



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34963 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 21/59

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АБСОРБЦІЙНИЙ ГАЗОАНАЛІЗАТОР

1

2

(21) u200804652

(22) 10.04.2008

(24) 26.08.2008

(46) 26.08.2008, Бюл.№ 16, 2008 р.

(72) ЦИГАНКОВА ОКСАНА МИХАЙЛІВНА, UA,
МИНДЮК ЯРОСЛАВ ЛЕОНОВИЧ, UA

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ", UA

(57) Абсорбційний газоаналізатор, що містить оп-
тично зв'язані кювету у вигляді еліптичного тіла з

внутрішнім дзеркальним покриттям, джерело ви-
промінювання, приймач випромінювання, світло-
фільтр, смуга пропускання якого співпадає з сму-
гою поглинання газу, який **відрізняється** тим, що
кювета виконана у вигляді еліпсоїда обертання,
джерело випромінювання розташовано на осі, що
утворює з більшою віссю еліпсоїда кут α_1 , а при-
ймач випромінювання розташований на осі, що
утворює з більшою віссю еліпсоїда кут:

$$\alpha_n = \arctg \frac{\left[y_{n-1}^2 \cdot k \cdot a \cdot \sqrt{k^2 - 1} + (-1)^n \cdot a \cdot \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \sqrt{y_{n-1}^2 + \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right)^2} \right] \times}{\left(x_{n-1} + (-1)^{n-1} \cdot \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \left[a \cdot \sqrt{k^2 - 1} \cdot \left(y_{n-1}^2 \cdot k^2 + \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right)^2 \right) - \right.}$$

$$\left. \times \left(y_{n-1} + (-1)^n \cdot a \cdot y_{n-1} \cdot \sqrt{k^2 - 1} \right) \right] - \left[y_{n-1}^2 \cdot k \cdot a \cdot \sqrt{k^2 - 1} + (-1)^n \cdot a \cdot \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \sqrt{y_{n-1}^2 + \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right)^2} \right]^2},$$

де α - більша піввісь еліпсоїда; k - коефіцієнт
співвідношення між великою і малою півсями
еліпсоїда; n - кількість відбиттів світлового про-
меня від стінок кювети; $(x_n; y_n)$ - координати
точки виходу світлового променя через n відбит-
тів,

газоаналізатор додатково оснащено модулятором,
в одному із отворів якого встановлено вищезна-
чений світлофільтр, смуга пропускання якого спів-
падає з смугою поглинання газу, а в іншому отворі
- додатковий світлофільтр, смуга пропускання яко-
го не співпадає з смугою поглинання газу.

Корисна модель відноситься до техніки аналі-
тичного приладобудування і може бути використа-
ний для аналізу газів в хімічній, металургійній та
інших галузях промисловості, а також для контро-
лю забруднення оточуючого середовища.

Відомі пристрої [1, 2], що мають близьку суку-
пність ознак щодо пристрою, що замовляється.

Відомий газоаналізатор, що містить оптично
зв'язані джерело випромінювання, кювету у вигля-
ді інтегруючої сфери, світлофільтр та приймач
випромінювання. [1].

До недоліків цього газоаналізатору відносить-
ся низька метрологічна надійність, викликана не-
визначеністю довжини оптичного шляху в кюветі,
яка залежить від взаємного розташування дже-
рела та приймача випромінювання, а в деяких випа-
дках і повної втрати працездатності, коли промінь
від джерела випромінювання після багатократного
відбиття від стінок кювети може взагалі не потра-
пити на приймач випромінювання.

В якості прототипу прийнято абсорбційний га-
зоаналізатор, який містить оптично зв'язані дже-
рело випромінювання, кювету у вигляді напівеліп-

U
(13)

34963
(11)

UA
(19)

соїда з внутрішнім дзеркальним покриттям, приймач випромінювання із світлофільтром. [2].

До недоліків прототипу відносяться низька чутливість вимірювання та метрологічна надійність, так як світловий промінь йде від джерела випромінювання, відбивається один раз від стінок кювети і потрапляє на приймач випромінювання, а також цей газоаналізатор є одноканальним, тобто в ньому не реалізовано порівнювальний канал.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищити чутливість та метрологічну надійність газоаналізатора, шляхом того, що кювета виконана у вигляді еліпсоїда з внутрішнім дзеркальним покриттям, оптична вісь джерела випромінювання проходить через один із фокусів еліпсоїда під ку-

том α_1 , а оптична вісь приймача випромінювання проходить через другий фокус під кутом α_n до великої осі еліпсоїда, та перед приймачем випромінювання додатково введено модулятор в одно-

му із отворів якого встановлено світлофільтр, полоса пропускання якого співпадає з полосою поглинання газу, а в другому отворі - додатковий світлофільтр, полоса пропускання якого не співпадає з полосою поглинання газу, що забезпечує досягнення технічного результату.

Поставлена задача вирішується тим, що в абсорбційному аналізаторі, що містить оптично зв'язані кювету у вигляді еліптичного тіла з внутрішнім дзеркальним покриттям, джерело випромінювання, приймач випромінювання, світлофільтр, полоса пропускання якого співпадає з полосою поглинання газу, новим є те, що кювета виконана у вигляді еліпсоїда обертання, джерело випромінювання розташовано на осі, що утворює з більшою

віссю еліпсоїда кут α_1 а приймач випромінювання розташований на осі, що утворює з більшою віссю еліпсоїда кут:

$$\alpha_n = \arctg \frac{\left[y_{n-1}^2 \cdot k \cdot a \cdot \sqrt{k^2 - 1} + (-1)^n \cdot a \cdot \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \sqrt{y_{n-1}^2 + \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right)^2} \right]^2}{\left(x_{n-1} + (-1)^{n-1} \cdot \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \left[a \cdot \sqrt{k^2 - 1} \cdot \left(y_{n-1}^2 \cdot k^2 + \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right)^2 \right) \right]^2 - \left(y_{n-1} + (-1)^n \cdot a \cdot y_{n-1} \cdot \sqrt{k^2 - 1} \right)} \cdot \left[y_{n-1}^2 \cdot k \cdot a \cdot \sqrt{k^2 - 1} + (-1)^n \cdot a \cdot \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right) \cdot \sqrt{y_{n-1}^2 + \left((-1)^{n-1} \cdot x_{n-1} + \frac{a \cdot \sqrt{k^2 - 1}}{k} \right)^2} \right]^2 \right]$$

де a - більша піввісь еліпсоїда; k - коефіцієнт співвідношення між великою і малою півсями еліпсоїда; n - кількість відбиттів світлового променя від стінок кювети; $(x_n; y_n)$ - координати точки виходу світлового променя через n відбиттів та газоаналізатор додатково споряджено модулятором, в одному із отворів якого встановлено вищезазначений світлофільтр, полоса пропускання якого співпадає з полосою поглинання газу, а в другому отворі - додатковий світлофільтр, полоса пропускання якого не співпадає з полосою поглинання газу.

В основу абсорбційного методу вимірювання концентрації шкідливих речовин C покладено закон Бугера - Ламберта - Бера згідно з яким інтенсивність світлового потоку I , що пройшла шар речовини L :

$$I = I_0 \exp(-\lambda \cdot C \cdot L), (1)$$

де I_0 - інтенсивність монохроматичного випромінювання, що падає на поглинаючий шар речовини; λ - питомий показник поглинання світла для даної речовини.

Згідно цього закону чутливість абсорбційних аналізаторів буде визначатись за формулою:

$$\frac{dI}{dC} = I_0(-\lambda \cdot L) \exp(-\lambda \cdot C \cdot L), (2)$$

$$\text{тобто } \frac{dI}{dC} = I_0(-\lambda \cdot L), (3)$$

Отже, виходячи з вищевикладеної рівності можна зробити висновок, що чутливість абсорбційного аналізатора прямо пропорційно залежить від довжини поглинаючого шару газу L . Тобто чим більша L тим вища чутливість.

Поставлені задачі вирішуються в абсорбційному газоаналізаторі завдяки застосуванню кювети, виконаної у вигляді дзеркального еліпсоїда обертання, що забезпечить багатократне проходження світлового променя через аналізуємий газ.

Відмінними ознаками пристрою, що заявляється, є:

- вимірювальна кювета, виконана у вигляді дзеркального еліпсоїда обертання, що забезпечує багатократне проходження світлового променя через аналізуємий газ;

- перед приймачем випромінювання додатково введено модулятор в одному із отворів якого встановлено світлофільтр, полоса пропускання якого співпадає з полосою поглинання газу, а в другому отворі - додатковий світлофільтр, полоса пропускання якого не співпадає з полосою поглинання газу.

Завдяки застосуванню кювети, виконаної у вигляді дзеркального еліпсоїда обертання, збільшується довжина проходів світлового променя через

аналізуємий газ, і таким чином підвищується чутливість абсорбційного газоаналізатору.

Для уникнення нестабільності вимірювального каналу в газоаналізатор додатково перед приймачем випромінювання введено модулятор, в отворах якого містяться світлофільтри, один з яких має полосу пропускання, що співпадає з полосою пропускання газу, а інший має полосу пропускання, що не співпадає з полосою пропускання газу. Коли світловий промінь попадає на світлофільтр, полосу пропускання якого співпадає з полосою поглинання газу - маємо на виході сигнал, пропорційний концентрації C вимірювальної речовини, коли на інший - то сигнал не залежить від концентрації C - порівнювальний канал. В результаті порівняння сигналів з порівнювального і вимірювального каналів ми отримаємо величину, що буде пропорційна концентрації аналізуємого газу.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на фіг. зображена схема абсорбційного газоаналізатора.

Пристрій містить джерело випромінювання 1, яке знаходиться на осі, що утворює з більшою віссю еліпсоїда кут α_1 ; кювету 2, що має вигляд дзеркального еліпсоїда обертання; модулятор 3, що складається з двох світлофільтрів (4 і 5) і двигуна 6. В одному із отворів модулятора встановлено світлофільтр 4, полосу пропускання якого співпадає з полосою поглинання газу, а в іншому - світлофільтр 5, полосу пропускання якого не співпадає з полосою поглинання газу та приймач випромінювання 7, який знаходиться на осі, що утворює з більшою віссю еліпсоїда кут α_n .

Газоаналізатор працює наступним чином. Випромінювання від джерела випромінювання 1 потрапляє в кювету 2, де взаємодіє з аналізуємим газом, багаторазово відбивається від стінок кювети і потрапляє на модулятор 3. Далі світловий

промінь періодично проходить світлофільтр 4 і 5, в результаті чого частина його поглинається, а частина пропускається. Різниця цих сигналів буде прямо пропорційна концентрації аналізуємого газу, що потрапляє на приймач випромінювання 7 і вимірюється.

Принцип вимірювання полягає у тому, що випромінювання багаторазово проходить через кювету з аналізуємим газом, світлофільтр 4, поглинається на певній довжині хвилі, яка притаманна речовині, що аналізується - працює вимірювальний канал газоаналізатору. Величина потоку випромінювання, що поглинається цим газом і буде нести інформацію про концентрацію аналізуємої речовини. В момент часу, коли у вимірювальне коло попадає світлофільтр 5 буде працювати порівнювальний канал газоаналізатора.

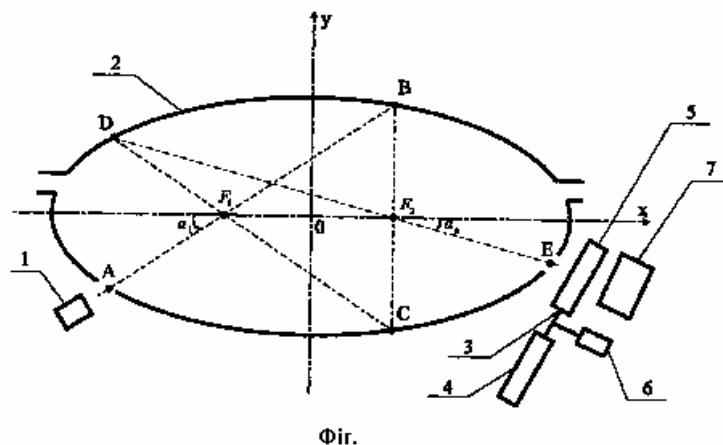
Обробка сигналів з вимірювального і порівнювального каналів дасть можливість уникнути нестабільності вимірювального каналу і таким чином підвищити точність вимірювання.

У порівнянні з прототипом рішення, що замовляється, за рахунок використання кювети у вигляді еліпсоїда дозволяє використання максимально можливого потоку випромінювання при багаторазовому проходженні світлового променя через аналізує мий газ, що призводить до підвищення чутливості, стабільності та метрологічної надійності вимірювання та дозволяє використовувати газоаналізатор для різних задач аналітичного приладобудування.

Техніко-економічні переваги пристрою, що заявляється, у порівнянні з пристроєм-прототипом полягають у підвищенні чутливості.

Джерела інформації:

1. Патент Росії № 2022249, кл. G01N21/61, 1994
2. Патент України № 50437, G01N21/61, 2002.



Фиг.