



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **68725** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 21/01** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

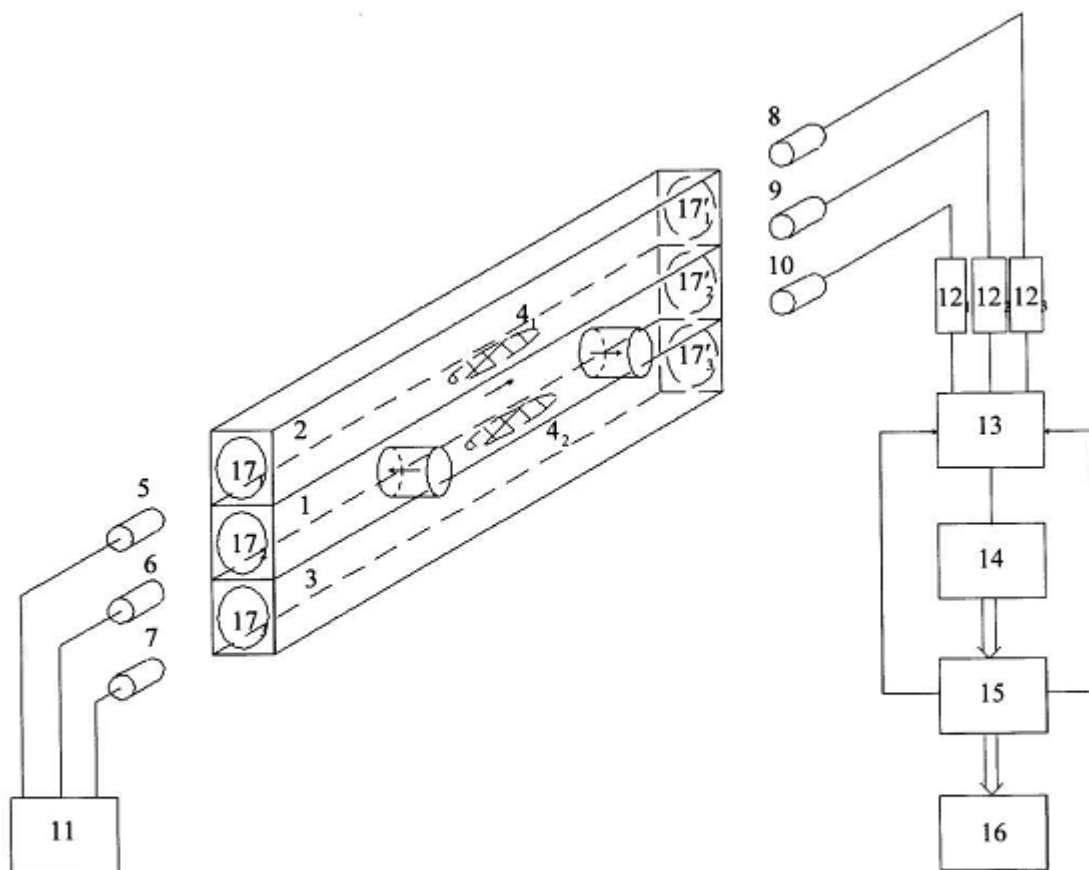
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2011 10898</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>12.09.2011</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.04.2012</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2012, Бюл.№ 7</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Книш Богдан Петрович (UA), Білинський Йосип Йосипович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
---	---

**(54) ОПТИЧНИЙ СЕНСОР КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗУ**

**(57) Реферат:**

Оптичний сенсор концентрації газу складається з блока керування, джерел інфрачервоного випромінювання, вимірювальної кювети, приймача інфрачервоного випромінювання, кювети з чистим повітрям та кювети з чистою домішкою, діафрагм, вхідних і вихідних оптичних системи, підсилювачів, комутатора, аналого-цифрового перетворювача, мікропроцесорного пристрою, цифрового індикаторного табло.

**UA 68725 U**



Фиг.

Корисна модель належить до області контрольно-виміральної техніки і може бути використана для вимірювання концентрації домішок в повітрі.

Відомий оптичний сенсор газів [Патент України № 89707, МПК G01N21/01, опубл. 25.02.2010], що містить оптично зв'язані джерела інфрачервоного випромінювання з довжинами хвиль випромінювання в максимумах, що співпадають з максимумом смуги власного поглинання аналізованого газу, робочої кювети з вхідним і вихідним газовим патрубком, оптичних елементів, приймача інфрачервоного випромінювання, робоча кювета виконана з двох частин різної довжини із спільним внутрішнім об'ємом, вхідне прозоре для випромінювання вікно з дзеркальною поверхнею є спільним для обох частин робочої кювети, а параболічні дзеркальні поверхні частин робочої кювети нахилені під одним або різними кутами до вхідного вікна, вхідні патрубки, отвори яких направлені під кутом до оптичних осей джерел інфрачервоного випромінювання, розміщені на частинах різної довжини робочої кювети, а вихідний патрубок на її частині більшої довжини, джерела інфрачервоного випромінювання розташовані усередині теплопровідних кульових опор і розміщені на одній або різних осях із приймачем інфрачервоного випромінювання, вхідне вікно виготовлено із сапфіру, на внутрішній стороні вхідного вікна розміщена дзеркальна параболічна поверхня, будь-які два патрубки робочої кювети виконані вхідними, а один - вихідним і мають однаковий або різні діаметри отворів, активні елементи джерела інфрачервоного випромінювання виготовлені із вузькозонного напівпровідникового матеріалу, який має біполярну провідність, джерела інфрачервоного випромінювання генерують випромінювання на довжинах хвиль 2,5-5,0 мкм, джерела інфрачервоного випромінювання містять більше двох випромінюючих активних елементів, теплопровідні кульові опори містять дзеркальні поверхні, виконані у формі зрізаного конуса або іншого концентратора випромінювання, на спільній основі із джерелами і приймачем інфрачервоного випромінювання розміщений мікроохолоджувач, перед приймачем інфрачервоного випромінювання розміщена фокусуюча лінза та інтерференційний фільтр з довжиною хвилі пропускання в максимумі, що співпадає з максимумом смуги власного поглинання аналізованого газу, перед джерелами інфрачервоного випромінювання розміщені інтерференційні фільтри з довжиною хвилі пропускання в максимумі, що співпадає з максимумом смуги власного поглинання аналізованого газу, джерела інфрачервоного випромінювання містять випромінюючі активні елементи з довжинами хвиль випромінювання в максимумах, що співпадають з максимумом смуги власного поглинання аналізованого газу, та додаткові активні елементи, випромінювання яких не поглинається аналізованим газом.

Недоліком оптичного сенсора газів є низька точність вимірювання, оскільки відсутня можливість компенсації дестабілізуючих факторів і показників, які характеризують адіабатний процес.

Найближчим аналогом до запропонованого пристрою є інфрачервоний газоаналізатор [Патент України № 69503, МПК G01N21/01, опубл. 15.09.2004], що містить блок пробопідготовки, послідовно оптично з'єднані джерело інфрачервоного випромінювання, вимірвальна і порівняльна кювети, об'єкторатор, вимірвальний і порівняльний приймачі інфрачервоного випромінювання з нанесеним на них оптичним інтерференційним фільтром, вихід вимірвального приймача інфрачервоного випромінювання через блок електронної обробки інформації з'єднаний з реєструючим приладом, вихід порівняльного приймача інфрачервоного випромінювання з'єднаний з першим входом підсилювача різниці сигналів напруги, другий вхід якого з'єднаний з опорним джерелом напруги, вихід підсилювача різниці сигналів напруги з'єднаний з входом блока керування, корегуючий вихід якого з'єднаний з джерелом інфрачервоного випромінювання.

Недоліком є складність електронної схеми газоаналізатора, що знижує точність вимірювання, і залежність значної кількості електронних компонентів від температури.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення оптичного сенсора концентрації газу, в якому за рахунок використання триканальної системи досягається підвищення точності вимірювань шляхом компенсації дії показників адіабати та дестабілізуючих факторів.

Поставлена задача вирішується тим, що оптичний сенсор концентрації газу, який складається з послідовно оптично з'єднаних блока керування, джерела інфрачервоного випромінювання, вимірвальної кювети, приймача інфрачервоного випромінювання, крім того кювета з чистим повітрям та кювета з чистою домішкою, на поверхні яких розташовані діафрагми, містяться у вимірвальній кюветі, друге і третє джерела інфрачервоного випромінювання та другий і третій приймачі інфрачервоного випромінювання розташовані на одній осі з різних сторін кювети з чистим повітрям та кювети з чистою домішкою відповідно, біля яких розташовані вхідні і вихідні оптичні системи, виходи приймачів інфрачервоного випромінювання зв'язані з підсилювачами, виходи з яких з'єднані комутатором, вихід якого

з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою, який має обернений зв'язок з комутатором, вихід мікропроцесорного пристрою з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло.

На кресленні представлена блок-схема запропонованого оптичного сенсора концентрації газу, який складається з послідовно оптично з'єднаних блока керування 11, джерела інфрачервоного випромінювання 6, вимірювальної кювети 1, приймача інфрачервоного випромінювання 9, крім того кювета 2 з чистим повітрям та кювета 3 з чистою домішкою, на поверхні яких розташовані діафрагми 4<sub>1</sub> і 4<sub>2</sub> відповідно, містяться у вимірювальній кюветі 1, друге і третє джерела інфрачервоного випромінювання 6 і 7 відповідно та другий і третій приймачі інфрачервоного випромінювання 8 і 10 відповідно розташовані на одній осі з різних сторін кювети 2 з чистим повітрям та кювети 3 з чистою домішкою відповідно, біля яких розташовані вхідні і вихідні оптичні системи 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>, 17<sub>3</sub> і 17'<sub>1</sub>, 17'<sub>2</sub>, 17'<sub>3</sub> відповідно, виходи приймачів інфрачервоного випромінювання 8, 9, 10 зв'язані з підсилювачами 12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub> відповідно, виходи з яких з'єднані комутатором 13, вихід якого з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем 14, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою 15, який має обернений зв'язок з комутатором 13, вихід мікропроцесорного пристрою 15 з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло 16.

Оптичний сенсор концентрації газу працює наступним чином.

Аналізований газ прокачується через вхідний патрубок вимірювальної кювети 1. Потoki інфрачервоного випромінювання від джерел інфрачервоного випромінювання 5, 6, 7, які керуються блоком керування 11, проходять спочатку через вхідні оптичні системи 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>, 17<sub>3</sub> відповідно для розсіювання світлових потоків, а потім через вимірювальну кювету 1, де частково поглинаються аналізованим газом, який тисне на діафрагми 4<sub>1</sub> і 4<sub>2</sub> кювети 2 з чистим повітрям та другої кювети 3 з чистою домішкою, пропорційно його концентрації, кювету 2 з чистим повітрям і другу кювету 3 з чистою домішкою та потрапляють на вихідні оптичні системи 17'<sub>1</sub>, 17'<sub>2</sub>, 17'<sub>3</sub> відповідно для збирання світлових потоків. Далі потоки інфрачервоного випромінювання, які пройшли через кювети 2, 3 і вимірювальну кювету 1, потрапляють на приймачі інфрачервоного випромінювання 8, 9, 10 відповідно, на виході яких виникають електричні сигнали, які пропорційні концентрації аналізованого газу, що знаходиться у вимірювальній кюветі 1, чистого повітря, що знаходиться в кюветі 2, і чистої домішки, що знаходиться в другій кюветі 3. Сигнали з приймачів інфрачервоного випромінювання 8, 9, 10 підсилюються за допомогою підсилювачів 12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub> відповідно, об'єднуються за допомогою комутатора 13 і далі надходять до аналого-цифрового перетворювача 14, де аналоговий сигнал перетворюється в цифровий, і потрапляють через шину на вхід мікропроцесорного пристрою 15, який має обернений зв'язок з комутатором 13. Цифровий код, пропорційний концентрації кожного з газів, обробляється в мікропроцесорному пристрої 15 і виводиться через шину на цифрове індикаторне табло 16.

Світлові потоки, які проходять через вимірювальну кювету 1 з аналізованим газом ( $I_{Г.С.}(v_1)$ ), кювету 2 з чистим повітрям ( $I_{П.}(v_1)$ ) і другу кювету 3 з чистою домішкою ( $I_{Д.}(v_1)$ ), що описуються відповідно до закону Бугера-Ламберта-Бера, порівнюються між собою:

$$I_{Г.С.}(v_1) = I_0^{Г.С.}(v_1) e^{-d \left( K_1^{П.}(v_1) \frac{P \cdot \rho_{(c)}^{П.}(v_1) \cdot T(c)}{\mu_{П.} \cdot T \cdot P(c)} + K_2^{Д.}(v_1) \frac{c \cdot P \cdot \rho_{(c)}^{Д.}(v_1) \cdot T(c)}{\mu_{Д.} \cdot (1-c) T \cdot P(c)} \right)}$$

$$I_{П.}(v_1) = I_0^{П.}(v_1) e^{-d K_1^{П.}(v_1) \frac{P \cdot \rho_{(c)}^{П.}(v_1) \cdot T(c)}{\mu_{П.} \cdot T \cdot P(c)}}$$

$$I_{Д.}(v_1) = I_0^{Д.}(v_1) e^{-d K_2^{Д.}(v_1) \frac{P \cdot \rho_{(c)}^{Д.}(v_1) \cdot T(c)}{\mu_{Д.} \cdot T \cdot P(c)}}$$

де  $K_1^{П.}(v_1)$  і  $K_2^{Д.}(v_1)$  - молярні питомі показники поглинання домішки та повітря на частоті  $v_1$ , відповідно;

$I_0^{Г.С.}(v_1)$ ,  $I_0^{П.}(v_1)$ ,  $I_0^{Д.}(v_1)$  - інтенсивність вхідного світлового потоку через аналізований газ, чисте повітря і чисту домішку відповідно;

$\mu_{Д.}$  і  $\mu_{П.}$  - молярні маси домішки і повітря відповідно;

$d$  - товщина шару газу;

$\rho_{(c)}^{П.}$  і  $\rho_{(c)}^{Д.}$  - густина повітря і домішки за стандартних умов відповідно;

$T$  - температура газу;

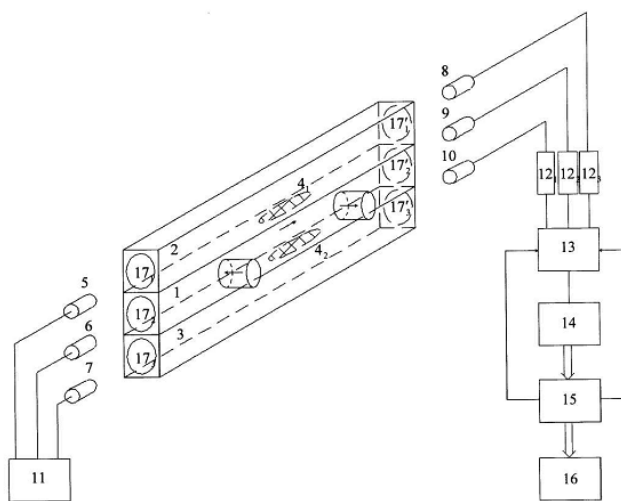
$T_{(c)}$  - температура газу за стандартних умов;  
 $P$  - тиск газу;  
 $P_{(c)}$  - тиск газу за стандартних умов;  
 $c$  - концентрація.

$$c = \frac{\ln \frac{I_{Г.С.}(v_1)}{I_0^{Г.С.}(v_1)} - \ln \frac{I_{П.}(v_1)}{I_0^{П.}(v_1)}}{\ln \frac{I_{Д.}(v_1)}{I_0^{Д.}(v_1)} + \ln \frac{I_{Г.С.}(v_1)}{I_0^{Г.С.}(v_1)} - \ln \frac{I_{П.}(v_1)}{I_0^{П.}(v_1)}}$$

Використання запропонованого оптичного сенсора концентрації газу дозволяє значно підвищити точність вимірювань шляхом компенсації дії показників адиабати та дестабілізуючих факторів за рахунок використання триканальної системи.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Оптичний сенсор концентрації газу, який складається з послідовно оптично з'єднаних блока керування, джерела інфрачервоного випромінювання, вимірювальної кювети, приймача інфрачервоного випромінювання, який **відрізняється** тим, що введені кювета з чистим повітрям та кювета з чистою домішкою, на поверхні яких розташовані діафрагми, містяться у вимірювальній кюветі; друге і третє джерела інфрачервоного випромінювання та другий і третій приймачі інфрачервоного випромінювання розташовані на одній осі з різних сторін кювети з чистим повітрям та кювети з чистою домішкою відповідно, біля яких розташовані вхідні і вихідні оптичні системи, виходи приймачів інфрачервоного випромінювання зв'язані з підсилювачами, виходи яких з'єднані з комутатором, вихід якого з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою, який має обернений зв'язок з комутатором, вихід мікропроцесорного пристрою з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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