



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19754 (13) U
(51) МПК (2006)
B01D 53/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РОЗДІЛЕННЯ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ

1

2

(21) u200608818

(22) 07.08.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Сухін Євген Ілліч, Рудович Ігор Мирославович,
Яремов Павло Степанович, Ільїн Володимир Георгійович(73) Сухін Євген Ілліч, Рудович Ігор Мирославович,
Яремов Павло Степанович, Ільїн Володимир Георгійович

(57) 1. Спосіб розділення газових сумішей з використанням адсорбентів, який **відрізняється** тим, що розділення здійснюють адсорбційно-хроматографічним методом у три стадії, на першій стадії відділяють вихідну газову суміш від діоксиду вуглецю і вуглеводневих газів шляхом пропускання вихідної суміші газів через циліндричний роздільник з адсорбентом з отриманням суміші метану, оксиду вуглецю, азоту і водню, на другій стадії здійснюють хроматографічне розділення отриманої суміші газів після першої стадії при надлишковому тиску 1-120 аті та температурі -50 - +120°C шляхом дозованого введення суміші в потік газу-

носію - водню, що циркулює через третій циліндричний роздільник з адсорбентом, з наступним відбором суміші окремих газів з воднем - азоту з воднем, оксиду вуглецю з воднем, метану з воднем, на третій стадії відділяють водень від інших компонентів отриманих газових сумішей шляхом комбінованого розділення, спочатку здійснюючи фронтальне розділення при роздільному пропусканні трьох газових сумішей через циліндричні роздільники з адсорбентом з отриманням послідовно чистого водню і сумішей водню з іншими газами, потім здійснюють витискувальне розділення при наступному пропусканні через ті ж циліндричні роздільники з адсорбентом відповідних чистих газів, які відділяють адсорбовані компоненти від їх суміші з воднем - відповідно азоту, оксиду вуглецю та метану, і останнім здійснюють виділення адсорбованих чистих газів при скиданні надлишкового тиску до атмосферного.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що розділення суміші газів в циліндричних роздільниках з адсорбентами, співвідношення довжини і діаметра яких становить 10-1000.

Корисна модель належить до галузі розділення газових сумішей, зокрема до розділення газових сумішей, що утворюються при термічній переробці палива і біомаси, і може бути використана у паливно-енергетичній та хімічній промисловості для розділення будь-яких газових сумішей, які містять водень, метан тощо, на окремі компоненти.

Відомо різні способи розділення газових сумішей - фракційна конденсація, ректифікація зрідженого газу, абсорбція, адсорбція, мембранне розділення.

Відомо спосіб мембранного розділення газових сумішей, що передбачає пропускання суміші газів вздовж поверхні селективної мембрани, яка містить дві полімерні плівки та рідке середовище між ними, відбір компонентів суміші, проникнутих крізь мембрану, причому рідке середовище прокачують між двома полімерними плівками [авторське свідоцтво СРСР №1637850, B01D 53/22, 1991].

Відомо також мембранний спосіб розділення газових сумішей, згідно з яким потік стисненого газу подають на мембранний газороздільний пристрій, в якому він розділяється на два потоки, причому здійснюють регулювання тиску на виході установки шляхом зміни робочого тиску у мембранному пристрою за допомогою редуктора-регулятора тиску, встановленого перед пристроєм, сумісно з дроселем, установленим на виході пристрою [заявка РФ №2003106134, B01D 53/22, 2004].

Відомо інші мембранні способи розділення газової суміші [заявки РФ 2004139017/15, G01B 13/02, 2006; 2003130957, B01D 53/22, 2005].

Усі способи мембранного розділення суміші газів не дають можливості отримати окремі гази.

Відомо спосіб розділення та зрідження газу в нафтогазовій промисловості. Спосіб включає підготовку газу, розділення його в мембранному або криогенному блоці та зрідження і розділення в

(13) U

(11) 19754

(19) UA

блоці зрідження. В мембранному блоці природний газ очищують, подають крізь газороздільний пристрій у газороздільні резервуари, в яких концентрація метану збільшується до 99,9%. Метан надходить на вхід блока зрідження газу. Азот і вуглеводні розділяють у послідовно з'єднаних газороздільних резервуарах на окремі компоненти: етан, пропан і бутан, які подають до засобів зберігання. В криогенному блоці потік очищеного природного газу розділяють на два потоки. Газові потоки охолоджують, об'єднують. Подають розширений потік до ректифікаційної колони. Потік першої пари охолоджують до температури -112°C - -150°C до утворення парової та рідкої фаз шляхом пропускання крізь теплообмінники з використанням принципу протитоку з азотом, що циркулює у циклі охолодження.

Охолоджений потік першої пари розділяють на парову та рідку фазу з утворенням потоку другої пари, що вміщує метан та азот у співвідношенні 1:(1,0-2,0), і потоку другої рідини з вмістом метану і азоту у співвідношенні 1:(4,0-2,0). Повертають потік другої рідини як флегми до ректифікаційної колони. Відводять з ректифікаційної колони першу рідину як потік продукту, який має температуру вище за -112°C , до засобу зберігання природного газу під тиском та до блоку зрідження. У блоці зрідження газ розділяють у метановідгінній, етановідгінній, бутановідгінній та пропановідгінній колонах. Газові потоки після зазначених колон вирівнюють за тиском і температурою та об'єднують. Частину об'єданого потоку редукують і подають до боксу оператора [заявка РФ №2272228. F25J3/02,2006].

Криогенний спосіб дозволяє розділити гази, проте ступінь розділення не повна і він досить енерговитратний.

Найближчим до корисної моделі, що заявляється, є адсорбційний спосіб розділення газів з виділенням діоксиду вуглецю, згідно з яким потік газу пропускають крізь напівпроникний для газу матеріал, що є молекулярним ситом або активованим вугіллям типу АКТ. Від потоку відхідних газів, які проходять крізь цей напівпроникний для газу матеріал, відділяють потік газу з високим вмістом діоксиду вуглецю, і використовують щонайменше частину потоку газу з високим вмістом діоксиду вуглецю, як вихідний матеріал на промисловій установці та/або збирають і зберігають для наступного використання щонайменше частини потоку газу з високим вмістом діоксиду вуглецю.

Для розділення відхідних газів і виділення з них діоксиду вуглецю як напівпроникний матеріал використовують матеріал, що здатний адсорбувати переважно діоксид вуглецю та отримати з відхідного газу потік з високим вмістом діоксиду вуглецю, і в якому потік відхідного газу пропускають крізь напівпроникний для газу матеріал, що адсорбує щонайменше суттєву частину діоксиду вуглецю, яка міститься в потоці відхідного газу, з отриманням на виході потоку з низьким вмістом діоксиду вуглецю, який викидають в атмосферу. Отриманий потік з високим вмістом діоксиду вуглецю використовують на установці для одержання

аміаку та сечовини або метанолу [заявка РФ №2003132538, B01D 53/22, 2005].

Адсорбційний спосіб, який здійснюють пропусканням газової суміші крізь адсорбент, використовується переважно для очистки газів від домішок, що сильно сорбуються, і не дозволяє достатньою мірою розділити гази.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу адсорбційно-хроматографічного розділення газових сумішей, що утворюються при термічній переробці палива і біомаси, який би дозволив повністю виділити із суміші окремі компоненти та максимально реалізувати сорбційну здатність адсорбенту.

Поставлену задачу вирішують тим, що у способі розділення газових сумішей з використанням адсорбентів, згідно з корисною моделлю, розділення здійснюють адсорбційно-хроматографічним методом у три стадії, на першій стадії відділяють вихідну газову суміш від діоксиду вуглецю і вуглеводневих газів шляхом пропускання вихідної суміші газів крізь циліндричний роздільник з адсорбентом з отриманням суміші метану, оксиду вуглецю, азоту і водню, на другій стадії здійснюють хроматографічне розділення отриманої суміші газів після першої стадії при надлишковому тиску 1-120 аті та температурі -50 - $+120$ С шляхом дозованого вводу суміші в потік газу-носія - водню, що циркулює крізь третій циліндричний роздільник з адсорбентом, з наступним відбором суміші окремих газів з воднем - азоту з воднем, оксиду вуглецю з воднем, метану з воднем, на третій стадії виділяють водень від інших компонентів отриманих газових сумішей шляхом комбінованого розділення, спочатку здійснюючи фронтальне розділення при роздільному пропусканні трьох газових сумішей крізь циліндричні роздільники з адсорбентом з отриманням послідовно чистого водню і сумішей водню з іншими газами, потім витискувальне розділення при наступному пропусканні крізь ті ж циліндричні роздільники з адсорбентом відповідних чистих газів, які відділяють адсорбовані компоненти від їх суміші з воднем - відповідно азоту, оксиду вуглецю та метану і останнім - виділення адсорбованих чистих газів при скиданні надлишкового тиску до атмосферного.

Розділення газових сумішей здійснюють в циліндричних роздільниках з адсорбентами, співвідношення довжини і діаметру яких становить 10-1000.

Здійснення розділення суміші газів при підвищеному тиску комбінованим методом, що поєднує елементи суто хроматографічного, фронтального і витискувального розділення дозволяє повністю (на 100%) розділити гази (азот, оксид вуглецю і метан) з близькою адсорбційною здатністю на стадії хроматографічного розділення з використанням в якості газу-носія одного з компонентів суміші - водню, який характеризується найменшою здатністю до адсорбції в нормальних умовах і при підвищеному тиску. Поєднання фронтального і витискувального розділення на третій стадії передбачає послідовне розділення компонентів газової суміші вздовж фронту адсорбенту в залежності від їх адсорбційної здатності з отриманням на виході най-

менш адсорбованого компоненту - водню в чистому стані і суміші водню з іншими газами при фронтальному розділенні і послідовне витиснення адсорбованих (в порядку підвищення їх адсорбційної здатності) і неадсорбованих (в міжчастковому просторі гранульованого адсорбенту) суміші газів шляхом пропускання компоненту газової суміші з максимальною адсорбційною здатністю - метану (або азоту чи оксиду вуглецю) при витискувальному розділенні. Розроблений комбінований підхід адсорбційно-хроматографічного методу розділення газових сумішей дає можливість максимально використати адсорбційну і роздільну здатність сорбентів, яка зростає з підвищенням тиску, і дозволяє повністю розділити суміш газів на окремі компоненти.

Корисна модель пояснюється кресленням, на якому зображено схему розділення газової суміші після термічної переробки палива і біомаси комбінованим адсорбційно-хроматографічним способом.

На схемі зображено резервуар 1 для вихідної газової суміші, вихід якої з'єднано з входами двох циліндричних роздільників 2, 3 з адсорбентами. Виходи циліндричних роздільників 2, 3 з'єднано з входом третього циліндричного роздільника 4 з адсорбентом, вихід якого з'єднано з його входом, циліндричним роздільником 5 з адсорбентом, циліндричним роздільником 6 з адсорбентом, циліндричним роздільником 7 з адсорбентом та резервуаром 8 для накопичення водню. Вихід циліндричного роздільника 5 з адсорбентом з'єднано з його входом, з резервуаром 8 для накопичення водню і резервуаром 9 для накопичення азоту, вихід якого з'єднано з входом циліндричного роздільника 5 з адсорбентом. Вихід циліндричного роздільника 6 з адсорбентом з'єднано з його входом, з резервуаром 8 для накопичення водню, резервуаром 10 для накопичення оксиду вуглецю, з'єднаним з входом циліндричного роздільника 6. Вихід циліндричного роздільника 7 з'єднано з його входом, з резервуаром 8 для накопичення водню і резервуаром 11 для накопичення метану, вхід якого з'єднано з входом циліндричного роздільника 7 з адсорбентом.

Спосіб здійснюють наступним чином.

В спосіб використовують циліндричні роздільники з адсорбентами, співвідношення довжини і діаметра яких становить 10–1000. Розділення здійснюють при надлишковому тиску 1-120 аті та температурі -50 - +120 С у три стадії.

На першій стадії вихідну газову суміш з резервуару 1 пропускають крізь циліндричний роздільник 2 з адсорбентом і відділяють від діоксиду вуглецю і вуглеводневих газів, використовуючи циліндричний роздільник 3 з адсорбентом в режимі регенерації, тобто видалення з пор адсорбенту адсорбованих компонентів (діоксиду вуглецю і вуглеводневих газів) при підвищеній температурі. Після першої стадії суміш метану, оксиду вуглецю, азоту і водню спрямовують у циліндричний роздільник 4.

На другій стадії здійснюють хроматографічне розділення при надлишковому тиску 1-120 аті та температурі -50 - +120 С шляхом дозованого вводу отриманої після першої стадії суміші водню, азоту, оксиду вуглецю і метану в потік водню, що циркулює через циліндричний роздільник 4 з адсорбентом з наступним відбором суміші окремих газів з воднем - азоту з воднем у циліндричний роздільник 5 з адсорбентом, оксиду вуглецю з воднем у циліндричний роздільник 6 з адсорбентом, метану з воднем у циліндричний роздільник 7 з адсорбентом.

На третій стадії виділяють водень та інші компоненти з отриманих газових сумішей шляхом комбінованого розділення. Для цього спочатку здійснюють фронтальне розділення при пропусканні газових сумішей крізь циліндричні роздільники 5, 6, 7 з адсорбентами з отриманням чистого водню. Потім здійснюють витискувальне розділення при наступному пропусканні крізь циліндричні роздільники 5, 6, 7 з адсорбентами чистих газів - відповідно азоту, оксиду вуглецю та метану (до появи їх у чистому стані на виході) для відділення адсорбованих компонентів від їх суміші з воднем. Після цього здійснюють виділення адсорбованих чистих газів при скиданні надлишкового тиску до атмосферного: в резервуар 8 виділяють водень, в резервуар 9 - азот, в резервуар 10 - оксид вуглецю, в резервуар 11 - метан. Суміш водню з азотом, яка виходить з роздільника 5 при початковому (до появи на виході чистого азоту) витисненні азотом з резервуару 9, повертається на вхід роздільника 5. Суміш водню з оксидом вуглецю, яка виходить із роздільника 6 при початковому (до появи на виході чистого оксиду вуглецю) витисненні оксидом вуглецю із резервуару 10, повертається на вхід роздільника 6. Суміш водню з метаном, яка виходить з роздільника 7 при початковому (до появи на виході чистого метану) витисненні метаном із резервуару 11, повертається на вхід роздільника 7.

