



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **67854** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G01D 7/00
G01N 30/96 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

| | |
|--|--|
| (21) Номер заявки: u 2011 09032 | (72) Винахідник(и): Гурин Василь Арсентійович (UA), Скрипник Ігор Гаврилович (UA), Данилюк Роман Едуардович (UA), Артемчук Петро Юрійович (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 19.07.2011 | |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.03.2012 | |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.03.2012, Бюл.№ 5 | (73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000 (UA) |

(54) СПОСІБ ІНДИКАЦІЇ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

(57) Реферат:

Спосіб індикації монооксиду вуглецю шляхом забарвлення реактиву нанесеного на твердий носій - силікагель, при пропусканні газу через нього, при якому використовують прозору кювету-комірку із водним розчином на дистильованій воді перманганату калію KMnO_4 марки х.ч. або ч.д.а. в кількості 0,02 моля або 3,16068 г в 1 л (0,1 н розчин) при температурі в межах від 5 до 40 °С та за зміною інтенсивності забарвлення від фіолетово-малинового до сірого чи повного знебарвлення визначають наявність і концентрацію монооксиду вуглецю СО в повітряно-газовій суміші, яка барботується через об'єм індикатора за шкалою попередньо відкаліброваного приладу.

UA 67854 U

Корисна модель належить до експрес-методу визначення монооксиду вуглецю CO в газоповітряних сумішах: димових газах, промислових і побутових викидах, вентиляційних та ін. систем, які утворюються в процесі згорання палива в стаціонарних умовах, використання транспортних засобів, переробки твердих відходів, лісових пожежах та ін. Із всіх забруднень атмосфери CO найбільш поширений і знаходиться в найбільшій кількості.

Вуглець із киснем утворює два різних оксиди: при недостатній кількості кисню утворюється оксид вуглецю CO, а при його надлишку - діоксид вуглецю CO₂.

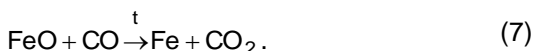
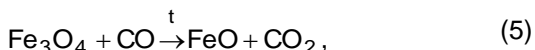
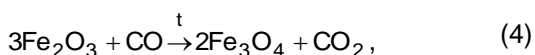
При пропусканні CO₂ над розжареним вуглецем утворюється CO за рівнянням:



і при тиску в 1 атм. виникає так звана рівновага Бодуара:

| | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| t, °C | 450 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 900 | 1000 |
| CO ₂ , % | 98 | 77 | 61,5 | 42,3 | 24,7 | 6,0 | 2,8 | 0,7 |
| CO, % | 2 | 23 | 38,5 | 57,7 | 75,3 | 94,0 | 97,2 | 99,3 |

Нижче за 800 °C рівноважний стан встановлюється лише в присутності каталізаторів, наприклад металевого заліза чи домішок, що містяться у вугіллі. За високих температур CO є сильним відновником. Для цього в доменному процесі (пірометалургії) використовують кокс, одержаний із вугілля шляхом його термічного розкладання без повітря при 900-1100 °C



Найпоширенішим і найдешевшим із всіх штучних газів є пароповітряний (змішаний) газ, який одержують при вдуванні в генератор суміші повітря із водяною парою за реакцією:



В склад змішаного газу, окрім оксиду вуглецю (II) і азоту, входить водень, що підвищує його теплотворну здатність.

Основними компонентами чистого повітря є азот - 78 %, кисень - 20,9 %, благородні гази - 0,9 %, густина при 20 °C=1,293 г/л.

Монооксид вуглецю CO - газ без кольору та запаху, токсичний та горючий, молекулярна маса 28,01 г/моль, густина 1,25 г/л (0 °C, 1 атм) менша ніж у повітря, а для CO₂ густина (ρ=1,987 г/л) - більша ніж у повітря; температура плавлення t_{пл}=-205,06 (0 °C, 1 атм), температура кипіння t_{кип}=-191,50 (0 °C, 1 атм); розчинність (H₂O) 0,4425 г/100 см³ (0 °C); розчиняється в етанолі та бензолі; не реагує з лугами і кислотами (Калверт С., Трешоу М., Юкон Дж. Е. и др. Защита атмосферы от промышленных загрязнений ч. 1, - М.: Металлургия, 1988. - 760 с., С. 148-151).

Токсичність CO пов'язана з його здатністю реагувати із гемоглобіном крові з швидкістю майже у 200 разів вищою за швидкість зв'язування киснем гемоглобіном. При вдиханні свіжого повітря сполука, що утворилася (карбокси-гемоглобін), поступово руйнується і гемоглобін відновлює здатність поглинати кисень. Гранично допустима концентрація оксиду карбону (II) «чадного газу» у повітрі складає 0,01 мг/л.

З досвіду зарубіжної практики відомо, що стандартними методами моніторингу концентрації монооксиду вуглецю в атмосфері є фільтруючі інфрачервоні ІЧ-аналізатори. Прилад складається з джерела ІЧ-випромінювання і двох комірок. Сигнали, які одержуються від виміральної комірки і комірки порівняння зрівноважують шляхом подачі інертного газу N₂ чи He в комірку порівняння і вільного від CO повітря у вимірну комірку. При введенні зразка, що містить CO, в комірку відбувається поглинання ІЧ-випромінювання, внаслідок чого в комірку із зразком знижується температура і тиск. При цьому відбувається зміщення роздільної діафрагми в ступені, пропорційному концентрації CO.

Границю виявлення CO можна знизити на порядок при використанні методів газової хроматографії шляхом розділення CO на колонці від CO₂ і CH₄, після виходу з якої CO

проходить через каталізатор і відновлюється до CH_4 , який надходить в полум'я-іонізаційний детектор для кількісного аналізу.

Фоновий рівень CO визначають фотометричним методом детектування парів ртуті, що виділяються внаслідок взаємодії HgO з CO, в якому використовується виділення парів ртуті із оксиду ртуті та наступне збудження парів УФ-випромінюванням (Гринфільд С., Аткинс П. Р., Гератл Р. В. и др. Защита атмосферы от промышленных загрязнений ч. 2, - М.: Металлургия, 1988. - 712 с., С. 335-336).

До недоліку фільтруючої ІЧ-спектрографії слід віднести чутливість методу до зміни температури і вологості, а в методах газової хроматографії і фотометричного методу детектування парів ртуті застосовується більш складне апаратне устаткування.

Відомо, що у вітчизняній практиці використовується метод реакційної газової хроматографії і газохроматичний метод. В першому методі проводять розділення CO і супутніх компонентів на колонці з молекулярними ситами, конверсією CO в CH_4 в присутності ніхромового каталізатора і водню.

В другому методі принцип аналізу ґрунтується на концентрації CO з повітря молекулярними ситами 5 \AA при низькій температурі з наступною термодеструкцією і газохроматичним аналізом (Дмитриев М. Т., Казнина Н. И., Пинигина И. А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. - М.: Химия, 1989. - 368 с., С. 36-40).

До недоліку відомих методів слід віднести використання складної апаратури, затрати значного часу на підготовку колонки, метанатора та іншого устаткування і необхідність кваліфікованого обслуговування для проведення аналізів.

В найбільш близькому і експресному методі визначення концентрації CO у димових газах в діапазоні $6,25 \dots 62500 \text{ мг/м}^3$ з похибкою вимірювань, що не перевищує 25 %, є використання приладів типу ГХ-4 і ГХ-5, дія яких ґрунтується на використанні специфічних кольорових реакцій, які протікають в індикаторних стандартних трубах типу ТИСО-0,2 і ТИСО-5 між газом, що визначається, і реактивом, нанесеним на твердий носій - силікагель.

Довжина зафарбованого індикаторного шару є функцією і мірою концентрації монооксиду вуглецю та об'єму повітря, використаного для аналізу. Відрахунок концентрації CO проводиться за шкалою, що міститься на футлярі приладу і на поверхні індикаторних стандартних трубок. Всі операції по визначенню CO може робити оператор без спеціальної кваліфікації (Сборник методик по определению концентрации загрязняющих веществ в промышленных выбросах. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 269 с., С. 57-58).

До недоліку відомого експрес-методу слід віднести меншу чутливість до забарвлення реактиву, нанесеного на твердий носій - силікагель, у порівнянні із кюветним варіантом з індикатором в рідині, велику похибку вимірювання, необхідність для використання приладу значну кількість стандартних індикаторних трубок та їх більш складне виготовлення у порівнянні з кюветним варіантом та індикаторною рідиною.

Задачею корисної моделі є розробка способу індикації монооксиду вуглецю більш чутливого до забарвлення індикатора під час його взаємодії із CO та значно дешевого приладу для цієї мети.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі індикації монооксиду вуглецю шляхом забарвлення реактиву, нанесеного на твердий носій - силікагель, при пропусканні газу через нього, згідно з корисною моделлю використовують прозору кювету із водним розчином перманганату калію KMnO_4 марки х.ч. або ч.д.а. в кількості 0,02 моля або 3,16068 г в 1 л (0,1 н розчин) при температурі в межах від 5 до 40 °C та за зміною інтенсивності забарвлення від фіолетово-малинового до сірого чи повного знебарвлення визначають наявність і концентрацію монооксиду вуглецю CO в повітряно-газовій суміші, яка барботується через об'єм індикатора за шкалою попередньо відкаліброваного приладу.

Суть способу полягає в наступному. Перманганат калію KMnO_4 - найбільш широко використовувана сіль марганцевої кислоти HMnO_4 . Кристалізується у вигляді темно-фіолетових, майже чорних призм, помірно розчинних у воді з утворенням темно-малинового, а при більших концентраціях - фіолетового кольору, властивого іонам MnO_4^- . Як і всі сполуки марганцю (VII), перманганат калію - сильний окислювач. При контакті із концентрованою сірчаною кислотою H_2SO_4 вибухає. Вступаючи в окисно-відновні реакції, KMnO_4 (іон MnO_4^-) може відновлюватись у різному ступені. В залежності від рН середовища продукт відновлення може являти собою іон MnO_4^{2+} (в кислому середовищі), MnO_2 (в нейтральному або слаболужному середовищі) або іон MnO_4^{2-} (в лужному середовищі).

Перманганат калію використовується як енергійний окислювач у виробництві та у хімічних лабораторіях (перганатометрія), як дизенфікуючий засіб і як протиотрута для ціанідів і бойових отруйних речовин.

Діоксид марганцю MnO_2 - піролюзит (сірий марганець) має три модифікації α -, β - та γ - MnO_2 . Всі різновиди піролюзиту трапляються в марганцевих глинах і мають колір від сірого до сіро-чорного. Виключенням є вад, який іноді забарвлений у коричневі тони.

Карбонат калію K_2CO_3 (поташ) - білий, гігроскопічний, легко розчинний у воді порошок.

- 5 В основу індикації «чадного газу» покладено зміну кольору водного розчину перманганату калію у взаємодії із оксидом вуглецю при нейтральному або близькому до нього рН середовища і тоді фіолетовий колір індикатора стає сірим чи знебарвлюється внаслідок реакції:



- Спосіб здійснюється наступним чином. Виявлення монооксиду вуглецю у газоповітряній суміші, наприклад, "чадного газу" в повітрі, проводиться експрес-методом за допомогою пристрою, конструкція якого приведена на кресленні, що складається із пробірки (кювети-комірки) 1, виготовленої із прозорого силікатного чи кварцового скла або полімерного матеріалу, наприклад, органічного скла (поліметилметакрилату), заповненої водним розчином 2 на дистильованій воді перманганату калію $KMnO_4$ марки х.ч. або ч.д.а. в кількості 0,02 моля або 3,16068 г в 1 л (0,1 н розчин) при температурі в межах від 5 до 40 °С. Через об'єм індикатора барботажем подається досліджуванний газ за допомогою форсунки 3, сполученої скляною трубкою 4 з регулюючим краном 5, грушею-дозатором 6, клапаном 7 і пробовідбірником газу 8 із зондом 9. Форсунка 3 із скляною трубкою 4 закріплені через гумовий корок 10 із отвором 11 з атмосферним клапаном 12 до пробірки і лабораторного штативу 13. Для уловлювання мікродисперсних твердих частинок, що забруднюють газоповітряну суміш, використовується фільтр 14, виготовлений із нетканого матеріалу, целюлози чи мінеральної (базальтової) вати.

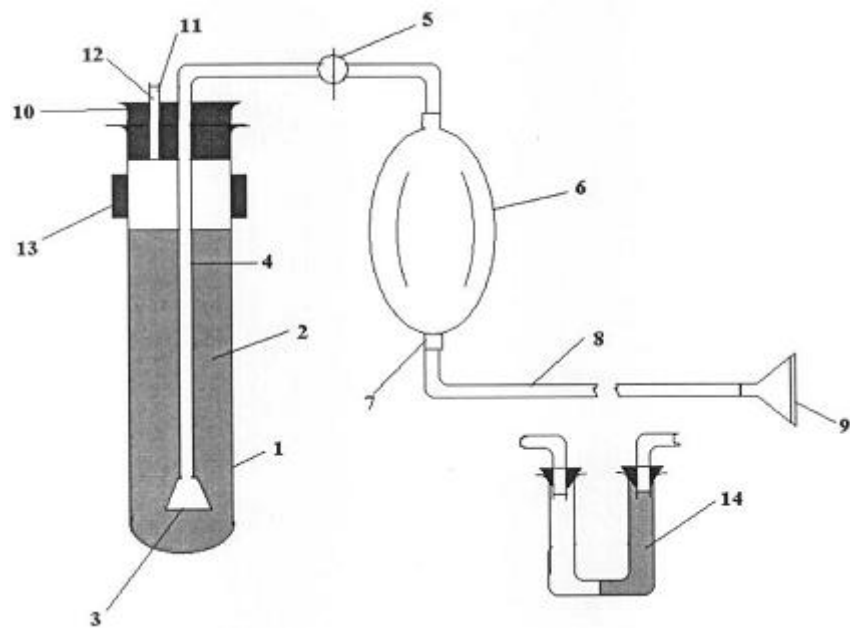
- 20 Шляхом порівняння кольору та інтенсивності забарвлення індикатора 2 у пробірці 1 із калібровочною шкалою визначають концентрацію монооксиду в газовій суміші із точністю до 15...20 %.

- 25 Таким чином, запропонований експрес-метод і прилад для візуальної індикації монооксиду вуглецю в газовій суміші, зокрема наявності "чадного газу" в повітрі, може бути використаний на підприємствах із шкідливими умовами праці та як один із засобів протипожежної безпеки.

- 30 Розробка може бути використана для екологічних організацій, для паливно-енергетичної галузі, у виробництві штучного горючого газу, одержаного пароповітряним або змішаним способом та для кабінетів хімії і екології навчальних закладів у проведенні дослідів та демонстрацій з відповідної теми заняття чи науково-дослідницької роботи.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 35 Спосіб індикації монооксиду вуглецю шляхом забарвлення реактиву, нанесеного на твердий носій - силікагель, при пропусканні газу через нього, який **відрізняється** тим, що використовують прозору кювету-комірку із водним розчином на дистильованій воді перманганату калію $KMnO_4$ марки х.ч. або ч.д.а. в кількості 0,02 моля або 3,16068 г в 1 л (0,1 н розчин) при температурі в межах від 5 до 40 °С та за зміною інтенсивності забарвлення від фіолетово-малинового до сірого чи повного знебарвлення визначають наявність і концентрацію монооксиду вуглецю CO в повітряно-газовій суміші, яка барботується через об'єм індикатора за шкалою попередньо відкаліброваного приладу.
- 40



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