



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30293 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01N 21/76МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ ГАЗОАНАЛІЗАТОР ОКСИДІВ АЗОТУ

1

2

(21) u200710274

(22) 17.09.2007

(24) 25.02.2008

(72) ГРАБАР ВОЛОДИМИР ЯКОВИЧ, UA,  
КУРІННИЙ ВОЛОДИМИР КІНДРАТОВИЧ, UA,  
МІХЕСВА ІННА ЛЕОНІДІВНА, UA(73) ЗАКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
"ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
ІНСТИТУТ АНАЛІТИЧНОГО  
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ", UA

(56)

(57) Хемілюмінесцентний газоаналізатор оксидів азоту, який містить проточну реакційну камеру з першим входом у вигляді каліброваного отвору для надходження газу, що аналізується, другим входом у вигляді каліброваного отвору для надходження озону як допоміжного газу-реактанту, що утворюється в генераторі озону, та виходом, який приєднаний до всмоктувального насоса, а також термokatалітичний перетворювач діоксиду азоту в оксид азоту з пневмоелектричним клапаном і вихідний вимірювальний тракт, що послідовно включає оптичний інфрачервоний світлофільтр, фотоелектронний помножувач та мікропроцесорний пристрій для обробки сигналів виміру, який відрізняється тим, що до його складу додатково введений світлодіод, що працює в інфрачервоному діапазоні випромінювання та розміщений перед вхідним вікном реакційної камери на одній оптичній осі з інфрачервоним світлофільтром та фотокатодом фотоелектронного помножувача, а в

мікропроцесорному пристрої передбачені додаткові керуючі виходи, які електрично зв'язані з керуючими входами генератора озону, світлодіода та пневмоелектричного клапана для відповідного впливу на їх режим роботи для забезпечення чотирициклічного режиму роботи газоаналізатора, причому в першому циклі вимірювання в пам'ять мікропроцесорного пристрою заноситься значення електричного сигналу, пропорційного концентрації оксиду азоту (NO) в аналізованому повітрі, в другому циклі вимірювання по команді з відповідного керуючого виходу мікропроцесорного пристрою потік аналізованого повітря надходить в термokatалітичний перетворювач, в якому діоксид азоту перетворюється в оксид азоту, і в пам'ять мікропроцесорного пристрою заноситься значення електричного сигналу, яке пропорційне сумарній концентрації оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) в аналізованому повітрі, в третьому циклі по команді з мікропроцесорного пристрою вимикається напруга живлення генератора озону, тобто зупиняється генерація газу-реактанту та відбувається вимірювання величини темпового струму фотоелектронного помножувача, в четвертому циклі по команді з відповідного керуючого виходу мікропроцесорного пристрою включається світлодіод при вимкненому живленні генератора озону, визначається величина каліброваного сигналу чутливості та розраховується поправковий коефіцієнт, за допомогою якого автоматично коригуються результати попередніх вимірів.

Запропонована корисна модель відноситься до галузі газоаналітичного приладобудування і може бути використана для контролю вмісту оксидів азоту в атмосферному повітрі, у відпрацьованих газах автомобілів, а також у викидах промислових підприємств.

Відомі хемілюмінесцентні газоаналізатори, які використовуються для виміру вмісту оксиду та діоксиду азоту в газах, що аналізуються.

Один з відомих хемілюмінесцентних газоаналізаторів оксиду азоту [див. статтю:

Міхеева І.Л., Курінний В.К., Мазира Л.Д. Хемілюмінесцентний метод газового аналізу оксидів азоту - Вісник НТУУ «КГО». Серія приладобудування. - 2004. - Вип.28. - С.46-54] містить реакційну проточну камеру, генератор озону, як газу-реактанту, оптичний інфрачервоний світлофільтр і фотоелектронний помножувач та забезпечує можливість визначення оксиду азоту в аналізованому повітрі. Суттєвими недоліками відомого хемілюмінесцентного газоаналізатора, які обмежують його застосування, є вузька

(13) U

(11) 30293

(19) UA

функціональна спроможність, оскільки вимірюється тільки оксид азоту, а в аналізованій суміші часто крім оксиду азоту присутній і діоксид азоту. Крім того, відомий газоаналізатор має велику похибку виміру при безперервній роботі.

Другий відомий хемілюмінесцентний газоаналізатор [див. Технічний опис та інструкцію з експлуатації газоаналізатора оксидів азоту, модель 645ХЛ04, ЦФ2.840.067ТО. - 1992.- С.1-64] має більш широку функціональну спроможність, оскільки здатний забезпечувати можливість одночасного виміру як оксиду азоту так і діоксиду азоту. Такі технічні переваги досягнуті за рахунок використання двоканальної схеми хемілюмінесцентного газоаналізатора, кожний канал якої складається з окремих реакційних проточних камер, оптичних інфрачервоних світлофільтрів та фотоелектронних помножувачів. В один із каналів відомого газоаналізатора введений термokatалітичний конвертер, завданням якого є перетворення  $\text{NO}_2$  у  $\text{NO}$ . Таким чином, по одному каналу здійснюється вимірювання концентрації оксиду азоту ( $\text{NO}$ ), а по другому вимірюється сумарна концентрація оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ). Недоліками другого відомого хемілюмінесцентного газоаналізатора оксидів азоту є складність проектування та налагодження для одержання необхідних метрологічних характеристик. Ці недоліки пояснюються складністю досягнення високого ступеню ідентичності (кореляції) характеристик складових вузлів обох каналів. Крім цього при безперервній роботі постійно змінюється точність показів вимірювання, оскільки не враховуються і не коригуються величини нульового фонових сигналу та каліброваного сигналу чутливості.

З відомих газоаналізаторів оксидів азоту більш близьким за технічною суттю й прийнятим за прототип [див. проспект на хемілюмінесцентний газоаналізатор оксидів азоту, модель АС 31М, фірма Environment, Франція] є хемілюмінесцентний газоаналізатор оксидів азоту, який містить проточну реакційну камеру з першим входом у вигляді каліброваного отвору для надходження газу, що аналізується, другим входом у вигляді каліброваного отвору для надходження озону, як допоміжного газу - реактанту, що утворюється в генераторі озону, та виходом, який приєднаний до всмоктувального насоса, а також термokatалітичний перетворювач діоксиду азоту в оксид азоту з пневмоелектричним клапаном і вихідний вимірювальний тракт, що послідовно включає оптичний інфрачервоний світлофільтр, фотоелектронний помножувач та мікропроцесорний пристрій для обробки сигналів виміру.

Даний хемілюмінесцентний газоаналізатор оксидів азоту за рахунок використання двох реакційних камер та спеціального механічного обтюратора є достатньо ефективним і дозволяє аналізувати в навколишньому середовищі концентрацію і оксиду азоту і діоксиду азоту, а також одночасно визначати величину темпового струму фотоелектронного помножувача для подальших розрахунків при обробці результатів

вимірів.

Однак суттєвими недоліками даного хемілюмінесцентного газоаналізатора оксидів азоту є складність проектування, виконання та обслуговування, підвищена вартість, а також недостатньо високі надійність роботи та точність вимірів. Ці недоліки пояснюються тим, що для забезпечення необхідних вихідних характеристик в газоаналізаторі використовуються дві реакційні камери та спеціальний механічний обтюратор. Наявність механічного обтюратора в газоаналітичному приладі вимагає виконання в процесі експлуатації необхідних ремонтних робіт та спеціального обслуговування. Крім цього, як відомо, механічні елементи негативно впливають на показники надійності, а в даному газоаналізаторі механічні елементи негативно впливають і на точність вимірів, оскільки вони входять до складу вимірювального тракту та вносять при цьому в результати вимірів відповідну похибку.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого хемілюмінесцентного газоаналізатора оксидів азоту, в якому за рахунок використання тільки однієї реакційної камери, виключення механічного обтюратора та забезпечення в режимі безперервної роботи постійного коригування величин нульового фонових сигналу та каліброваного сигналу чутливості суттєво спрощені процеси проектування, виконання та обслуговування, знижена вартість, а також підвищені надійність роботи та поліпшені метрологічні характеристики.

Поставлена задача вирішується тим, що до складу хемілюмінесцентного газоаналізатора оксидів азоту, який містить проточну реакційну камеру з першим входом у вигляді каліброваного отвору для надходження газу, що аналізується, другим входом у вигляді каліброваного отвору для надходження озону, як допоміжного газу - реактанту, що утворюється в генераторі озону, та виходом, який приєднаний до всмоктувального насоса, а також термokatалітичний перетворювач діоксиду азоту в оксид азоту з пневмоелектричним клапаном і вихідний вимірювальний тракт, що послідовно включає оптичний інфрачервоний світлофільтр, фотоелектронний помножувач та мікропроцесорний пристрій для обробки сигналів виміру, додатково введений світлодіод, що працює в інфрачервоному діапазоні випромінювання та розміщений перед вхідним вікном реакційної камери на одній оптичній вісі з інфрачервоним світлофільтром та фотокатодом фотоелектронного помножувача, а в мікропроцесорному пристрої передбачені додаткові керуючі виходи, які електрично зв'язані з керуючими входами генератора озону, світлодіоду та пневмоелектричного клапану для відповідного впливу на їх режим роботи для забезпечення чотирициклічного режиму роботи газоаналізатору, причому в першому циклі вимірювання в пам'ять мікропроцесорного пристрою заноситься значення електричного сигналу, пропорційного концентрації оксиду азоту ( $\text{NO}$ ) в аналізованому повітрі, в другому циклі вимірювання по команді з

відповідного керуючого виходу мікропроцесорного пристрою потік аналізованого повітря поступає в термokatалітичний перетворювач, в якому діоксид азоту перетворюється в оксид азоту і в пам'ять мікропроцесорного пристрою заноситься значення, яке пропорційне сумарній концентрації оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ) в аналізованому повітрі, в третьому циклі по команді з мікропроцесорного пристрою вимикається напруга живлення генератора озону, тобто зупиняється генерація газу-реактанту та відбувається вимірювання величини темпового струму фотоелектронного помножувача, в четвертому циклі по команді з відповідного керуючого виходу мікропроцесорного пристрою включається світлодіод при вимкненому живленні генератора озону, визначається величина каліброваного сигналу чутливості та розраховується поправочний коефіцієнт, за допомогою якого автоматично коригуються результати попередніх вимірів.

Аналіз науково-технічної та патентної літератури не виявив аналогічних технічних рішень.

На Фіг. показана структурна схема запропонованого хемілюмінесцентного газоаналізатору оксидів азоту.

Запропонований хемілюмінесцентний газоаналізатор оксидів азоту складається з реакційної камери 1, яка містить вхідне оптичне вікно 2, пневмовходи 3 і 4 та пневмовихід 5, всмоктувального насосу 6, капілярів 7, 8, генератору озону 9, інфрачервоного світлофільтра 10, фотоелектронного помножувача 11, блоку формування електричних сигналів 12, мікропроцесорного пристрою 13 з керуючими виходами 13.1, 13.2, 13.3, блоку вихідних сигналів 14, світлодіода 15, фільтрів від пилу 16, 17, а також з входу 18 для надходження навколишнього повітря, входу 19 для надходження газу, що аналізується, термokatалітичного перетворювача  $\text{NO}_2$  в  $\text{NO}$  20 та пневмоелектричного клапану 21.

Перший пневмовхід 3 реакційної камери 1 через калібрований отвір (капіляр) 7, пневмоелектричний клапан 21 та фільтр пиловий 16 з'єднаний з входом 19, що призначений для надходження газу, що аналізується, в реакційну камеру 1 безпосередньо, або через термokatалітичний перетворювач 20. Другий пневмовхід 4 реакційної камери 1 через калібрований отвір (капіляр) 8 та фільтр пиловий 17 з'єднаний з виходом генератора озону 9. Вхід 18 генератора озону 9 призначений для надходження в генератор навколишнього повітря для безпосередньої генерації озону, як допоміжного газу-реактанту. Пневмовихід 5 реакційної камери 1 під'єднаний до всмоктувального насосу 6. Фотоелектронний помножувач 11, блок формування електричних сигналів 12, мікропроцесорний пристрій 13 та блок вихідних сигналів 14 утворюють послідовний вимірювальний тракт. Світлодіод 15 оптично через вхідне вікно 2 та інфрачервоний світлофільтр 10 сполучений з фотоелектронним помножувачем 11. Керуючі виходи 13.1, 13.2, 13.3 мікропроцесорного пристрою 13 сполучені, відповідно, з керуючими

виходами генератора озону 9, світлодіода 15 та пневмоелектричного клапану 21.

Запропонований хемілюмінесцентний газоаналізатор оксидів азоту працює в чотирициклічному режимі вимірювань наступним чином.

У першому циклі всмоктувальний насос 6 та капіляри 7 і 8 створюють в реакційній камері 1 понижений тиск (розрідження), що спричиняє надходження в генератор озону 9 навколишнього повітря. В генераторі під дією поверхового електричного розряду безпосередньо з навколишнього повітря генерується озон, як допоміжний газ-реактант, який після очистки від пилу за допомогою фільтру 17 подається в реакційну камеру 1. Одночасно в реакційну камеру 1 через вхід 19, фільтр пиловий 16, пневмоелектричний клапан 21, пневмовхід 3 надходить потік газової суміші з оксидом азоту ( $\text{NO}$ ), що аналізується. В результаті змішування зазначених двох потоків в реакційній камері протікає газова хімічна реакція між озоном ( $\text{O}_3$ ) і оксидом азоту ( $\text{NO}$ ). Ця реакція супроводжується хемілюмінесцентним випромінюванням, яке після проходження через інфрачервоний оптичний світлофільтр 10 попадає на фотокатод фотоелектронного помножувача 11, який реєструє інтенсивність утвореного випромінювання і перетворює його в електричний сигнал, величина якого пропорційна концентрації оксиду азоту ( $\text{NO}$ ) в аналізованому повітрі. Далі сигнал з фотоелектронного помножувача через блок формування електричних сигналів 12 поступає на мікропроцесорний пристрій 13, в пам'ять якого заноситься одержане значення електричного сигналу, пропорційного концентрації оксиду азоту ( $\text{NO}$ ) в аналізованому повітрі.

У другому циклі з керуючого виходу 13.3 мікропроцесорного пристрою 13 подається команда на подачу живлення до пневмоелектричного клапану 21, внаслідок чого переключаються входи клапану 21, і потік аналізованої суміші після фільтру пилового 16 поступає в термokatалітичний перетворювач 20, в якому діоксид азоту перетворюється в оксид азоту. Після цього в реакційну камеру через пневмовхід 3 надходить потік газової суміші з сумою оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ), що аналізуються, а в пам'ять мікропроцесорного пристрою 13 заноситься одержане значення електричного сигналу, пропорційного сумарному значенню концентрації оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ) в аналізованому повітрі.

У третьому циклі відбувається вимірювання величини темпового струму фотоелектронного помножувача. При цьому по команді з керуючого виходу 13.1 мікропроцесорного пристрою 13 вимикається напруга живлення генератора озону 9 і таким чином зупиняється генерація газу-реактанту, тобто припиняється хемілюмінесцентна реакція. Це забезпечує можливість визначити величину нульового фонових сигналу, яка заноситься в пам'ять мікропроцесорного пристрою.

У четвертому циклі по команді з керуючого виходу 13.2 мікропроцесорного пристрою 13

Експериментальні дослідження підтвердили працездатність та позитивні якості запропонованого хемілюмінесцентного газоаналізатора оксидів азоту. В газоаналітичному пристрої з спрощеним конструктивним виконанням одержані високі метрологічні характеристики при безперервній роботі та одночасному автоматичному вимірюванні концентрацій оксиду азоту і діоксиду азоту в повітрі навколишнього середовища.

