdot (S_{H+1} + S_H + \sqrt{S_H \cdot S_{H+1}}),$$

де  $S_n$  - площа верхньої основи конуса, яка фактично є площею верхнього перерізу  $H$ -ї ділянки дзвона,  $S_{n+1}$  - площа нижньої основи конуса, яка фактично є площею нижнього перерізу  $H$ -ї діля-

нки дзвона,  $H$  - висота ділянки (у випадку, коли  $K$  дорівнює висоті ділянки робочого об'єму дзвона в мм,  $H=1$  мм).

---

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

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 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

---