



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **84219** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**G01N 21/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

|  |   |
|--|---|
| (21) Номер заявки: <b>u 2013 05529</b>                                     | (72) Винахідник(и):<br><b>Вовна Олександр Володимирович (UA),<br/>Зорі Анатолій Анатолійович (UA),<br/>Коренєв Валентин Дмитрович (UA),<br/>Хламов Михайло Георгійович (UA)</b> |
| (22) Дата подання заявки: <b>29.04.2013</b>                                |   |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.10.2013</b>     | (73) Власник(и):<br><b>ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ<br/>ЗАКЛАД ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ<br/>ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,<br/>вул. Артема, 58, м. Донецьк, 83001 (UA)</b>                  |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.10.2013, Бюл.№ 19</b> |   |

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗІВ

### (57) Реферат:

Пристрій для вимірювання концентрації газів містить джерела випромінювання, квазівідкриті фільтри, в яких встановлені вимірювальні кювети, детектори оптичного випромінювання з підсилювачами, функціональні перетворювачі, причому детектори з підсилювачами з'єднані з функціональними перетворювачами, аналоговим комутатором, аналого-цифровим перетворювачем, блоком управління та обчислювальним блоком, до виходу якого підключені блоки індикації та реєстрації, цифровий канал зв'язку з'єднаний із системою аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств.

UA 84219 U



Корисна модель належить до галузі аналітичного вимірювання концентрації газів переважно в робочих умовах експлуатації при зміні температури аналізованої газової суміші та може бути використана для вимірювання концентрації найпоширеніших забруднювачів ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}$ ), які присутні у складі відпрацьованих газів транспортних засобів, рудничної атмосфери вугільних шахт, атмосфери промислових підприємств, енергетичних установок, а також в системах екологічного моніторингу.

Відомий пристрій контролю вибухонебезпечної концентрації газу в атмосфері підземних вироблень з датчиками концентрації газу у вигляді сенсорних оптичних осередків (Берикашвили В.Ш., Хиврин М.В. Волоконно-оптические системы контроля атмосферы угольных шахт //Радиотехника.-2001. - № 5. - С. 21-27), що складається з сенсорного оптичного осередку, який включає корпус з вікнами для доступу всередину його повітря, з двома дзеркалами та вмонтованим в торець корпусу відрізок оптичного волокна волоконно-оптичного кабелю, по якому від системи індикації вибухонебезпечної концентрації газу на відрізок оптичного волокна подається світловий сигнал, який з відрізка оптичного волокна поступає до першого дзеркала, відображається від нього, потрапляє на друге дзеркало, відображається від нього та назад надходить на перше дзеркало, відображається від якого та надходить на відрізок оптичного волокна, входить в нього і по волоконно-оптичному кабелю повертається до системи індикації вибухонебезпечної концентрації газу.

Недоліком даного пристрою є те, що при зміні температури досліджуваної газової суміші, як одного з основних найістотніше дестабілізуючих факторів, збільшується додаткова адитивна складова похибки результатів вимірювань концентрації аналізованого газу. Згідно з технічними вимогами до даних вимірювачів, величина додаткової абсолютної похибки, яку обумовлено зміною цього дестабілізуючого фактора, не повинна перевищувати подвоєного значення основної абсолютної похибки. Але зміна температури призводить до збільшення додаткової похибки практично на порядок і вище. Тому подібного типу пристрої без компенсації впливу температури мають обмежену сферу застосування та не можуть виконувати вимірювання вибухонебезпечних і токсичних газів в атмосфері робочої зони підприємств з необхідними показниками точності та метрологічної надійності.

Найближчим за технічною суттю до пристрою, що заявляється, є пристрій для вимірювання концентрації газів (Патент UA на винахід № 96662 С2, МПК G 01 N21/000, опубл. 25.11.2011р.). Суть прототипу полягає в наступному. Пристрій для вимірювання концентрації газів, який містить джерела випромінювання, дві вимірювальні кювети, два детектори оптичного випромінювання з підсилювачами, два функціональні перетворювачі, причому виходи підсилювачів детекторів з'єднано з входами функціональних перетворювачів, блок управління та обчислювальний блок, до виходу якого підключені блоки індикації, реєстрації й цифрового каналу зв'язку з системою аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств. Пристрій додатково оснащений квазівідкритими фільтрами, які встановлені у вимірювальних кюветах, комутатором аналогових сигналів та аналого-цифровим перетворювачем, детектори оптичного випромінювання через підсилювачі й функціональні перетворювачі з'єднано з аналого-цифровим перетворювачем через комутатор аналогових сигналів, при цьому комутатор з'єднано з блоком управління, а аналого-цифровий перетворювач з'єднано з обчислювальним блоком і блоком управління.

Недоліком відомого пристрою є те, що при живленні світлодіода імпульсами струму амплітудою не менше 400 мА із шпаруватістю  $(50 \div 100)$  зміна напруги світлодіода від зміни температури складає мінус  $(1,3 \pm 0,2)$  мВ/°С. Ця температурна нестабільність світлодіода істотно впливає на температурну нестабільність вихідної напруги вимірювача, величина якої складає 0,57 В/°С в діапазоні температур від +5 до +35 °С. При цьому чутливість вихідної напруги вимірювача від зміни концентрації метану складає 0,51 В/°<sup>06</sup>%, що призводить до додаткової абсолютної похибки вимірювань концентрації газу від зміни температури, величина якої складає не менше  $\pm 16,6^{\circ 06}\%$ . Згідно з метрологічними вимогами до стаціонарних метанометрів для системи газового захисту вугільних шахт величина додаткової абсолютної похибки вимірювань концентрації метану від зміни температури в діапазоні від +5 до +35 °С  $(20 \pm 15)^{\circ}\text{C}$  не повинна перевищувати  $\pm 0,4^{\circ 06}\%$  (подвоєного значення основної абсолютної похибки). Отже, одержаний результат перевищує в 42 рази необхідну величину похибки. При цьому вимірювальний пристрій повинен мати високу швидкодію та необхідні метрологічні характеристики як основні у всьому вимірювальному діапазоні, так і додаткові при зміні дестабілізуючих факторів, що не забезпечується відомим пристроєм.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення пристрою вимірювання концентрації газу, в якому за рахунок введення нових конструктивних елементів і виконання

компенсації зміни температури забезпечується підвищення точності вимірювача у всьому діапазоні вимірюваного газового компоненту при збереженні швидкодії пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для вимірювання концентрації газів містить джерела випромінювання, квазівідкриті фільтри, в яких встановлені вимірювальні кювети, детектори оптичного випромінювання з підсилювачами, функціональні перетворювачі, причому детектори з підсилювачами з'єднані з функціональними перетворювачами, аналоговим комутатором, аналого-цифровим перетворювачем, блоком управління та обчислювальним блоком, до виходу якого підключені блоки індикації та реєстрації, цифровий канал зв'язку з'єднаний із системою аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств, згідно з корисною моделлю, пристрій додатково оснащений підсилювачем напруги світлодіода та амплітудним детектором, вхід підсилювача напруги підключений до світлодіода, а вхід амплітудного детектора підключений до виходу детектора оптичного випромінювання з підсилювачем, крім того, пристрій додатково оснащено суматором і нормуючим перетворювачем, до виходу амплітудного детектора з інвертуванням фази вихідного сигналу підключений один із входів суматора, другий вхід суматора підключений до виходу підсилювача напруги світлодіода, вихід суматора підключений до нормуючого перетворювача, а вихід нормуючого перетворювача підключений до аналогового комутатора.

Даний пристрій дозволяє за рахунок компенсації зміни температури збільшити точність контролю концентрації аналізованого газу, при цьому зберігається необхідна швидкодія пристрою при вимірюванні концентрації газів, що дозволяє своєчасно, в режимі реального часу виконувати необхідні вимірювання концентрації токсичних і вибухонебезпечних газів в робочій зоні й технологічних процесах промислових підприємств.

На фіг. 1 наведено структурну схему одноканального пристрою для вимірювання концентрації газів, де 1 - джерело струму для живлення джерела випромінювання; 2 - джерело випромінювання (світлодіод) однієї з оптичних кювет; 3 - оптична вимірювальна кювета; 4 - детектор оптичного випромінювання з підсилювачем; 5 - амплітудний детектор; 6 - підсилювач напруги світлодіода; 7 - суматор; 8 - нормуючий перетворювач; 9 - блок управління; 10 - обчислювальний блок з аналоговим комутатором і аналого-цифровим перетворювачем; 11 - блок індикації та реєстрації; 12 - цифровий канал зв'язку; 13 - система аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств.

На фіг. 2 наведено залежність зміни вихідної напруги амплітудного детектора (5) від зміни температури в діапазоні від +22 до +36 °С, де X - результати експериментальних даних; — - результати кусково-лінійної апроксимації зміни напруги від температури.

На фіг. 3 наведено залежність зміни напруги світлодіода (2) від зміни температури в діапазоні від +22 до +36 °С, де X - результати експериментальних даних; — - результати кусково-лінійної апроксимації зміни напруги від температури.

На фіг. 4 наведено залежність зміни вихідної напруги нормуючого перетворювача (8) від зміни температури в діапазоні від +22 до +36 °С, де X - результати експериментальних даних; — - результати кусково-лінійної апроксимації зміни напруги від температури.

Робота пристрою здійснюється під управлінням блока 9 і полягає в наступному. Потік випромінювання від джерела випромінювання 2, який живиться від імпульсного джерела струму 1, надходить у вимірювальну оптичну кювету 3. Джерело випромінювання 2 встановлено на одній стороні вимірювальної кювети, а детектор оптичного випромінювання з підсилювачем 4 розташований на одній осі до джерела 2 на іншій стороні вимірювальної кювети. Вихідний імпульсний сигнал детектора оптичного випромінювання з підсилювачем 4 надходить на вхід амплітудного детектора 5, який перетворює амплітуду вихідного імпульсного сигналу в середнє значення. Вихідний сигнал амплітудного детектора містить інформацію, як про вимірювану концентрацію газового компонента, так і про зміну температури. На фіг. 2 наведено залежність вихідної напруги амплітудного детектора 5 від зміни температури, при цьому концентрація вимірюваного компонента дорівнює нулю. Одночасно напруга світлодіода 2 надходить на підсилювач 6, залежність зміни напруги світлодіода від температури наведено на фіг. 3. Сигнали від амплітудного детектора 5 та підсилювача напруги світлодіода 6 надходять на суматор 7, який додатково інвертує фазу вихідного сигналу амплітудного детектора 5. Подальше перетворення вихідного сигналу здійснюється нормуючим перетворювачем 9, який нормує характеристику перетворення до необхідного вхідного рівня аналого-цифрового перетворювача, який разом з аналоговим комутатором входить до складу обчислювального блока 10. Під управлінням блока 9 дані про концентрацію газового компонента виводяться на блок індикації та реєстрації 11 і по засобах цифрового каналу зв'язку 12 передаються до системи аерогазового захисту вугільної шахти і промислових підприємств 13.

Використання запропонованого пристрою з компенсацією температури у вихідному сигналі вимірювального каналу та його апаратна реалізація, дозволяють зменшити величину додаткової похибки вимірювань концентрації досліджуваного газу до 0,25 об.%. Одержана величина в 66 разів менше ніж її значення до компенсації (16,6 об.%) та в 1,6 разу менше значення відповідної додаткової похибки за технічними вимогах до даних вимірювачів (не більш  $\pm 0,4$  об. %).

Запропонований пристрій дозволяє істотно підвищити точність вимірювачів концентрації газів у всьому діапазоні вимірюваного газового компонента за рахунок компенсації температурного дрейфу при необхідному значенні швидкодії. Використання даного пристрою в якості стаціонарного вимірювача концентрації газів дозволить безперервно контролювати концентрацію небезпечних газів в атмосфері робочої зони підприємств в умовах підвищеної токсичності та вибухонебезпеки газових компонент.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для вимірювання концентрації газів, що містить джерела випромінювання, квазівідкриті фільтри, в яких встановлені вимірювальні кювети, детектори оптичного випромінювання з підсилювачами, функціональні перетворювачі, причому детектори з підсилювачами з'єднані з функціональними перетворювачами, аналоговим комутатором, аналого-цифровим перетворювачем, блоком управління та обчислювальним блоком, до виходу якого підключені блоки індикації та реєстрації, цифровий канал зв'язку з'єднаний із системою аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств, який **відрізняється** тим, що пристрій додатково оснащений підсилювачем напруги світлодіода та амплітудним детектором, вхід підсилювача напруги підключений до світлодіода, а вхід амплітудного детектора підключений до виходу детектора оптичного випромінювання з підсилювачем, крім того, пристрій додатково оснащено суматором і нормуючим перетворювачем, до виходу амплітудного детектора з інвертуванням фази вихідного сигналу підключений один із входів суматора, другий вхід суматора підключений до виходу підсилювача напруги світлодіода, вихід суматора підключений до нормуючого перетворювача, а вихід нормуючого перетворювача підключений до аналогового комутатора.

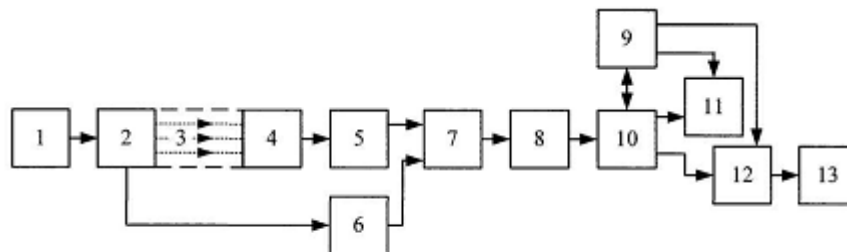


Fig. 1

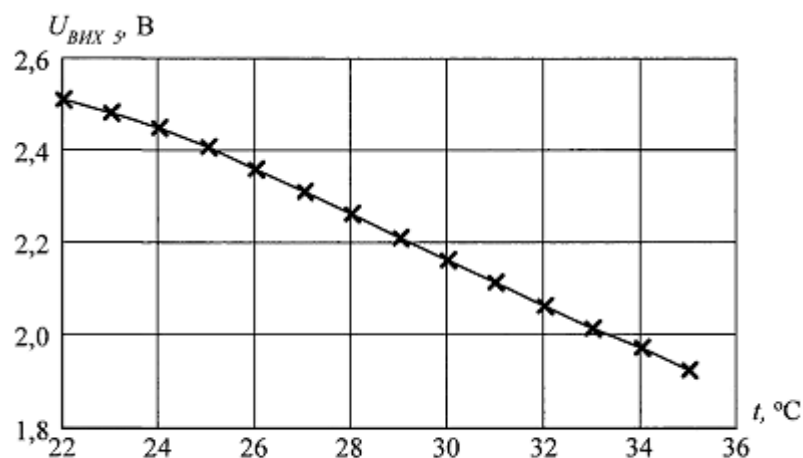
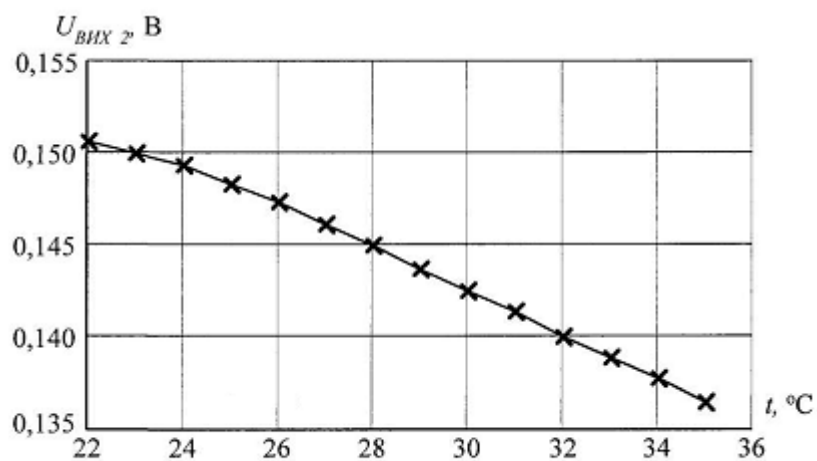
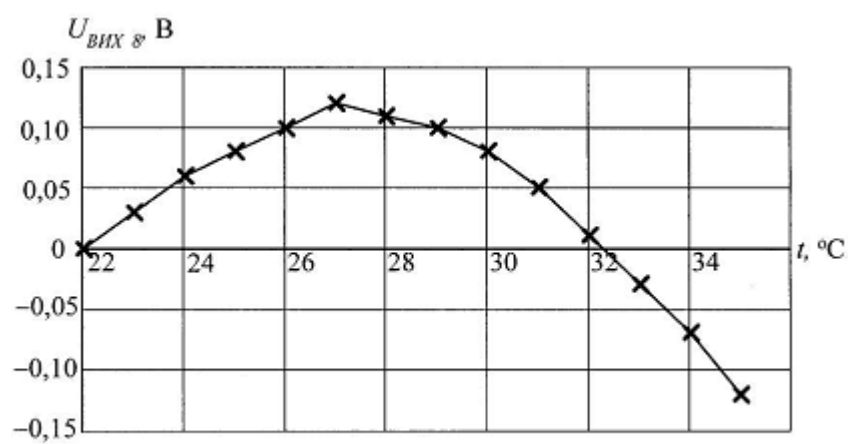


Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

---

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

---

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