

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 155530

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗАТОР СКЛАДУ БІОГАЗУ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей  
06.03.2024.

Директор  
Державної організації «Український  
національний офіс інтелектуальної  
власності та інновацій»

О.П. Орлюк







УКРАЇНА

(19) UA

(11) 155530

(13) U

(51) МПК

G01N 21/01 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

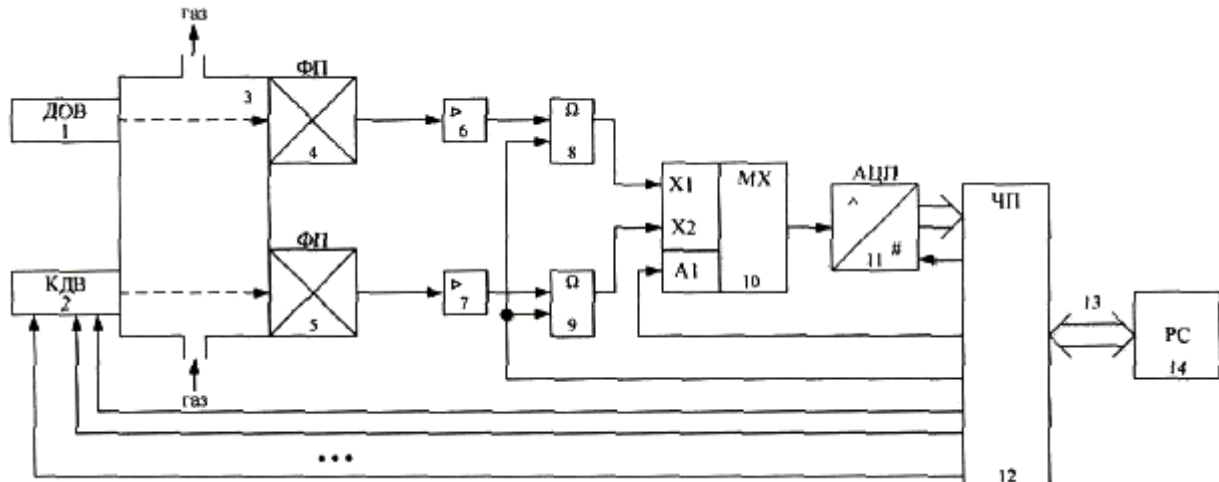
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) Номер заявки: <b>u 2023 04330</b>                                                | (72) Винахідник(и):<br><b>Гончарук Інна Вікторівна (UA),<br/>Граняк Валерій Федорович (UA),<br/>Токарчук Олексій Анатолійович (UA),<br/>Токарчук Діна Миколаївна (UA),<br/>Полевода Юрій Алікович (UA)</b> |
| (22) Дата подання заявки: <b>13.09.2023</b>                                           | (73) Володілець (володільці):<br><b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ<br/>АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,<br/>вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008 (UA)</b>                                                                      |
| (24) Дата, з якої є чинними<br>права інтелектуальної<br>власності: <b>07.03.2024</b>  |                                                                                                                                                                                                            |
| (46) Публікація відомостей<br>про державну<br>реєстрацію: <b>06.03.2024, Бюл.№ 10</b> |                                                                                                                                                                                                            |

## (54) СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗАТОР СКЛАДУ БІОГАЗУ

### (57) Реферат:

Спектральний аналізатор складу біогазу містить кювету, джерело опорного випромінювання, два фотоприймачі та числовий перетворювач. При цьому в аналізатор введено кероване джерело випромінювання, два нормуючі підсилювачі, два блоки аналогової пам'яті, мультиплексор, аналого-числовий перетворювач, лінію зв'язку та сервер. При цьому виходи першого та другого фотоприймачів з'єднані з входами першого та другого нормуючих підсилювачів, відповідно, виходи першого та другого нормуючих підсилювачів з'єднані, відповідно, з першими входами першого та другого блоків аналогової пам'яті, другі входи яких з'єднані з третім виходом числового перетворювача, виходи першого та другого блоків аналогової пам'яті, відповідно, з'єднані з першим та другим інформаційними входами мультиплексора, адресний вихід якого з'єднаний з другим виходом числового перетворювача. Вихід мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-числового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, вихід аналого-числового перетворювача з'єднаний з входом числового перетворювача, з четвертого по n-3-й виходи числового перетворювача з'єднані, відповідно з n-входами керованого джерела випромінювання, вхід-вихід числового перетворювача через лінію зв'язку з'єднаний з сервером.



UA 155530 U



Корисна модель належить до сфери аналітичного приладобудування і може бути застосована для вимірювання концентрацій основних фракцій біогазу (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> та ін.).

Відомий спосіб аналізу газів інфрачервоним методом [Патент України на винахід № 80638, кл. G01N 21/61, G01N 21/01, 10.10.2007], в якому шляхом вимірювання приймачами інфрачервоного випромінювання з попередньо нанесеними на них інтерференційними фільтрами, довжина хвилі пропускання яких узгоджена з довжиною хвилі власного поглинання газу, що аналізується, різниці інтенсивності потоків, що проходять від джерела інфрачервоного випромінювання через два робочих канали і за їхньою зміною вимірюваного випромінювання визначають концентрацію газу; вимірювальні кювети виготовлені з різною довжиною, розміщені в незалежних робочих каналах, причому через вимірювальні кювети прокачують газ, що аналізується. Газ прокачують через вимірювальні кювети по чергово, синхронно з вимірюванням різниці поглинання інтенсивності випромінювання відповідного каналу. Вимірювання різниці поглинання інтенсивності випромінювання на виході вимірювальних кювет відбувається приймачами інфрачервоного випромінювання за рахунок їх електричної модуляції.

Недоліком даного способу є по чергове прокачування газу, необхідність електричної модуляції випромінювання, наявність дзеркала, великі розміри пристрою і порівняно слабкий ступінь обробки інформації; при забрудненні вікон комірок відбувається погіршення метрологічних характеристик у процесі експлуатації.

Відомий також оптичний газоаналізатор [Патент України на корисну модель № 61328, кл. G01N 21/61, G01N 21/01, 11.07.2011], вибраний як найближчий аналог, що містить оптично зв'язані джерела інфрачервоного випромінювання зі спектральним діапазоном випромінювання, який має довжину хвилі, що відповідає спектральній лінії поглинання газу, випромінювання якого поширюється по світловодах оптичного розгалужувача, який з'єднаний світловодами з вимірювальними кюветами, і створює потоки, що проходять через робочий і опорний канали, в яких розміщені вимірювальні кювети однакових розмірів зі вбудованими на виході приймачами інфрачервоного випромінювання, спектральна сприйнятливості яких узгоджена зі спектральним діапазоном випромінювання, який має довжину хвилі власного поглинання досліджуваного газу; при цьому один із приймачів містить спектральний фільтр, що виділяє спектральну смугу випромінювання, яка відповідає смузі поглинання газу, що аналізується, а інший приймач містить спектральний фільтр, який виділяє спектральну смугу випромінювання, що знаходиться поза смугою поглинання газу, що аналізується, і за отриманими значеннями вихідних сигналів на приймачах інфрачервоного випромінювання зі спектральними фільтрами, що фіксуються реєструючим приладом та надходять до блока обробки інформації, визначають концентрацію газу відповідно до закону Бугера-Ламберта-Бера; згідно з корисною моделлю вимірювання поглинання потоку випромінювання на виходах каналів відбувається приймачами інфрачервоного випромінювання зі спектральними фільтрами; джерелом інфрачервоного випромінювання є напівпровідникове джерело інфрачервоного випромінювання зі спектральним діапазоном випромінювання, який має довжину хвилі, що відповідає спектральній лінії поглинання газу, причому газ прокачують через вимірювальні кювети однакових розмірів по чергово, синхронно, а також із можливим з'єднанням даних кювет так, що газ прокачується одночасно через обидві кювети.

Недоліком даного пристрою є можливість одночасного вимірювання концентрації лише однієї складової аналізованого газу, а також низька адаптивність системи.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення спектрального аналізатора складу біогазу, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків забезпечується можливість одночасного вимірювання концентрації декількох складових аналізованого газу, а також підвищена адаптивність системи з можливістю зміни кількості вимірюваних складових аналізованого біогазу програмним шляхом.

Поставлена задача вирішується тим, що спектральний аналізатор складу біогазу містить кювету, джерело інфрачервоного випромінювання (в подальшому - джерело опорного випромінювання), два приймачі (в подальшому - фотоприймачі), блок обробки інформації (в подальшому - числовий перетворювач), кероване джерело випромінювання, два нормуючі підсилювачі, два блоки аналогової пам'яті, мультиплексор, аналого-числовий перетворювач, лінію зв'язку та сервер, причому виходи першого та другого фотоприймачів з'єднані з входами першого та другого нормуючих підсилювачів, відповідно, виходи першого та другого нормуючих підсилювачів з'єднані, відповідно, з першими входами першого та другого блоків аналогової пам'яті, другі входи яких з'єднані з третім виходом числового перетворювача, виходи першого та другого блоків аналогової пам'яті, відповідно, з'єднані з першим та другим інформаційними входами мультиплексора, адресний вихід якого з'єднаний з другим виходом числового перетворювача, вихід мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-числового

перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, вихід аналого-числового перетворювача з'єднаний з входом числового перетворювача, з четвертого по n+3-й виходи числового перетворювача з'єднані, відповідно з n-входами керованого джерела випромінювання, вхід-вихід числового перетворювача через лінію зв'язку з'єднаний з сервером.

5 На кресленні представлено структурну схему пристрою.

Пристрій містить джерело опорного випромінювання 1, кероване джерело випромінювання 2, кювету 3, перший 4 та другий 5 фотоприймачі, перший 6 та другий 7 нормуючих підсилювачі, перший 8 та другий 9 блоки аналогової пам'яті, мультиплексор 10, аналого-числовий перетворювач 11, числовий перетворювач 12, лінію зв'язку 13 та сервер 14, причому виходи першого 4 та другого 5 фотоприймачів з'єднані з входами першого 6 та другого 7 нормуючих підсилювачів, відповідно, виходи першого 6 та другого 7 нормуючих підсилювачів з'єднані, відповідно, з першими входами першого 8 та другого 9 блоків аналогової пам'яті, другі входи яких з'єднані з третім виходом числового перетворювача 12, виходи першого 8 та другого 9 блоків аналогової пам'яті, відповідно, з'єднані з першим та другим інформаційними входами мультиплексора 10, адресний вихід якого з'єднаний з другим виходом числового перетворювача 12, вихід мультиплексора 10 з'єднаний з першим входом аналого-числового перетворювача 11, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом числового перетворювача 12, вихід аналого-числового перетворювача 11 з'єднаний з входом числового перетворювача 12, з четвертого по n+3-й виходи числового перетворювача 12 з'єднані, відповідно з n-входами керованого джерела випромінювання, вхід-вихід числового перетворювача 12 через лінію зв'язку 13 з'єднаний з сервером 14.

Пристрій працює наступним чином.

Джерело опорного випромінювання 1 випромінює вузькоспектральний оптичний промінь, що не відповідає лініям поглинання жодного зі складових аналізованого газу. Кероване джерело випромінювання 2 по чергово випромінює вузькоспектральні оптичні промені, що відповідають лініям поглинання складовими аналізованого газу. Проходячи через заекрановану кювету 3, промені з виходу джерела опорного випромінювання 1 та кероване джерело випромінювання 2 потрапляють на входи, відповідно, першого 4 та другого 5 фотоприймачів. Кювета 3 заповнена досліджуванним газом (може прокачуватися примусово або надходити туди шляхом природної конвекції).

30 При проходженні через кювету світловий промінь із виходу керованого джерела випромінювання 2 додатково (без врахування прозорості досліджуваного газу) послаблюється відповідно до закону Бугера-Ламберта-Бера:

$$35 \quad I = I_0 e^{-\varepsilon c d}$$

де I - інтенсивність світлового променя на вході другого фотоприймача 5; I<sub>0</sub> - інтенсивність світлового променя на виході керованого джерела випромінювання 2; ε - молярний монохроматичний коефіцієнт поглинання; c - молярна концентрація; d - відстань, яку проходить промінь.

40 У першому 4 та другому 5 фотоприймачах інтенсивність світлового потоку перетворюється на рівні постійної напруги, що подаються, відповідно, на входи першого 6 та другого 7 нормуючих підсилювачів, де підсилюються до рівня, придатного для подальшого аналізу. З виходів першого 6 та другого 7 нормуючих підсилювачів підсилені сигнали надходять, відповідно, на перші входи першого 8 та другого 9 блоків аналогової пам'яті, де запам'ятовуються при надходженні керуючого сигналу на їх другі входи з третього виходу числового перетворювача 12. Із виходів першого 8 та другого 9 блоків аналогової пам'яті запам'ятований ними рівень напруги надходить на перший та другий інформаційні входи мультиплексора 10, на вихід якого передається сигнал із першого або другого інформаційних входів, залежно від логічного сигналу, що подається на його адресний вхід із другого виходу числового перетворювача 12.

55 Після отримання одиничного сигналу на своєму другому вході числовим перетворювачем 12 із деякою часовою затримкою формується сигнал логічної одиниці на своєму першому виході, що служить керуючим сигналом для початку аналого-цифрового перетворення рівня напруги з виходу мультиплексора 10. Після завершення аналого-цифрового перетворення сигналу на першому вході мультиплексора 10 пропорційний йому числовий код із його виходу надходить на перший вхід числового перетворювача 12, де зчитується. Після зчитування числового коду, пропорційного сигналу на першому вході мультиплексора 10, змінюється сигнал на другому виході числового перетворювача 12, що з'єднаний з адресним входом мультиплексора 10. Після цього на вихід мультиплексора 10 подається сигнал із його другого входу та повторюється

процес аналого-числового перетворення та зчитування числового коду, пропорційного сигналу на другому вході мультиплектора 10, аналогічно з тим, як це відбувалося для сигналу, що надходить на перший вхід мультиплектора 10. Після завершення аналого-цифрових перетворень другий вихід числового перетворювача 12 переходить у початкове положення, а у числовому перетворювачі 12 відбувається розрахунок концентрації аналізованої складової досліджуваного газу з урахуванням значення інтенсивності опорного променя, що дає змогу вилучити складову похибки, пов'язаної зі зміною прозорості середовища.

Числовий перетворювач 12 через лінію зв'язку 13, яка з'єднана з першим входом-виходом числового перетворювача 12, з'єднаний з сервером 14. Через лінію зв'язку 13 від числового перетворювача 12 до сервера передається вимірне значення концентрації та номер досліджуваної складової, якій вона відповідає, тоді як зі сторони сервера 14 до числового перетворювача 12 надходять сигнали запуску/зупинки вимірювальної системи та службові команди вибору поточного режиму роботи (кількості та виду досліджуваних складових).

### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спектральний аналізатор складу біогазу, який містить кювету, джерело опорного випромінювання, два фотоприймачі та числовий перетворювач, який відрізняється тим, що в нього введено кероване джерело випромінювання, два нормуючі підсилювачі, два блоки аналогової пам'яті, мультиплексор, аналого-числовий перетворювач, лінію зв'язку та сервер, причому виходи першого та другого фотоприймачів з'єднані з входами першого та другого нормуючих підсилювачів, відповідно, виходи першого та другого нормуючих підсилювачів з'єднані, відповідно, з першими входами першого та другого блоків аналогової пам'яті, другі входи яких з'єднані з третім виходом числового перетворювача, виходи першого та другого блоків аналогової пам'яті, відповідно, з'єднані з першим та другим інформаційними входами мультиплектора, адресний вихід якого з'єднаний з другим виходом числового перетворювача, вихід мультиплектора з'єднаний з першим входом аналого-числового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, вихід аналого-числового перетворювача з'єднаний з входом числового перетворювача, з четвертого по n+3-й виходи числового перетворювача з'єднані, відповідно з n-виходами керованого джерела випромінювання, вхід-вихід числового перетворювача через лінію зв'язку з'єднаний з сервером.

