



УКРАЇНА

(19) UA (11) 32638 (13) C2

(51) 7 G01N25/66

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧКИ РОСИ В ГАЗАХ

(21) 99116464

(22) 29.11.1999

(24) 15.02.2001

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Клявлін Валерій Володимирович, Немчин
Олександр Федорович(73) КЛЯВЛІН ВАЛЕРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ,
НЕМЧИН ОЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ(56) 1 Авторське свідоцтво СРСР на винахід №
1659818, МКВ G 01 N 25/66, 1991.2. Авторське свідоцтво СРСР на винахід №
1784893, МКВ G 01 N 25/66, 1991.3. Патент України №16245, МКВ G 01 N 25/66,
1997.(57) 1. Пристрій для визначення точки роси в га-
зах, що складається з корпусу, в якому розміще-
на дзеркальна конденсаційна поверхня, прикріп-
лена до термобатареї, датчиків температури,
блоку припинення показань температури, блока
живлення, джерела випромінювання у видимому
діапазоні спектра, джерела ультрафіолетовоговипромінювання, що має фільтр Вуда, який відпи-
няє видиму частину спектра, світлоприймачів, по-
в'язаних з джерелами випромінювання через
блок переривання і синхронізації, який відрізн-
яється тим, що джерела випромінювання і світ-
лоприймачі виконані з можливістю фронтального
і радіального переміщення відносно конденсацій-
ної поверхні дзеркала, яке виготовлене з легова-
ної сталі, причому основа конденсаційної поверх-
ні дзеркала суцільно прикріплена до термобата-
реї тільки своєю центральною частиною2. Пристрій для визначення точки роси в газах по
п. 1, який відрізняється тим, що конденсаційне
дзеркало виконано круглим, а термобатарея, яка
контактує з основою дзеркальної конденсаційної
поверхні, виконана суцільною і з боковою поверх-
нею циліндричної форми3. Пристрій для визначення точки роси в газах по
п. 1, який відрізняється тим, що дзеркальна кон-
денсаційна поверхня виконана шорсткою, з вели-
чиною шорсткості меншою за 0,15 мкм.

Винахід належить до техніки вимірів воло-
гості газових середовищ і може бути використа-
ний в газовій промисловості при вимірі вологості
газових середовищ по точці роси, а також для
визначення наявності конденсату вуглеводнів.

Відомий конденсаційний гігрометр, що міс-
тить датчик точки роси із охолоджуваною конде-
саційною поверхнею, виконаною з оптично прозо-
рого матеріалу, термопару, джерело і приймач
світла, причому конденсаційна поверхня чутливо-
го елемента, який охолоджується, виконана
шорсткуватою з величиною шорсткості, що ле-
жить у межах 0,4 - 0,6 мкм [1]

Недоліком цього гігрометра є обмеженість
його застосування для різноманітних сумішей вуг-
леводнів і газових конденсатів, а також для вип-
ромінювання, що відрізняється від видимої части-
ни спектру. Крім того, перпендикулярне розташу-
вання джерела і приймача світла до робочої по-
верхні чутливого елемента призводить до деяких
незручностей при експлуатації пристрою і до
збільшення його габаритів.

Відомий також конденсаційний гігрометр,
що містить вимірювальну камеру-холодопровід у
виді полого циліндру, що є конденсаційним дзер-
калом із каналами для входу і виходу світлових
променів, виконаними під кутом до осі циліндру
для утворення гвинтоподібної траєкторії світло-
вих променів, холодильник, джерело світла і фо-
топриймач, причому осі каналів для входу і вихо-
ду світлових променів розташовані по дотичній
до циліндричної поверхні конденсаційного дзер-
кала, джерело і приймач світла встановлені із
можливістю зміни куту між їхніми осями і віссю ка-
мери-холодильника [2].

Недоліком цього пристрою є складність йо-
го реалізації, статичність положення джерела і
приймача світла, що не забезпечує необхідної
локалізації падаючого і відбитого від дзеркала
світлового потоку, призводить до збільшення по-
хибки вимірів, а також до звуження спектру дос-
ліджуваних зжатих газів і газоконденсатів.

В якості прототипу вибрано пристрій, що
реалізує патент України на винахід №16245 "Спо-
сіб визначення точки роси в газах" [3]. Відповідно

C2
(13)32638
(11)UA
(19)

до цього способу, досліджуваний природний газ пропускають через пристрій, що складається з корпусу, всередині якого розміщена дзеркальна конденсаційна поверхня, що прикріплена до термобатареї (або холодильника), яка пов'язана з датчиками температури і блоками припинення показань температури, блока живлення, джерела випромінювання у видимому діапазоні спектру, джерела ультрафіолетового випромінювання, що має фільтр Вуда, який відтинає видиму частину спектру, світлоприймачів, що з'єднані з джерелами випромінювання за допомогою блока переривання і синхронізації.

Недоліком цього пристрою прототипу є недостатність диференціювання конденсату вологи від вуглецевого конденсату і звужений спектр газоподібних складів, що діагностуються по точці роси.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою для визначення точки роси в газах шляхом підвищення точності локалізації і реєстрації виникнення достовірної росоподібної зони на робочій поверхні конденсаційного дзеркала.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для визначення точки роси в газах новим є те, що джерела випромінювання і світлоприймачі виконані з можливістю фронтального і радіального переміщення відносно конденсаційної поверхні дзеркала, яке виготовлене з легованої сталі, причому основа конденсаційної поверхні дзеркала суцільно прикріплена до термобатареї тільки своєю центральною частиною, конденсаційне дзеркало виконано круглим, а термобатарея, яка контактує з основою дзеркальної конденсаційної поверхні, виконана суцільною і з боковою поверхнею циліндричної форми, а дзеркальна конденсаційна поверхня виконана шорсткуватою з величиною шорсткості, меншою за 0,15 мкм.

Таке виконання пристрою забезпечує підвищення точності диференціювання конденсату вологи від вуглецевого конденсату і розширює спектр газоподібних складів, що діагностуються по точці роси.

Слід зазначити, що вимір точки роси газів вищезгаданими відомими способами й пристроями (пігмометрами) [1-3] засновано на зміні (різкому зменшенні) інтенсивності світлового потоку, відбитого від плоского конденсаційного дзеркала, що охолоджується, в результаті конденсації на ньому водяних парів, які поглинають випромінювання.

Проте для помітного послаблення інтенсивності світлового потоку потрібно утворення на конденсаційному дзеркалі порівняно великої кількості конденсованої фази, розподіленої рівномірно і локально на досліджуваній ділянці дзеркала, що виключає можливість точного і, саме головне, оперативного і достовірного виміру точки роси в газах.

Центральне місце в процесі вимірів займає конденсаційне дзеркало, його форма, матеріал, із якого воно виготовлено, а також стан його поверхні (зокрема, мікронерівності, обумовлені шорсткістю поверхні). Так як грані цих мікронерівностей розташовані під різноманітними кутами до умовної площини (робочої поверхні) дзеркала, то у винаході використовується той факт, що падаю-

чий на поверхню дзеркала (або конденсаційну поверхню) промінь частково відбивається, частково розсіюється в робочий простір і частково поглинається поверхнею, зазнаючи багатократний відбиток від мікронерівностей.

Зазначена обставина призводить до значного послаблення світлового потоку, що падає на приймач світла, причому за відсутності конденсату на робочій поверхні. Тому величина шорсткості робочої поверхні повинна бути меншою за мінімальні довжини хвиль в області робочого випромінювання - як в області видимого, так і ультрафіолетового випромінювання, тобто фактично не повинна перевищувати 0,15-0,2 мкм. У протилежному випадку, наприклад при розмірі шорсткості 0,3-0,4 мкм при ультрафіолетовому випромінюванні, і 0,7-0,8 мкм при видимому випромінюванні, одержували б за відсутності конденсату практично повне поглинання випромінювання і, як результат, занадто великі і неприпустимі похибки вимірів.

При випаданні конденсату частинки рідини, що спочатку складаються з окремих дрібнодисперсних крапель кулеподібної форми, що мають діаметри 2-5 мкм, поступово заповнюють мікронерівності на робочій поверхні, створюючи окремі "острівці" конденсату на поверхні дзеркала, які потім поступово зливаються й утворюють більш-менш рівномірний прошарок конденсату. Розміри і локалізація останнього залежать від стану (шорсткості), температурного градієнту і розмірів робочої поверхні дзеркала, крайового кута змочування і поверхневого натягу конденсату, що утворюється.

Рівномірний прошарок конденсату, що утворюється, поступово згладжує вищевказаний ефект розсіювання від наявності мікронерівностей, проте домогтися суттєвого зниження похибки і збільшення достовірності вимірів при істотному розмірі шорсткості поверхні дзеркала, що перевищує довжину робочої хвилі випромінювання, можливо тільки при досягненні достатньо "товстого" і однорідного прошарку конденсату на визначеній площі ("достовірній" поверхні), із яким контактує падаюче і відбите випромінювання. Однак процес це тривалий, що призводить до втрати оперативності вимірів (внаслідок інерційності процесу нормалізації робочого прошарку конденсату, особливо при значному крайовому куті змочування) і зменшенню їхньої достовірності, а також недостатності локалізації можливих місць утворення конденсату.

Необхідно також, щоби пучки падаючих і відбитих променів (тобто відповідні тілесні кути) рівномірно охоплювали практично всю уявну локалізовану ділянку, що має міститись всередині кругової робочої зони конденсаційного дзеркала, і на якій утворюється рівномірний і "достовірний" прошарок конденсату - із погляду геометрії падаючих і відбитих від центральної частини дзеркала і від "достовірного" прошарку конденсату променів. Це досягається, зокрема, виконанням дзеркала кругової форми, а бокової поверхні контактуючої з ним суцільної термобатареї - циліндричної форми.

Крім того, дзеркальна конденсаційна поверхня виготовлена з легованої сталі, що прак-

тично не тьмяніє у вологих умовах експлуатації, що також призводить до істотного зменшення похибки вимірів і підвищення усталеності фотоелектричної системи, тому що відпадає необхідність періодичного видалення конденсату з поверхні (наприклад, механічним шляхом за допомогою еластичного матеріалу, що є сорбентом).

Ще однією особливістю запропонованого пристрою є те, що основа дзеркальної конденсаційної поверхні прикріплена до термобатареї не по всій поверхні основи (по діаметру D на фіг. 1), а тільки своєю центральною частиною (по діаметру d). Це забезпечує випереджаюче охолодження (випадання конденсату) на цій круговій частині поверхні. Головним наслідком цього є те, що зазначена частина робочої поверхні (обмежена діаметром d) стає світлою ще в той час, коли периферія дзеркала (обмежена областю $D-d$) ще не має конденсату і контрастує темною плямою з центральною частиною (обмеженою діаметром d) - це прийом, який також забезпечує підвищення точності вимірів внаслідок контрастування і виборчого підвищення спроможності дзеркала, що відбиває.

Крім того, у даному пристрої для формування спрямованого пучка випромінювання, тобто для локалізації падаючого і відбитого випромінювання від "достовірної" поверхні прошарку конденсату, що лежить усередині центральної (робочої) області дзеркала, обмеженої діаметром d , джерела випромінювання і світлоприймачі мають можливість фронтального і радіального переміщення відносно конденсаційної поверхні дзеркала (зокрема, його центру - точка O на фіг. 1).

Таке виконання випромінювачів і світлоприймачів із можливістю фронтального і радіального переміщення відносно конденсаційної кругової поверхні дзеркала (зокрема, його центральної частини) дозволяє локалізувати й охопити потрібний спектр тілесних кутів, утворених падаючими і відбитими від центральної (світлої) області дзеркальної поверхні променями, на якій поєдана "достовірною" шару конденсату є найбільш ймовірною. Причому розмір і локалізація цих тілесних кутів залежить як від швидкості і рівномірності утворення конденсату в межах центральної області дзеркала (обмеженої діаметром d), від фізико-хімічних властивостей досліджуваного газу і конденсату (зокрема, крайового кута змочування), так і від розташування джерела і приймача світла щодо центральної частини дзеркала (що досягається варіюванням відстаней Θ_1 і Δ_2 від центру дзеркала і відповідних кутів повороту Θ_1 і Θ_2 відносно осей, які проходять через центр дзеркала і центр вихідних розміщень джерел і приймачів випромінювання), і підбирається експериментально.

Тому в запропонованому технічному рішенні використовується не статичне положення системи "джерела випромінювання - приймачі випромінювання" відносно геометричного центру кругової поверхні дзеркала, а динамічне, що дозволяє експериментальним шляхом максимально врахувати вищезазначані чинники.

Крім того, таке виконання дозволяє охопити практично весь спектр газів і вуглеводнів. Як відомо, останні після видобутку і переробки мають

різноманітний фізико-хімічний склад, тверді і рідинні домішки, а в процесі транспортування подаються по газопроводах при різноманітному тиску і температурі навколишнього середовища. Крім того, на температуру точки роси вуглеводнів значний вплив робить також наявність у них твердих і рідинних домішок, час року транспортування тощо. Це все призводить до варіації локалізації утворення достовірної зони газоконденсату на робочій поверхні дзеркала і до варіації визначення для даного фізико-хімічного складу конденсату температури точки роси, тобто до необхідності часткового перенастроювання системи "джерела випромінювання - приймачі випромінювання".

Запропонований пристрій має застосування для дослідження природних газів, які підготовлені на установках низькотемпературної сепарації і які мають склад, що включає вуглеводні C_5+ і вищі, які є джерелом конденсату при охолодженні.

На кресленні зображений загальний вид (принципова схема) пристрою.

Пристрій для визначення точки роси в газах складається з робочої камери 1, яка має конденсаційне дзеркало 2 із зовнішнім діаметром D , термобатареї (холодильника) 3, термопари 4, вимірювального блоку 5. Термобатарея має радіатор для охолодження гарячих сплавів (що заштрихований на фіг. 1).

Дзеркальна конденсаційна поверхня дзеркала 2 має значення шорсткості, менші за $0,15$ мкм (більш конкретні значення обираються у залежності від мінімальної довжини робочої хвилі ультрафіолетового випромінювання) і виготовлена з легированої сталі, що не тьмяніє у вологих умовах. Основа дзеркальної конденсаційної поверхні прикріплена до термобатареї 3 не по всій поверхні основи (обмеженої діаметром D на фіг. 1), а тільки своєю центральною частиною (по діаметру d). Термобатарея 3, що контактує з основою дзеркальної конденсаційної поверхні 2, виконана суцільною і з боковою поверхнею циліндричної форми.

Фотоелектрична схема пристрою включає дві частини: першу - для індикації випадання конденсату вуглеводнів, що діє в ультрафіолетовому діапазоні спектру, і другу (стандартну) - для індикації випадання вологи, що функціонує у видимому діапазоні спектру. Перша частина включає джерело ультрафіолетового випромінювання 6, що виконано у виді газорозрядної лампи, що має фільтр Вуда, фотоприймач 7 у вигляді градуйованого фотоелементу, блок регулювання 8 током термобатареї 3 у залежності від складу досліджуваного газу і його температури.

Джерела випромінювання 6 і приймачі випромінювання 7 мають можливість фронтального і радіального переміщення відносно конденсаційної поверхні дзеркала (зокрема, його центру - точка O на фіг. 1), що досягається варіацією відстаней Δ_1 і Δ_2 від центру дзеркала і кутів поворотів Θ_1 і Θ_2 відносно осей, що проходять через центр дзеркала і центр вихідних розміщень джерел і приймачів випромінювання.

Джерело випромінювання 6 має також переривач 9, який зміщений по фазі дії з аналогічним переривачем джерела видимого світла, що

забезпечує поперединне освітлення конденсаційного дзеркала ультрафіолетовим випромінюванням і видимим світлом із частотою чередування 5-7 Гц. Між джерелом випромінювання 6 і фотоприймачем 7 є синхронізований зв'язок 10, що забезпечує узгоджену в часі роботу джерела випромінювання і фотоприймача.

Для виміру температури точок роси використовуються термоперетворювачі опору типу ТСМ-50 і електрична схема на операційному підсилювачі і на БИС АЦП Кр 572 ПВ 5, що працює за принципом подвійного інтегрування (на фіг. 1 не показано). Індикація здійснюється на рідких кристалах. Послідовно з джерелом току включений резистор, що обмежує струм короткого замикання джерела - для підвищення іскробезпеки. З цієї ж метою в ланцюзі перетворювача напруги також встановлені обмежуючі елементи.

Пристрій працює таким чином.

При відключенні термобатареї 3 (що забезпечує охолодження центральної частини дзеркала 2) пропускають через отвір у корпусі 1 досліджувані газ при визначеному тиску (5,4 МПа) і температурі навколишнього середовища (291 К). Конденсаційну поверхню центральної частини дзеркала 2 поперединно освітлюють джерелом випромінювання 6 у видимому діапазоні спектра і джерелом випромінювання в ультрафіолетовому діапазоні спектра в діапазоні 180-254 нм приймачем, який містить фільтр Вуда (фільтр УФС-2), що відтинає видиму частину спектра. Частота чергування поперединного освітлення - 5 Гц.

Підбирають експериментально шляхом варіювання (тобто роблять попереднє тарування) відстаней Δ_1 і Δ_2 джерел 6 і приймачів випромінювання 7 від центру дзеркала О, а також відповідні кути їхнього повороту Θ_1 і Θ_2 щодо осей, що проходять через центр дзеркала і центр вихідних розміщень джерел 6 і приймачів 7 випромінювання. Це треба для того, щоб локалізувати уявну чи реальну область (межу) поверхні утворення рівномірного прошарку конденсату в "світлій" області й охопити потрібний спектр тілесних кутів, утворених променями, падаючими і відбитими від центральної (світлої) області дзеркальної поверхні (що обмежена діаметром d).

Варіацію Δ_1 , Δ_2 , Θ_1 і Θ_2 роблять у залежності від шорсткості дзеркала, фізико-хімічних властивостей і запланованої температури охолодження (градієнту) дзеркала і від фізико-хімічних властивостей досліджуваного конденсату, довжин хвиль випромінювачів 6 і чутливості приймачів випромінювання 7. Розмір і локалізація вищезазначених тілесних кутів залежить як від швидкості і рівномірності майбутнього утворення "достовірного" прошарку конденсату в межах центральної області дзеркала, а також від фізико-хімічних властивостей досліджуваного газу, так і від розташування джерела і приймача випромінювання відносно центру дзеркала і довжини хвиль випромінювання.

Після цього попереднього тарування системи "джерела випромінювання - приймачі випромінювання" включають термобатарею 3 і охолоджують поверхню дзеркала 2 із визначеною швидкістю (5 град/хв). Так як термобатарея 3, що контактує з основою дзеркальної конденсаційної по-

верхні 2, виконана суцільною і з боковою поверхнею циліндричної форми, то це забезпечує випереджаюче охолодження (випадання конденсату) саме на цій частині поверхні. Від цього ця поверхня стає світлою ще в той час, як периферія ще не має конденсату і контрастує темною плямою зі світлою центральною частиною дзеркала.

При освітленні охолоджуваної конденсаційної поверхні 2 ультрафіолетовим джерелом випромінювання реєструють зміну люмінесцентного світіння, по якому і визначають наявність конденсату вуглеводнів світлоприймачами 7 і остаточно коригують розташування системи "джерела випромінювання - приймачі випромінювання" відносно центральної частини дзеркала.

Так, в ідеальному випадку кут падіння α , що утворений променем від джерела випромінювання 6 і перпендикуляром до центру дзеркала О, дорівнює кутові відбитка β , що фіксується приймачем випромінювання 7. Проте, як вказувалося вище, утворення конденсату відбувається спочатку у виді окремих крапель, що потім зливаються в окремі "острівці" і далі - у "достовірний" прошарок конденсату. Тому і вносяться остаточні поправки в початкові розміри попередньо відтарированих значень Δ_1 , Δ_2 , Θ_1 і Θ_2 (при відключенні термобатареї) з урахуванням реального характеру утворення прошарку конденсату, температури і швидкості охолодження дзеркала, тиску і фізико-хімічних властивостей газоконденсату тощо.

Таким чином, варіацією значень Δ_1 , Δ_2 , Θ_1 і Θ_2 локалізують уявну чи реальну область (межу) поверхні конденсату, тобто охоплюють потрібний спектр тілесних кутів, що утворені падаючими і відбитими від центральної (світлої) області дзеркальної поверхні променями (обмеженої діаметром d). Причому варіація параметрів Δ_1 , Δ_2 , Θ_1 і Θ_2 взаєморозташування джерел 6 і приймачів 7 випромінювання застосовується всякий раз при зміні складу досліджуваного конденсату, параметрів конденсації і параметрів фотоелектричної системи.

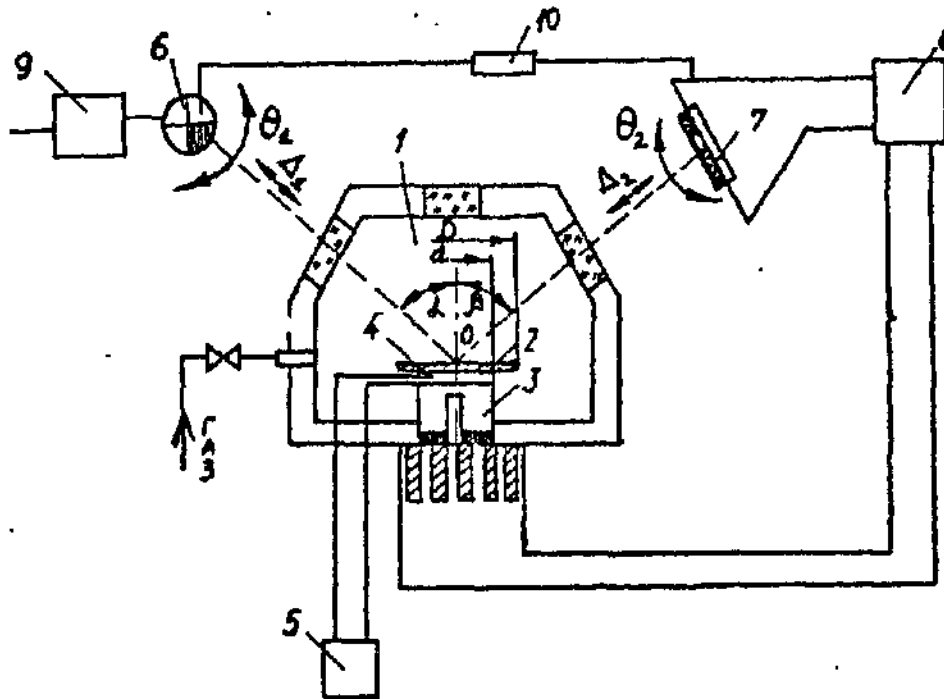
Для даних умов процесу через 46 хв. після початку роботи за допомогою світлоприймача, що працює одночасно з ультрафіолетовим джерелом випромінювання, була зафіксована поява на конденсаційній поверхні вуглеводневого конденсату. Датчик температури зафіксував температуру точки роси 268 К.

Через 6-8 хв. після початку роботи світлоприймачем, що працює одночасно з джерелом випромінювання у видимому діапазоні спектра, на конденсаційній поверхні була зафіксована поява водяного конденсату. Датчик температури зафіксував температуру точки роси 235 К.

Точність диференціювання досягалася і тим, що як тільки з'являвся на "достовірній" конденсаційній поверхні і в очікуваному локальному місці вуглеводневий конденсат в будь-якому сполученні з конденсатом води, його виявляв світлоприймач, що працює одночасно з ультрафіолетовим джерелом випромінювання. Цей світлоприймач сприймав тільки світло люмінесценції, тому що видима частина спектра ультрафіолетового джерела була відсічена фільтром Вуда.

Таким чином, універсализація конструкції пропонуваного пристрою дозволяє охопити практично весь спектр вуглеводневих конденсатів, що

транспортуються в реальних умовах при різноманітних тисках, температурах навколишнього середовища і фракційних складах



Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»

Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101

(03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03

