



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19753 (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

(21) u200608817

(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 комбінованим адсорбційно-хроматографічним методом при надлишковому тиску 1-150 аті та температурі -50 - +120°C у три стадії, на першій стадії від вихідної газової суміші відділяють діоксид вуглецю і вуглеводневі гази шляхом пропускання вихідної суміші газів через циліндричний роздільник з адсорбентом з отриманням суміші метану, оксиду вуглецю, азоту і водню, на другій стадії розділяють суміш газів після першої стадії комбінованим методом - спочатку

2

здійснюють фронтальне розділення шляхом заповнення циліндричного роздільника з адсорбентом воднем і пропусканням через нього суміші газів з отриманням на виході послідовно водню, суміші водню і азоту та суміші водню, азоту і оксиду вуглецю, а потім здійснюють витискувальне розділення шляхом пропускання через циліндричний роздільник з адсорбентом метану до появи на виході чистого метану і скидання тиску до атмосферного для виділення адсорбованого метану, на третій стадії здійснюють відділення решти компонентів від водню та один від одного шляхом пропускання через циліндричний роздільник з адсорбентом суміші водню з азотом з використанням азоту для витискувального розділення та пропускання суміші водню з азотом і оксидом вуглецю з використанням оксиду вуглецю для витискувального розділення.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що розділення суміші газів здійснюють 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 пропускають між двома полімерними плівками [авторське свідоцтво СРСР №1637850, B01D53/22, 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, при цьому здійснюють регулювання тиску на виході установки шляхом зміни робочого тиску у мембранному пристрої за допомогою редуктора регулятора тиску, встановленого перед пристроєм, сумісно з дроселем, установленим на виході пристрою [заявка РФ №2003106134, B01D53/22, 2004].

Відомо інші мембранні способи розділення газової суміші [заявки РФ 2004139017/15, G01B13/02, 2006; 2003130957, B01D53/22, 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 блоці зрідження. В мембранному блоці природний газ очищують, подають крізь газороздільний пристрій у газороздільні резервуари, в яких концент-

(13) U

(11) 19753

(19) UA

рація 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 $(-112^{\circ}\text{C}) - (-150^{\circ}\text{C})$ 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, B01D53/22, 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 комбінованого адсорбційно-хроматографічного розділення газових сумішей, що утворюються при термічній переробці палива і біомаси, який би дозволив повністю виділити з суміші газів 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 комбінованим адсорбційно-хроматографічним методом при надлишковому тиску 1-150атм та температурі $(-50) - +120^{\circ}\text{C}$ у три стадії, на першій стадії від вихідної газової суміші відділяють діоксид вуглецю і вуглеводневі гази шляхом пропускання вихідної газової суміші крізь циліндричний роздільник з адсорбентом з отриманням суміші метану, оксиду вуглецю, азоту і водню, на другій стадії здійснюють розділення суміші газів після першої стадії комбінованим методом - спочатку здійснюють фронтальне розділення шляхом заповнення циліндричного роздільника з адсорбентом воднем і пропускання крізь нього суміші газів з отриманням на виході послідовно водню, суміші водню і азоту та суміші водню, азоту і оксиду вуглецю а потім здійснюють витискувальне розділення шляхом пропускання крізь циліндричний роздільник з адсорбентом метану до появи на виході чистого метану і скидання тиску до атмосферного для виділення адсорбованого метану; на третій стадії здійснюють відділення решти компонентів від водню та один від одного шляхом пропускання крізь циліндричний роздільник з адсорбентом суміші водню з азотом з використанням азоту для витискувального розділення та пропускання суміші водню з азотом і оксидом вуглецю з використанням оксиду вуглецю для витискувального розділення.

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

Здійснення розділення газової суміші при підвищеному тиску комбінованим методом, що поєднує елементи фронтального і витискувального розділення передбачає послідовне розподілення компонентів газової суміші вздовж об'єму адсорбенту в залежності від їх адсорбційної здатності з отриманням найменш 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 не адсорбованих компонентів суміші газів (в міжчастковому просторі гранульованого адсорбенту) шляхом пропускання компоненту газової суміші з максимальною адсорбційною здатністю - метану (або азоту і оксиду вуглецю) при витискувальному розділенні. Розроблений комбінований адсорбційно-хроматографічний метод розділення газових сумішей дає можливість максимально використати адсорбційну і роздільну здатність сорбентів, яка зростає з підвищенням тиску, і дозволяє повністю розділити газову суміш 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, вихід якого з'єднано з його входом, з резервуаром 5 для накопичення водню, резервуаром 6 для суміші водню з азотом, резервуаром 7 для суміші водню з азотом та оксидом вуглецю, резервуаром 8 - для метану. Резервуар 5 для водню та резервуар 8 для метану з'єднано з входом циліндричного роздільника 4. Вихід резервуару 6 для суміші водню з азотом з'єднано з входом циліндричного роздільника 9 з адсорбентом для суміші азоту і водню, вихід якого з'єднано з його входом, входом резервуару 5 для водню та з входом резервуару 10 для азоту. Вихід резервуару 10 з'єднано з входом циліндричного роздільника 9 з адсорбентом для суміші азоту і водню. Вихід резервуару 7 для суміші водню з азотом та оксидом вуглецю з'єднано з входом циліндричного роздільника 11 для суміші оксиду вуглецю, азоту і водню. Вихід резервуару 11 з'єднано з його входом, з входом резервуару 5 для водню, резервуару 6 для суміші водню з азотом та з входом резервуару 12 для оксиду вуглецю. Вихід резервуару 12 з'єднано з входом циліндричного роздільника 11 для суміші оксиду вуглецю, азоту і водню.

Спосіб здійснюють наступним чином.

В спосіб використовують циліндричні роздільники з адсорбентами, співвідношення довжини і діаметра яких становить 10-1000. Розділення здійснюють при надлишковому тиску 1-150 аті та температурі (-50) - +120°C у три стадії.

На першій стадії вихідну газову суміш з резервуару 1 пропускають крізь циліндричний розділь-

ник 2 з адсорбентом і відділяють від діоксиду вуглецю і вуглеводневих газів, використовуючи циліндричний роздільник 3 з адсорбентом в режимі регенерації. Після першої стадії суміш метану, оксиду вуглецю, азоту і водню направляють у циліндричний роздільник 4.

На другій стадії здійснюють комбіноване розділення суміші газів після першої стадії - фронтальне розділення, що передбачає заповнення циліндричного роздільника 4 з адсорбентом воднем з резервуару 5, а потім - пропускання суміші газів з отриманням на виході послідовно водню, суміші водню і азоту та суміші водню, азоту і метану, і витискувальне розділення шляхом пропускання крізь той же циліндричний роздільник 4 з адсорбентом метану з резервуару 8 до появи на виході чистого метану та скидання тиску до атмосферного для виділення адсорбованого метану. Суміш метану, оксиду вуглецю, азоту і водню, яка виходить із циліндричного роздільника 4 при витисненні метаном із резервуару 8 повертається в циліндричний роздільник 4.

На третій стадії здійснюють відділення решти компонентів від водню та один від одного шляхом пропускання крізь циліндричний роздільник 9 з адсорбентом суміші водню з азотом з використанням азоту для витискувального розділення із резервуару 10 та пропусканні суміші водню з азотом і оксидом вуглецю крізь циліндричний роздільник 11 з використанням оксиду вуглецю для витискувального розділення із резервуару 12. Суміш водню з азотом, яка виходить із роздільника 9 при витисненні азотом і з роздільника 11 при пропусканні суміші водню з азотом і оксидом вуглецю повертається в резервуар 6 для азоту і водню. Суміш водню з азотом і оксидом вуглецю, яка виходить із роздільника 11 при витисненні оксидом вуглецю з резервуару 12, повертається в резервуар 7 для суміші водню з азотом і оксидом вуглецю.

