



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 103559

(13) C2

(51) МПК

G01N 21/31 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2012 06734	(72) Винахідник(и):	Вовна Олександр Володимирович (UA), Зорі Анатолій Анатолійович (UA), Коренєв Валентин Дмитрович (UA), Хламов Михайло Георгійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	01.06.2012	(73) Власник(и):	ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ", вул. Артема, 58, м. Донецьк, 83001 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.10.2013	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 96662 C2; 25.11.2011 UA 68119 U; 12.03.2012 UA 48216 U; 10.03.2010 SU 1275272; 07.12.1986 RU 2109269 C1; 20.04.1998 GB 2059574 A; 23.04.1981 DE 10112579 A1; 02.10.2002
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.12.2012, Бюл.№ 24		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.10.2013, Бюл.№ 20		

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ГАЗІВ

### (57) Реферат:

Винахід належить до області газового аналізу з використанням інфрачервоного оптико-абсорбційного методу контролю концентрації газів. Пристрій для вимірювання концентрації газів містить послідовно розміщені джерело струму, джерело випромінювання, оптичну вимірювальну кювету з квазівідкритим фільтром для очищення газу та детектор оптичного випромінювання з підсилювачем. А також містить блок керування, з'єднаний входом/виходом з обчислювальним блоком, до виходів якого підключені перші входи блока індикації та реєстрації і цифрового каналу зв'язку, другі входи яких з'єднані з блоком керування, а вихід цифрового каналу зв'язку з'єднаний із системою аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств. Згідно з винаходом, він додатково оснащений у вимірювальному каналі інвертором сигналу, пороговим пристроєм, суматором, амплітудним детектором та нормуючим перетворювачем. При цьому вхід інвертора сигналу підключений до виходу підсилювача детектора оптичного випромінювання, а вихід інвертора сигналу з'єднаний з входом порогового пристрою. До виходу порогового пристрою підключений один із входів суматора, другий вхід суматора підключений до виходу підсилювача детектора оптичного випромінювання, вихід суматора з'єднаний з входом амплітудного детектора. Вихід амплітудного детектора з'єднаний з входом нормуючого перетворювача, вихід якого з'єднаний з обчислювальним блоком, до складу якого входять аналоговий комутатор та аналого-цифровий перетворювач. Пристрій забезпечує підвищення точності вимірювання при збереженні швидкодії.

UA 103559 C2

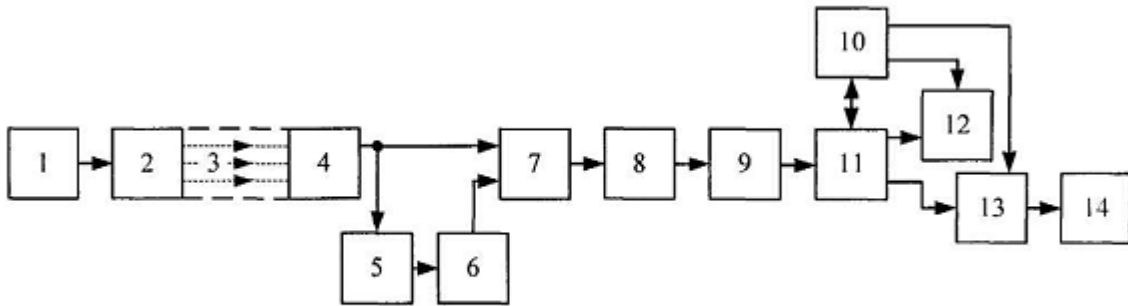


Fig. 1

Винахід належить до області аналітичного вимірювання концентрації газів переважно в умовах високої запиленості аналізованої газової суміші та може бути використаний 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 підсилювача сигналів від фотодіодів (Хоббс Ф.С.Д. Усилители для фотодиодов на операционных усилителях // Компоненты и технологии. - 2009. - № 2, 3 - С. 46-50), що містить перетворювач вихідного сигналу (струму фотодіода) на операційному підсилювачі постійного струму та фільтр низьких частот. Фільтр утворюється шляхом додавання ємності в зворотний зв'язок операційного підсилювача, що сприяє зменшенню шуму в сигналі, але одночасно зменшується смуга пропускання інформаційного сигналу. Ефект зменшення, наприклад, теплового шуму оцінюється за формулою Найквіста: амплітудне значення напруги шуму прямо пропорційно кореню квадратному із смуги пропускання підсилювача. Тому необхідно обмежити смугу пропускання підсилювача сигналу від фотодіода на граничній частоті. Вище за граничну частоту інформаційного сигналу шуми приглушуються при достатній крутизні спаду амплітудно-частотної характеристики фільтра низьких частот.

Недоліком даного пристрою є те, що для зменшення відношення сигнал/шум використовують різні електричні фільтри для обмеження смуги частот вихідного сигналу вимірювального перетворювача. Введення у вимірювальний канал подібного типу фільтрів також обмежує смугу частот сигналу, тим самим зменшується шумова складова, проте відбувається спотворення форми інформаційного сигналу. При цьому знижується швидкодія вимірювального каналу та збільшується динамічна похибка вимірювань. Тому подібного типу пристрої мають обмежену сферу застосування та не можуть виконувати в режимі реального часу вимірювання вибухонебезпечних і токсичних газів в атмосфері робочої зони підприємств.

Найближчим по технічній суті до пристрою, що заявляється, є пристрій для вимірювання концентрації газів (Патент UA на винахід № 96662 C2, МПК G01N 21/000, опубл. 25.11.2011 р.), взятий за прототип. Суть пристрою за прототипом полягає в наступному. Пристрій для вимірювання концентрації газів, що містить джерела випромінювання, дві вимірювальні кювети, два детектори оптичного випромінювання з підсилювачами, два функціональні перетворювачі, причому виходи підсилювачів детекторів з'єднані з входами функціональних перетворювачів, блок керування та обчислювальний блок, до виходу якого підключені блоки індикації, реєстрації та 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 та функціональні перетворювачі з'єднані з аналого-цифровим перетворювачем через комутатор аналогових сигналів, при цьому комутатор з'єднаний з блоком керування, а аналого-цифровий перетворювач з'єднаний з обчислювальним блоком і блоком керування.

Недоліком відомого пристрою є те, що при живленні джерел випромінювання імпульсами струму амплітудою не більш 200 мА з шпаруватістю 0,5 відношення сигнал/шум складає (3-5), що є недостатнім при проведенні аналітичних вимірювань концентрації газових компонент із заданою точністю. При збільшенні амплітуди живлячих імпульсів струму до величини (1,4-1,6) А та зменшенні шпаруватості до (0,02-0,04) відношення сигнал/шум складає (30-40), що практично повністю задовольняє умовам промислової експлуатації подібного типу пристроїв. Проте, при вимірюванні малих значень концентрацій досліджуваних газових компонент на рівні основної абсолютної похибки вимірювань  $\pm 0,2^{\circ}\%$  в діапазоні від 0 до  $4^{\circ}\%$  величина відношення сигнал/шум знижується до рівня (3-4), що не забезпечує виконання даних вимірювань із заданою точністю та вимагає додатково зменшення величини шуму. При цьому вимірювальний пристрій повинен мати як високу швидкодію, так і необхідні метрологічні характеристиками у всьому вимірювальному діапазоні, що і не забезпечується відомим пристроєм.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою для вимірювання концентрації газу, в якому за рахунок введення нових конструктивних елементів та виконання автоматичної корекції шумової складової вихідного сигналу забезпечується підвищення точності вимірювача у всьому діапазоні вимірюваного газового компоненту при збереженні швидкодії пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для вимірювання концентрації газів, що містить послідовно розміщені джерело струму, джерело випромінювання, оптичну вимірювальну кювету з квазівідкритим фільтром для очищення газу та детектор оптичного випромінювання з підсилювачем, а також містить блок керування, з'єднаний входом/виходом з

обчислювальним блоком, до виходів якого підключені перші входи блока індикації та реєстрації і цифрового каналу зв'язку, другі входи яких з'єднані з блоком керування, а вихід цифрового каналу зв'язку з'єднаний із системою аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств, згідно з винаходом, він додатково оснащений у вимірювальному каналі інвертором сигналу, пороговим пристроєм, суматором, амплітудним детектором та нормуючим перетворювачем, при цьому вхід інвертора сигналу підключений до виходу підсилювача детектора оптичного випромінювання, а вихід інвертора сигналу з'єднаний з входом порогового пристрою, до виходу порогового пристрою підключений один із входів суматора, другий вхід суматора підключений до виходу підсилювача детектора оптичного випромінювання, вихід суматора з'єднаний з входом амплітудного детектора, а вихід амплітудного детектора з'єднаний з входом нормуючого перетворювача, вихід якого з'єднаний з обчислювальним блоком, до складу якого входять аналоговий комутатор та аналого-цифровий перетворювач.

Даний пристрій дозволяє за рахунок часткової компенсації шуму у вимірювальному каналі збільшити відношення сигнал/шум, 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 та технологічних процесах промислових підприємств.

На фіг. 1 приведена структурна схема одноканального пристрою для вимірювання концентрації газів, де 1 - джерело струму для живлення джерела випромінювання; 2 - джерело випромінювання однієї з оптичних кювет; 3 - оптична вимірювальна кювета з фільтром очищення газу; 4 - детектор оптичного випромінювання з підсилювачем; 5 - інвертор сигналу; 6 - пороговий пристрій; 7 - суматор; 8 - амплітудний детектор; 9 - нормуючий перетворювач; 10 - блок керування; 11 - обчислювальний блок з аналоговим комутатором і аналого-цифровим перетворювачем; 12 - блок індикації та реєстрації; 13 - цифровий канал зв'язку; 14 - система аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств.

На фіг. 2 приведені осцилограми вихідних сигналів детектора оптичного випромінювання з підсилювачем (15) та порогового пристрою (16). В амплітуді вихідного сигналу детектора оптичного випромінювання з підсилювачем міститься інформація про вимірювану концентрацію газового компонента, яка після перетворення в сигнал напруги складається із двох складових: інформаційного імпульсного сигналу, амплітуда якого не більш 1 В з шпаруватістю (0,02-0,04) та шуму, який має нормальний закон розподілу з наступними параметрами: математичне очікування  $m_x=0$  В; середньоквадратичне відхилення  $\sigma_x=50$  мВ; об'єм вибірки  $N=1000$ .

На фіг. 3 приведена осцилограма вихідного сигналу суматора після корекції шумової складової від детектора оптичного випромінювання.

Робота пристрою здійснюється під керуванням блока 10 і полягає у наступному. Потік випромінювання від джерела випромінювання 2, яке живиться від імпульсного джерела струму 1, надходить у вимірювальну оптичну кювету 3. До складу оптичної кювети 3 входить квазівідкритий фільтр очищення газу від пилу. Джерело випромінювання 2 встановлено на одній стороні вимірювальної кювети, а детектор оптичного випромінювання 4 з підсилювачем розташований співвісно джерелу 2 на іншій стороні вимірювальної кювети. Аналоговий електричний сигнал від детектора 4 з підсилювачем, форма якого приведена на фіг. 2, (15), надходить на інвертор сигналу 5, пороговий пристрій 6 і суматор 7. Інвертор сигналу 5 забезпечує зсув фази вихідного сигналу на  $180^\circ$ , а пороговий пристрій 6 обмежує негативну вихідну напругу на рівні нуля, при цьому усувається інформаційна складова. Інвертор сигналу 5 забезпечує одиничний коефіцієнт передачі за напругою та містить схему компенсації адитивної складової похибки вимірювань. Осцилограми вихідного сигналу порогового пристрою 6 приведені на фіг. 2 (16). Суматор 7 підсумовує інформаційний вихідний сигнал детектора 4 з підсилювачем і сигнал порогового пристрою 6, осцилограма вихідного сигналу суматора з виключеною шумовою складовою приведена на фіг. 3. Подальше перетворення вихідного сигналу здійснюється амплітудним детектором 8, який перетворює амплітуду вихідного імпульсного сигналу в середнє значення, величина якого пропорційна концентрації газового компонента. Нормуючий перетворювач 9 нормує характеристику перетворення до необхідного вхідного рівня аналого-цифрового перетворювача, який разом з аналоговим комутатором входить до складу обчислювального блока 11. Під керуванням блока 10 дані про концентрацію газового компонента виводяться на блок індикації та реєстрації 12 і по цифровому каналу зв'язку 13 передаються до системи аерогазового захисту вугільної шахти і промислових підприємств 14.

Використання запропонованого пристрою з компенсацією шуму у вихідному сигналі детектора оптичного випромінювання та його апаратна реалізація дозволяють зменшити величину випадкової складової похибки вимірювання практично у (2-3) рази, що збільшить в два

рази чутливість вимірювача концентрації газових компонент за рахунок збільшення відношення сигнал/шум.

Запропонований пристрій дозволяє підвищити метрологічні характеристики вимірювачів концентрації газів при необхідному значенні швидкодії вимірювань. Використання даного пристрою як стаціонарного вимірювача концентрації газів дозволить безперервно контролювати концентрацію небезпечних газів в атмосфері робочої зони підприємств в умовах підвищеної токсичності та вибухонебезпеки газових компонент.

### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10

Пристрій для вимірювання концентрації газів, що містить послідовно розміщені джерело струму, джерело випромінювання, оптичну вимірювальну кювету з квазівідкритим фільтром для очищення газу та детектор оптичного випромінювання з підсилювачем, а також містить блок керування, з'єднаний входом/виходом з обчислювальним блоком, до виходів якого підключені перші входи блока індикації та реєстрації і цифрового каналу зв'язку, другі входи яких з'єднані з блоком керування, а вихід цифрового каналу зв'язку з'єднаний із системою аерогазового захисту вугільних шахт і промислових підприємств, який **відрізняється** тим, що він додатково оснащений у вимірювальному каналі інвертором сигналу, пороговим пристроєм, суматором, амплітудним детектором та нормуючим перетворювачем, при цьому вхід інвертора сигналу підключений до виходу підсилювача детектора оптичного випромінювання, а вихід інвертора сигналу з'єднаний з входом порогового пристрою, до виходу порогового пристрою підключений один із входів суматора, другий вхід суматора підключений до виходу підсилювача детектора оптичного випромінювання, вихід суматора з'єднаний з входом амплітудного детектора, а вихід амплітудного детектора з'єднаний з входом нормуючого перетворювача, вихід якого з'єднаний з обчислювальним блоком, до складу якого входять аналоговий комутатор та аналого-цифровий перетворювач.

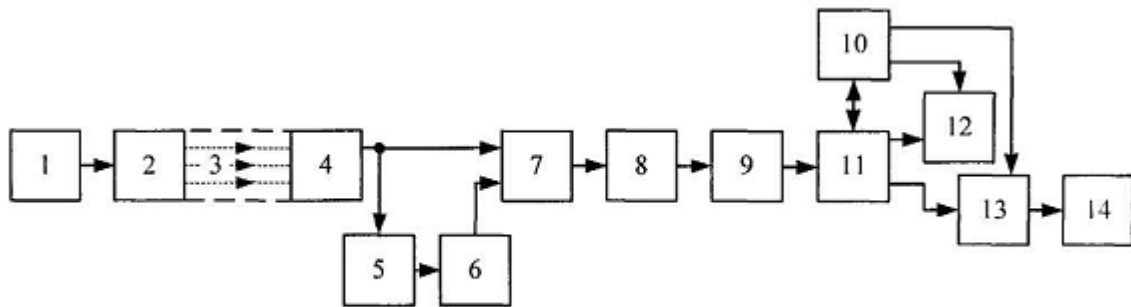


Fig. 1

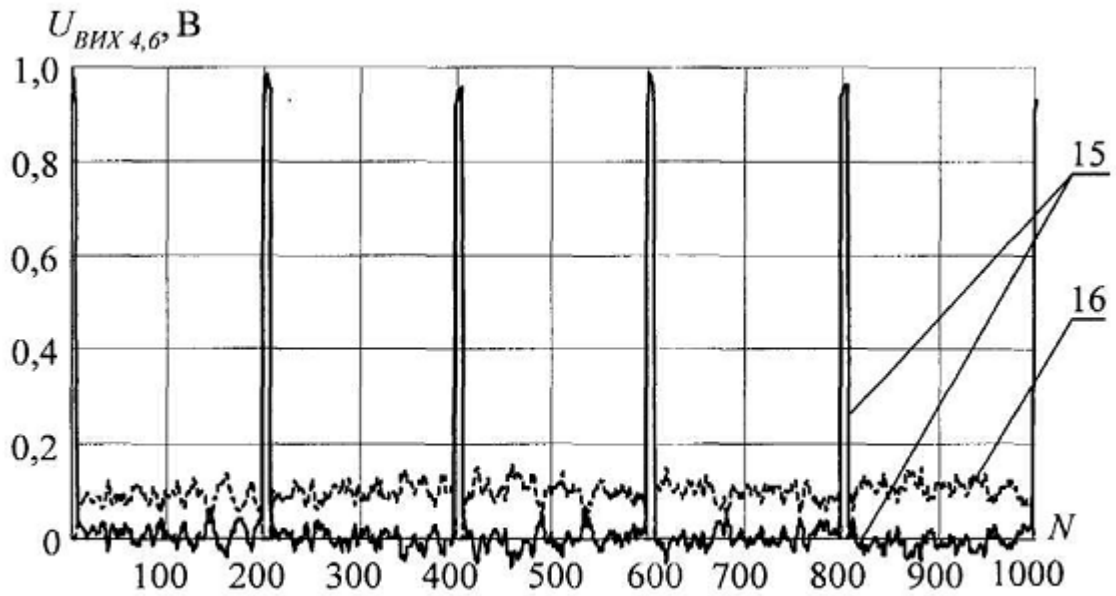


Fig. 2

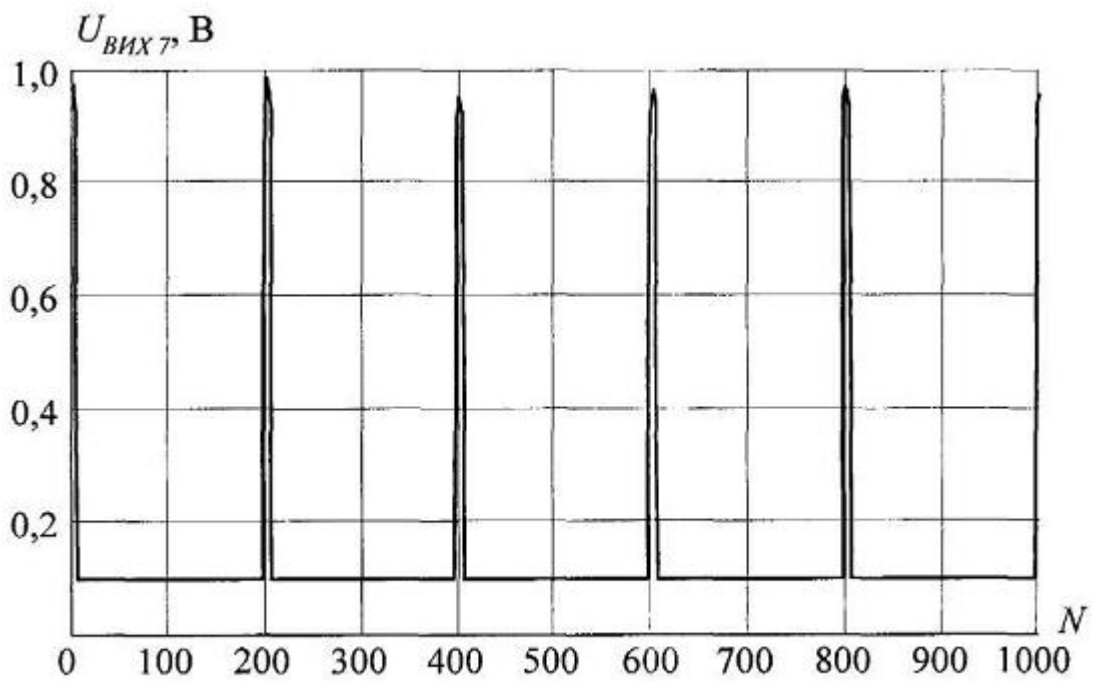


Fig. 3

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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