



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110022** (13) **C2**
(51) МПК
C10L 3/10 (2006.01)
B01D 53/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2012 09069	(72) Винахідник(и):	Моріока Хаджімі (JP), Утакі Такахіса (JP)
(22) Дата подання заявки:	24.01.2011	(73) Власник(и):	ОСАКА ГЕС КО., ЛТД., 1-2, Hiranomachi 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 5410046, Japan (JP)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.11.2015	(74) Представник:	Ошарова Ірина Олександрівна, реєстр. №9
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2010-014534	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	WO 2008053680 A1, 08.05.2008 JP 60193520 A, 02.10.1985 JP 2002361022 A, 17.12.2002
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	26.01.2010		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	JP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.09.2012, Бюл.№ 18		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.11.2015, Бюл.№ 21		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/JP2011/051240, 24.01.2011		

(54) ЗБАГАЧУВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ПАЛЬНОГО ГАЗУ

(57) Реферат:

Для забезпечення збагачувальної системи для пального газу, здатної поліпшити збереження енергії, з врахуванням експлуатаційної довговічності усмоктувального засобу, збагачувальна система для пального газу S включає адсорбційний агрегат U, наповнений адсорбентом (а) для вибіркового адсорбування пального газу, засіб подачі вихідного газу В, здатний подавати вихідний газ, який містить пальний газ, в адсорбційний агрегат U ззовні, усмоктувальний засіб Р, здатний усмоктувати газ зсередини адсорбційного агрегату U, та контрольний засіб С для виконання процесу адсорбції для подачі вихідного газу в адсорбційний агрегат U для адсорбції пального газу до адсорбенту (а) та процесу десорбції для десорбування пального газу з адсорбенту (а) під дією сили усмоктування усмоктувального засобу Р після процесу адсорбції та виведення десорбованого пального газу назовні. Контрольний засіб С контролює роботу усмоктувального засобу Р таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу Р у разі, коли процес десорбції не здійснюється, є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу Р, коли здійснюється процес десорбції.

UA 110022 C2

Даний винахід стосується збагачувальної системи для пального газу для подачі вихідного газу, який містить пальний газ, та повітря, до адсорбційного агрегату, наповненого адсорбентом для вибіркового адсорбування пального газу з метою вибіркової адсорбції та збагачення пального газу.

5 Рівень техніки

Для ефективного використання пального газу як палива або з іншою подібною метою необхідним є збагачення пального газу до належного діапазону шляхом відокремлення такого газу, як повітря, від вихідного газу, який містить цей пальний газ. Пропонувалися різні пристрої та способи для збагачення такого пального газу. Наприклад, у Патентному документі 1 розкривається винахід, згідно з яким газ (так званий шахтний газ), який видобувається з вугільних шахт і містить газ метан як пальний газ, застосовують як вихідний газ, і повітря (яке здебільшого містить азот, кисень та діоксид вуглецю) відокремлюють від цього вихідного газу з застосуванням адсорбента, таким чином, збагачуючи газ-метан для його застосування.

15 Більш конкретно збагачувальна система для пального газу, описана у Патентному документі 1, включає адсорбційний агрегат, наповнений адсорбентом для вибіркового адсорбування пального газу, засіб подачі вихідного газу, здатний подавати вихідний газ в адсорбційний агрегат ззовні, та усмоктувальний засіб, здатний усмоктувати газ зсередини адсорбційного агрегату. Система виконує процес адсорбції для подачі вихідного газу в адсорбційний агрегат за допомогою засобу подачі вихідного газу для адсорбції пального газу до адсорбента та процесу десорбції для десорбування пального газу з адсорбента під дією сили усмоктування усмоктувального засобу після процесу адсорбції та виведення десорбованого пального газу назовні. Як вищеописаний усмоктувальний засіб застосовують вакуумний насос, який складається з насоса та привідного двигуна для приведення в дію насоса.

Документ існуючого рівня техніки

Патентний документ

Патентний документ 1: публікація японської нерозглянутої патентної заявки № 2009-220004

30 Короткий опис винаходу

Проблема, яку розв'язує винахід

Для роботи збагачувальної системи для пального газу усмоктувальний засіб вимагається лише для процесу десорбції. Таким чином, коли процес десорбції не здійснюється, робота усмоктувального засобу може бути зупинена для додаткового заощадження енергії.

Однак, якщо початок роботи та зупинку роботи усмоктувального засобу здійснювати багаторазово для кожного виконання процесу десорбції, це може призводити до зниження експлуатаційної довговічності усмоктувального засобу.

Даний винахід було розроблено з врахуванням вищеописаної проблеми, і його мета полягає у забезпеченні збагачувальної системи для пального газу, здатної поліпшити заощадження енергії, з врахуванням експлуатаційної довговічності усмоктувального засобу.

Засоби розв'язання проблеми

Для досягнення вищезазначеної мети, згідно з відмітною особливістю збагачувальної системи для пального газу, яка стосується даного винаходу, система включає:

45 адсорбційний агрегат, наповнений адсорбентом для вибіркового адсорбування пального газу;

засіб подачі вихідного газу, здатний подавати вихідний газ, який містить пальний газ, в адсорбційний агрегат ззовні,

усмоктувальний засіб, здатний усмоктувати газ зсередини адсорбційного агрегату; та

50 контрольний засіб для виконання процесу адсорбції для подачі вихідного газу в адсорбційний агрегат за допомогою засобу подачі вихідного газу для адсорбції пального газу до адсорбента та процесу десорбції для десорбування пального газу з адсорбента під дією сили усмоктування усмоктувального засобу після процесу адсорбції та виведення десорбованого пального газу назовні;

55 причому контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу, коли процес десорбції не здійснюється, є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції.

З вищеописаною відмітною особливістю усмоктувальний засіб також працює при виконанні процесу десорбції. Таким чином, система уникає режиму роботи, при якому початок роботи та зупинка роботи усмоктувального засобу виконуються багаторазово при кожному виконанні

процесу десорбції. Таким чином, експлуатаційна довговічність усмоктувального засобу може бути подовжена порівняно з застосуванням режиму роботи, при якому початок роботи та зупинка роботи усмоктувального засобу виконуються багаторазово при кожному виконанні процесу десорбції.

5 Крім того, коли контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу, коли процес десорбції не здійснюється, є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції, енергія, що вимагається для роботи усмоктувального засобу, коли процес десорбції не здійснюється, є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції.
10 Тобто, енергозберігаюча ефективність збагачувальної системи для пального газу може бути поліпшена.

Таким чином, існує можливість забезпечення збагачувальної системи для пального газу, здатної поліпшити заощадження енергії, з врахуванням експлуатаційної довговічності усмоктувального засобу.

15 Згідно з іншою відмітною особливістю збагачувальної системи для пального газу, яка стосується даного винаходу, система включає один вищезгаданий адсорбційний агрегат; і контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу коли здійснюється процес адсорбції є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції.

20 Оскільки один адсорбційний агрегат не може бути задіяний у процесі адсорбції та процесі десорбції одночасно, немає необхідності у підтриманні сили усмоктування усмоктувального засобу на високому рівні під час здійснення процесу адсорбції.

При вищеописаній відмітній конструкції контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу коли здійснюється процес адсорбції є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції. Отже, рівень споживання енергії усмоктувального засобу під час виконання процесу адсорбції може бути низьким.

30 Згідно з іще однією відмітною особливістю збагачувальної системи для пального газу, яка стосується даного винаходу, система включає певну кількість вищезгаданих адсорбційних агрегатів;

вищезгаданий усмоктувальний засіб застосовують як спільний засіб для усмоктування всередині кількох адсорбційних агрегатів; і

35 контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу, коли процес адсорбції не здійснюється у жодному з адсорбційних агрегатів, є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції.

При вищеописаній відмітній конструкції, оскільки один усмоктувальний засіб передбачено для спільного застосування для усмоктування всередині кількох адсорбційних агрегатів, кількість усмоктувальних засобів може бути малою. Крім того, коли процес адсорбції та процес десорбції здійснюються у кількох адсорбційних агрегатах з застосуванням одного усмоктувального засобу, усмоктувальний засіб функціонує таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу, коли процес адсорбції не здійснюється у жодному з адсорбційних агрегатів, є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції. Завдяки цьому, енергія, що вимагається для роботи усмоктувального засобу, коли жоден з кількох адсорбційних агрегатів не є задіяним у процесі десорбції, може триматися на низькому рівні.

40 Згідно з іще однією відмітною особливістю збагачувальної системи для пального газу, яка стосується даного винаходу, контрольний засіб може здійснювати, додатково до процесу адсорбції та процесу десорбції, процес вирівнювання тиску для вирівнювання тиску всередині одного з кількох адсорбційних агрегатів після виконання в них процесу адсорбції з тиском всередині іншого одного з кількох адсорбційних агрегатів після виконання в них процесу десорбції шляхом установлення сполучення між внутрішньою частиною одного адсорбційного агрегату та внутрішньою частиною вищезгаданого іншого адсорбційного агрегату через сполучний прохід; і

55 контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу при здійсненні процесу вирівнювання тиску є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції.

60 При вищеописаній відмітній конструкції, коли контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу при здійсненні процесу вирівнювання тиску є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли

здійснюється процес десорбції, енергія, що вимагається для роботи усмоктувального засобу, при здійсненні процесу вирівнювання тиску може триматися на низькому рівні.

Згідно з ще однією відмітною особливістю збагачувальної системи для пального газу, яка стосується даного винаходу, контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу на ранній стадії процесу десорбції є більшою за силу усмоктування при усмоктуванні на наступній стадії процесу десорбції.

На ранній стадії процесу десорбції кількість пального газу, що адсорбується до адсорбента адсорбційного агрегату, ще є великою. Отже, при більшій силі усмоктування усмоктувального засобу може десорбуватися велика кількість пального газу. З іншого боку, на наступній стадії процесу десорбції кількість пального газу, що адсорбується до адсорбента адсорбційного агрегату, стає меншою. Отже, навіть у разі збільшення сили усмоктування усмоктувального засобу може бути десорбована лише відносно мала кількість пального газу.

При вищеописаній відмітній конструкції, оскільки контрольний засіб запускає усмоктувальний засіб, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу на ранній стадії процесу десорбції є більшою за силу усмоктування при усмоктуванні на наступній стадії процесу десорбції, відносно велика кількість пального газу може бути ефективно десорбована на ранній стадії процесу десорбції. Крім того, на наступній стадії палий газ може бути ефективно десорбований, при утриманні споживання енергії на низькому рівні.

Згідно з ще однією відмітною особливістю збагачувальної системи для пального газу, яка стосується даного винаходу, усмоктувальний засіб включає насос та привідний двигун для приведення насоса у дію; і

контрольний засіб регулює силу усмоктування усмоктувального засобу шляхом регулювання швидкості обертання привідного двигуна через інвертерний контроль.

При вищеописаній відмітній конструкції, оскільки контрольний засіб регулює швидкість обертання привідного двигуна через інвертерний контроль, контрольний засіб може легко регулювати силу усмоктування усмоктувального засобу.

Короткий опис фігур

[Фіг. 1] є блок-схемою для пояснення конфігурації збагачувальної системи для пального газу згідно з першим варіантом втілення,

[Фіг. 2] є графіком, який показує перехід тиску всередині кожного адсорбційного агрегату,

[Фіг. 3] є графіком, який показує перехід швидкості обертання привідного двигуна вакуумного насоса,

[Фіг. 4] є графіком, який показує перехід потужності на валу привідного двигуна вакуумного насоса,

[Фіг. 5] є блок-схемою для пояснення конфігурації збагачувальної системи для пального газу згідно з другим варіантом втілення, і

[Фіг. 6] є блок-схемою для пояснення конфігурації збагачувальної системи для пального газу згідно з третім варіантом втілення.

Способи втілення винаходу

(Перший варіант втілення)

Далі з посиланням на супровідні фігури описується збагачувальна система для пального газу згідно з першим варіантом втілення.

Фіг. 1 є блок-схемою для пояснення конфігурації збагачувальної системи для пального газу згідно з першим варіантом втілення. Збагачувальна система S1 (S) включає адсорбційні агрегати U (U1, U2, U3), нагнітач В як засіб подачі вихідного газу, вакуумний насос Р як усмоктувальний засіб та контрольний засіб С.

Відповідні адсорбційні агрегати U1, U2, U3 мають ідентичну конфігурацію і передбачаються у формі адсорбційної колони, яка наповнюється певною кількістю адсорбента (а) для вибіркового адсорбування пального газу. Адсорбент (а) не обмежується конкретним адсорбентом, а може бути будь-яким адсорбентом, здатним вибірково адсорбувати палий газ, такий, як газ метан. Як адсорбент (а) краще застосовувати адсорбент газу метану, яким може бути принаймні один, вибраний з групи, до якої належать активоване вугілля, цеоліт, силікагель, металоорганічний комплекс (фумарат міді, терефталат міді, циклогександикарбоксилат міді і т. ін.), який має середній діаметр пор від 4,5 до 15Å, як визначається МР-способом, та кількість адсорбції метану 20 Ncc/g або більше при атмосферному тиску та 298K.

Додатково до вищезазначеного, збагачувальна система S1 включає газоподавальні проходи (d1) для подачі вихідного газу до адсорбційних агрегатів U1, U2, U3 та газовипускні

проходи (d2) для випускання залишкового газу ("відхідного газу") після адсорбції пального газу адсорбентом (а) з подачею газу з газоподавальних проходів (d1) назовні. Газоподавальний прохід (d1), сполучений з адсорбційним агрегатом U1, включає газоперемикальний клапан подавального проходу 1. Газоподавальний прохід (d1), сполучений з адсорбційним агрегатом U2, включає газоперемикальний клапан подавального проходу 4. Газоподавальний прохід (d1), сполучений з адсорбційним агрегатом U3, включає газоперемикальний клапан подавального проходу 8. Газовипускний прохід (d2), сполучений з адсорбційним агрегатом U1, включає газоперемикальний клапан випускного проходу 3. Газовипускний прохід (d2), сполучений з адсорбційним агрегатом U2, включає газоперемикальний клапан випускного проходу 6. Газовипускний прохід (d2), сполучений з адсорбційним агрегатом U3, включає газоперемикальний клапан випускного проходу 10. Крім того, збагачувальна система S1 включає газозбиральні проходи (d3) для збирання одержаного газу з відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2, U3 у резервуар для продукту Т. Газозбиральний прохід (d3), сполучений з адсорбційним агрегатом U1, включає газоперемикальний клапан збирального проходу 2. Газозбиральний прохід (d3), сполучений з адсорбційним агрегатом U2, включає газоперемикальний клапан збирального проходу 5. Газозбиральний прохід (d3), сполучений з адсорбційним агрегатом U3, включає газоперемикальний клапан збирального проходу 9 [0023]. Згідно з даним винаходом, далі частина адсорбційного агрегату U в умовах подачі вихідного газу в адсорбційний агрегат U (U1, U2, U3) під час експлуатації називається "газовпускною частиною (In)", а частина адсорбційного агрегату U в умовах випуску відхідного газу з адсорбційного агрегату U називається "газовипускною частиною (Out)".

Газовипускні проходи (d2) відповідно включають газові датчики 13, 14, 15. Кожен газовий датчик 13, 14, 15 є пристроєм, сконфігурованим для визначення часу, коли адсорбент (а) всередині кожного адсорбційного агрегату U1, U2, U3 досягає межі здатності до адсорбції пального газу, тобто, часу завершення адсорбції (точки прориву). Контрольний засіб С може розпізнавати час, коли концентрація пального газу (наприклад, концентрація газу метану), визначена газовим датчиком 13, 14, 15, досягає заданої концентрації, тобто, час, коли адсорбційна здатність адсорбента (а) досягає своєї межі. В результаті контрольний засіб С може розпізнавати час припинення подачі вихідного газу до адсорбційних агрегатів U1, U2, U3.

Резервуар для продукту Т не обмежується конкретним резервуаром, а може бути будь-яким резервуаром, який дозволяє зберігати збагачений, висококонцентрований пальний газ у безпечний спосіб. В оптимальному варіанті застосовують резервуар для газу адсорбційного типу.

Нагнітач В як засіб подачі вихідного газу є сконфігурованим для можливості подачі вихідного газу, який містить пальний газ, в адсорбційний агрегат U ззовні. Вихідний газ G є газом, який містить пальний газ та повітря. Або ж цей вихідний газ G може бути шахтним газом, який містить, наприклад, метан та повітря. Крім того, пальний газ не обмежується конкретним газом, а може бути будь-яким газом, який має горючі властивості. Наприклад, він може бути газом метаном, який міститься у шахтному газі. У цьому зв'язку шахтний газ є газом, який видобувається з вугільних шахт. Хоча він може бути різним, залежно від умов, шахтний газ зазвичай складається з метану приблизно на 20-40 об'ємн. % та повітря (яке здебільшого містить газів азоту та кисню) приблизно на 60-80 об'ємн. %. Нагнітач В усмоктує такий вихідний газ і подає цей вихідний газ до адсорбційного агрегату U по суті при атмосферному тиску без будь-якого його стискання.

Вакуумний насос Р як усмоктувальний засіб включає насос Ра та привідний двигун Рb для приведення в дію насоса Ра і є сконфігурованим як пристрій для скидання тиску всередині адсорбційного агрегату U для усмоктування газу зсередини. У даному варіанті втілення для усмоктування вмісту відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2, U3 один вакуумний насос Р передбачено для спільного застосування. Як насос Ра може бути застосований, наприклад, двороторний вакуумний насос. Сила усмоктування вакуумного насоса Р (тобто, швидкість виведення газу) збільшується відповідно до збільшення швидкості обертання привідного двигуна Рb. У даному варіанті втілення контрольний засіб С є сконфігурованим для регулювання сили усмоктування усмоктувального засобу шляхом регулювання швидкості обертання привідного двигуна Рb за допомогою технології інвертерного контролю. Під дією вакуумного насоса Р, включеного у газозбиральний прохід (d3), пальний газ, адсорбований до адсорбента (а), може збиратися у стиснутому стані (за наявності позитивного тиску всередині резервуара для продукту Т) з адсорбційного агрегату U у резервуар для продукту Т.

Збагачувальна система S1 включає сполучний прохід (d4), який сполучає внутрішню частину адсорбційного агрегату U1 та внутрішню частину адсорбційного агрегату U2, сполучний прохід (d5), який сполучає внутрішню частину адсорбційного агрегату U1 та внутрішню частину адсорбційного агрегату U3, і сполучний прохід (d6), який сполучає внутрішню частину адсорбційного агрегату U2 та внутрішню частину адсорбційного агрегату U3. Також сполучний прохід (d4) включає перемикальний клапан 7 сполучного проходу, сполучний прохід (d5) включає перемикальний клапан 11 сполучного проходу, і сполучний прохід (d6) включає перемикальний клапан 12 сполучного проходу.

У даному варіанті втілення контрольний засіб С складається з носія інформації, утвореного з запам'ятовуючого пристрою або іншого подібного пристрою, ЦП, мікрокомп'ютера, який має секції введення/виведення, і т. ін. І при виконанні цим комп'ютером заданої програми контролюється робота нагнітача В, вакуумного насоса Р, газоперемикальних клапанів подавального проходу 1, 4, 8, газоперемикальних клапанів випускного проходу 3, 6, 10, газоперемикальних клапанів збирального проходу 2, 5, 9, перемикальних клапанів сполучного проходу 7, 11, 12 і т. ін. Зокрема, даний варіант втілення характеризується тим, що контрольний засіб С відповідним чином регулює силу усмоктування вакуумного насоса Р за допомогою технології інвертерного контролю при функціонуванні вакуумного насоса Р.

Далі описується робота збагачувальної системи S1 згідно з першим варіантом втілення.

Як показано у Таблиці 1, на етапах з першого по дев'ятий для відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2, U3 контрольний засіб С виконує процес адсорбції, процес десорбції, процес вирівнювання тиску, процес підвищення тиску та процес очікування. Процес адсорбції є процесом, при якому вихідний газ подається в адсорбційний агрегат U за допомогою нагнітача В для забезпечення адсорбування пального газу до адсорбента (а), а решта газу випускається у газовипускний прохід. Процес десорбції є процесом, при якому після процесу адсорбції палий газ десорбується з адсорбента (а) під дією сили усмоктування вакуумного насоса, і десорбований газ збирається у газозбиральний прохід. Процес вирівнювання тиску є процесом, при якому внутрішня частина адсорбційного агрегату після процесу десорбції сполучається з внутрішньою частиною іншого адсорбційного агрегату після процесу адсорбції для вирівнювання тиску всередині цих адсорбційних агрегатів. Процес підвищення тиску є процесом, при якому повітря (витискувальний газ) вводять в адсорбційний агрегат U для підвищення тиску в ньому до наближеного до атмосферного тиску.

Фіг. 2 є графіком, який показує перехід тиску всередині відповідного адсорбційного агрегату U1, U2, U3, коли виконуються процес адсорбції, процес десорбції, процес вирівнювання тиску, процес підвищення тиску та процес очікування для відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2, U3 під час етапів з першого по дев'ятий.

Таблиця 1

етап	1	2	3
адсорбційний агрегат U1	адсорбція		
адсорбційний агрегат U2	вирівнювання тиску	підвищення тиску	очікування
адсорбційний агрегат U3	вирівнювання тиску	десорбція	

4	5	6
вирівнювання тиску	десорбція	
адсорбція		
вирівнювання тиску	підвищення тиску	очікування

7	8	9
вирівнювання тиску	підвищення тиску	очікування
вирівнювання тиску	десорбція	
адсорбція		

Таблиця 2

етап	1	2	3	4	5	6	7	8	9
швидкість обертання привідного двигуна (об/хв)	600	1100	1100	600	1100	1100	600	1100	1100

В адсорбційному агрегаті U1, процес адсорбції виконується на етапах з першого по третій, процес вирівнювання тиску виконується на четвертому етапі, процес десорбції виконується на етапах з п'ятого по шостий, процес вирівнювання тиску виконується на сьомому етапі, процес підвищення тиску виконується на восьмому етапі, і процес очікування виконується на дев'ятому етапі. Оскільки конфігурація відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2, U3 є однаковою, перебіг процесу адсорбції, процесу вирівнювання тиску, процесу десорбції, процесу підвищення тиску та процесу очікування по суті є однаковим. Тобто, адсорбційний агрегат U2 та адсорбційний агрегат U3 відрізняються від адсорбційного агрегату U1 за часом виконання відповідних процесів. Таким чином, представлене нижче пояснення стосується здебільшого перебігу процесу адсорбції, процесу вирівнювання тиску, процесу десорбції, процесу підвищення тиску та процесу очікування, які виконуються адсорбційним агрегатом U1 під час етапів з першого по дев'ятий, і детальні пояснення відповідних процесів, які виконуються в адсорбційному агрегаті U2 та адсорбційному агрегаті U3, пропускаються.

[Етапи з першого по третій]

На етапах з першого по третій контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес адсорбції. Зокрема, контрольний засіб С відкриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1 та газоперемикальний клапан випускного проходу 3 і закриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2, перемикальний клапан 7 сполучного проходу та перемикальний клапан 11 сполучного проходу. Крім того, контрольний засіб С активізує нагнітач В для подачі вихідного газу через газоподавальний прохід (d1) в адсорбційний агрегат U1 для забезпечення адсорбування пального газу, який міститься у вихідному газі, до адсорбента (а), а також випускання відхідного газу, який є частиною вихідного газу, який подається в адсорбційний агрегат U1 і не адсорбується до адсорбента (а), через випускний прохід (d2) у простір за межами адсорбційного агрегату U1. Завдяки цьому, існує можливість забезпечення вибіркового адсорбування газу метану як пального газу, що міститься у шахтному газі, до адсорбента (а), а також запобігання вивільненню цінного газу метану у незмінному вигляді у відхідний газ.

Як показано у Таблиці 1, на першому етапі контрольний засіб С не змушує жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) виконувати процес десорбції, але забезпечує безперервну роботу вакуумного насоса Р. При цьому контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р, коли жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. Тобто, швидкість обертання регулюють до більшої швидкості обертання для збільшення сили усмоктування, і швидкість обертання регулюють до меншої швидкості обертання для зменшення сили усмоктування. Контрольний засіб С регулює силу усмоктування вакуумного насоса Р шляхом регулювання швидкості обертання привідного двигуна Рb для вакуумного насоса Р за допомогою технології інвертерного контролю. У даному варіанті втілення, як показано у Таблиці 2, швидкість обертання привідного двигуна Рb контролюється на рівні 600 об/хв. У цьому зв'язку контрольний засіб С контролює швидкість обертання привідного двигуна Рb на рівні 1100 об/хв, коли процес десорбції має здійснюватись у будь-якому з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3).

Після цього контрольний засіб С змушує газовий датчик 13 визначати, чи є концентрація пального газу у відхідному газі, випущеному у газовипускний прохід (d2), вищою за задану концентрацію. Якщо визначена концентрація пального газу є вищою за задану концентрацію, контрольний засіб С припиняє подачу вихідного газу до адсорбційного агрегату U1, для завершення, таким чином, процесу адсорбції. Тобто, контрольний засіб С інтерпретує концентрацію пального газу, визначену у газовипускному проході (d.2), яка стає вищою за задану концентрацію, як показник наближення адсорбента (а) до межі адсорбції, а потім завершує процес адсорбції.

[Четвертий етап]

На четвертому етапі контрольний засіб С виконує процес вирівнювання тиску для вирівнювання внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U1 та внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U3. Тобто, контрольний засіб С відкриває перемикальний клапан 11

5 сполучного проходу, який є включеним у сполучний прохід (d5), сполучаючи адсорбційний агрегат U1 та адсорбційний агрегат U3, і закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан збирального проходу 2, газоперемикальний клапан випускного проходу 3 та перемикальний клапан 7 сполучного проходу.

Як показано на Фіг. 2, при визначенні часу перед початком четвертого етапу внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 вказує на відносно високий тиск як тиск безпосередньо після процесу адсорбції, який здійснюється на третьому етапі, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U3 вказує на відносно низький тиск як тиск безпосередньо після процесу десорбції, який здійснюється на третьому етапі. І на четвертому етапі перемикальний клапан 11

15 сполучного проходу відкривається для здійснення процесу вирівнювання тиску, через який внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 знижується, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U3 підвищується, і, таким чином, ці значення тиску вирівнюються одне з одним. В результаті в адсорбційному агрегаті U1 газ, який містить низькоконцентрований пальний газ, який не був адсорбований до адсорбента (а) і залишається здебільшого у формі газової фази, дифундує до адсорбційного агрегату U3. Таким чином, існує можливість запобігання

20 випадковому збиранню цього низькоконцентрованого пального газу у напрямку резервуара для продукту Т на наступному п'ятому етапі. Крім того, в адсорбційному агрегаті U3 тиск усередині цього адсорбційного агрегату U3 може заздалегідь бути підвищений до певної міри перед процесом підвищення тиску, який має здійснюватися згодом.

Як показано у Таблиці 1, на четвертому етапі, контрольний засіб С не змушує жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) виконувати процес десорбції, але забезпечує безперервну роботу вакуумного насоса Р. Однак у цьому разі, як і на першому етапі, контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р, коли жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли

30 здійснюється процес десорбції. На четвертому етапі теж контрольний засіб С контролює швидкість обертання привідного двигуна Pb на рівні 600 об/хв, як показано у Таблиці 2.

[Етапи з п'ятого по шостий]

На етапах з п'ятого по шостий контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес десорбції. Тобто, контрольний засіб С закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан випускного проходу 3, перемикальний клапан 7 сполучного проходу та перемикальний клапан 11 сполучного проходу і водночас відкриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2. На четвертому етапі контрольний засіб С збільшує силу усмоктування вакуумного насоса Р (контролює швидкість обертання привідного двигуна Pb на рівні 1100 об/хв), для скидання таким чином тиску

40 всередині адсорбційного агрегату U1 до тиску, нижчого за атмосферний, для десорбції адсорбованого пального газу з адсорбента (а). В результаті пальний газ усмоктується у напрямку газозбирального проходу (d3) і збирається й зберігається у резервуарі для продукту Т. Після скидання тиску всередині адсорбційного агрегату U1 до заданого тиску контрольний засіб С закриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2 з метою припинення збирання пального газу з адсорбційного агрегату U1. Як показано на Фіг. 2, коли відбувається десорбція пального газу з адсорбента (а), внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 поступово знижується, і, таким чином, через відстеження внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U1 контрольний засіб С може визначати час завершення процесу десорбції.

[Сьомий етап]

На сьомому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес вирівнювання тиску. Зокрема, контрольний засіб С виконує процес вирівнювання тиску для вирівнювання внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U1 та внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U2. Так, контрольний засіб С закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан збирального проходу 2, газоперемикальний клапан випускного проходу 3 та перемикальний клапан 11 сполучного проходу і відкриває перемикальний клапан 7 сполучного проходу, включеного у сполучний

55 прохід (d4), сполучаючи адсорбційний агрегат U1 та адсорбційний агрегат U2.

Як показано на Фіг. 2, у час до початку сьомого етапу внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 вказує на відносно низький тиск як тиск безпосередньо після процесу десорбції,

60

що виконується на шостому етапі, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U3 вказує на відносно високий тиск як тиск безпосередньо після процесу адсорбції, що виконується на шостому етапі. І на сьомому етапі перемикальний клапан 7 сполучного проходу відкривається для здійснення процесу вирівнювання тиску, через який внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 збільшується, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U3 знижується, таким чином, щоб ці значення тиску вирівнювалися один з одним. В результаті в адсорбційному агрегаті U1 тиск усередині цього адсорбційного агрегату U1 може заздалегідь бути підвищений до певної міри перед процесом підвищення тиску, який має здійснюватися згодом. Крім того, в адсорбційному агрегаті U2 газ, який містить низькоконцентрований пальний газ, який не був адсорбований до адсорбента (а) і залишається здебільшого у формі газової фази, дифундує до адсорбційного агрегату U1.

Як і у процесі вирівнювання тиску на четвертому етапі, який було описано вище, на сьомому етапі контрольний засіб С не змушує жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) виконувати процес десорбції, але забезпечує безперервну роботу вакуумного насоса Р. Однак у цьому разі, як і на четвертому етапі, контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р, коли жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. На сьомому етапі також контрольний засіб С контролює швидкість обертання приводного двигуна Pb на рівні 600 об/хв, як показано у Таблиці 2.

[Восьмий етап]

На восьмому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес підвищення тиску. Зокрема, контрольний засіб С відкриває газоперемикальний клапан випускного проходу 3 і закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан збирального проходу 2, перемикальний клапан 7 сполучного проходу та перемикальний клапан 11 сполучного проходу. Завдяки цьому, кількість повітря (витискувальний газ) вводять через газоперемикальний клапан випускного проходу 3 ззовні в адсорбційний агрегат U1, завдяки чому тиск всередині адсорбційного агрегату U1 збільшується до наближеного до атмосферного тиску, таким чином, щоб могла бути полегшена адсорбція пального газу у процесі адсорбції, який має здійснюватися після цього.

[Дев'ятий етап]

На дев'ятому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес очікування. Зокрема, контрольний засіб С тримає у відкритому стані газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан збирального проходу 2, газоперемикальний клапан випускного проходу 3, перемикальний клапан 7 сполучного проходу та перемикальний клапан 11 сполучного проходу і очікує на початок наступного процесу адсорбції.

Як описано вище, у збагачувальній системі згідно з даним варіантом втілення під час етапів з першого по дев'ятий, контрольний засіб С контролює силу усмоктування вакуумного насоса Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р у разі, коли жоден з кількох адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. Фіг. 3 є графіком, який показує перехід швидкості обертання приводного двигуна Pb вакуумного насоса Р під час етапів з першого по дев'ятий. Фіг. 4 є графіком, який показує перехід потужності на валу приводного двигуна Pb вакуумного насоса Р під час етапів з першого по дев'ятий. На Фіг. 3 та Фіг. 4 також показано, як порівняльний приклад, випадок нормальної роботи, у якому швидкість обертання приводного двигуна Pb вакуумного насоса Р контролюється на незмінному рівні під час етапів з першого по дев'ятий.

Як показано на Фіг. 3 та Фіг. 4, оскільки контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р, коли жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2, U3) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції, існує можливість уникнення зайвого споживання електроенергії. Наприклад, як показано на Фіг. 4, середнє споживання енергії під час етапів з першого по дев'ятий становить приблизно 86 кВт у разі здійснення інвертерного контролю згідно з даним винаходом для приводного двигуна Pb, включеного у єдиний вакуумний насос Р, тоді, як у порівняльному прикладі, в якому при нормальній роботі приводного двигуна Pb з фіксованою швидкістю обертання споживання енергії становить приблизно 91 кВт. Отже, при застосуванні збагачувальної системи S1 згідно з даним винаходом може бути заощаджено приблизно 5 кВт·год електроенергії. Крім

того, якщо передбачено кілька вакуумних насосів Р, кількість електроенергії, яка може бути заощаджена, збільшується відповідно до кількості насосів Р.

<Другий варіант втілення>

Збагачувальна система для пального газу згідно з другим варіантом втілення відрізняється від збагачувальної системи згідно з першим варіантом втілення тим, що ця система включає два адсорбційні агрегати. У представленому нижче поясненні збагачувальної системи згідно з другим варіантом втілення, опис складових частин, ідентичних першому варіантові втілення, пропускається.

Фіг. 5 є блок-схемою для пояснення конфігурації збагачувальної системи для пального газу згідно з другим варіантом втілення. Збагачувальна система S2 (S) включає адсорбційні агрегати U (U1, U2), нагнітач В як засіб подачі вихідного газу, вакуумний насос Р як усмоктувальний засіб та контрольний засіб С. У цій збагачувальній системі S2 складові частини, пов'язані з адсорбційним агрегатом U3, є виключеними з вищеписаної збагачувальної системи згідно з першим варіантом втілення.

Збагачувальна система S2 включає газоподавальні проходи (d1) для подачі вихідного газу до відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2 та газовипускні проходи (d2) для випускання решти газу (відхідного газу) після адсорбції пального газу до адсорбента (а), причому газ подається з газоподавальних проходів (d1). Газоподавальний прохід (d1), сполучений з адсорбційним агрегатом U1, включає газоперемикальний клапан подавального проходу 1, а газоподавальний прохід (d1), сполучений з адсорбційним агрегатом U2, включає газоперемикальний клапан подавального проходу 4. Газовипускний прохід (d2), сполучений з адсорбційним агрегатом U1, включає газоперемикальний клапан випускного проходу 3, а газовипускний прохід (d2), сполучений з адсорбційним агрегатом U2, включає газоперемикальний клапан випускного проходу 6. Крім того, збагачувальна система S2 включає газозбиральні проходи (d3) для збирання одержаного газу з відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2 у резервуар для продукту Т. Газозбиральний прохід (d3), сполучений з адсорбційним агрегатом U1, включає газоперемикальний клапан збирального проходу 2. Газозбиральний прохід (d3), сполучений з адсорбційним агрегатом U2, включає газоперемикальний клапан збирального проходу 5.

Збагачувальна система S2 згідно з другим варіантом втілення включає сполучний прохід (d4), здатний сполучати внутрішню частину адсорбційного агрегату U1 з внутрішньою частиною адсорбційного агрегату U2. Сполучний прохід (d4) включає перемикальний клапан 7 сполучного проходу. Коли перемикальний клапан 7 сполучного проходу є відкритим, тиск всередині адсорбційного агрегату U1 та тиск всередині адсорбційного агрегату U2 вирівнюються один з одним.

Далі описується робота збагачувальної системи S2 згідно з другим варіантом втілення.

Контрольний засіб С, як показано нижче у Таблиці 3, виконує процес адсорбції, процес десорбції, процес вирівнювання тиску та процес підвищення тиску для відповідних адсорбційних агрегатів U1, U1 під час етапів з першого по шостий.

Таблиця 3

етап	1	2	3	4
адсорбційний агрегат U1	адсорбція	вирівнювання тиску	десорбція	
адсорбційний агрегат U2	десорбція	вирівнювання тиску	підвищення тиску	адсорбція

5	6
вирівнювання тиску	підвищення тиску
вирівнювання тиску	десорбція

Таблиця 4

етап	1	2	3	4	5	6
швидкість обертання приводного двигуна (об/хв)	1100	600	1100	1100	600	1100

Адсорбційний агрегат U1 здійснює процес адсорбції на першому етапі, процес вирівнювання тиску – на другому етапі, процес десорбції – на третьому та четвертому

етапах, процес вирівнювання тиску – на п'ятому етапі і процес підвищення тиску – на шостому етапі. Оскільки конфігурація відповідних адсорбційних агрегатів U1, U2 є однаковою, перебіг процесу адсорбції, процесу вирівнювання тиску, процесу десорбції та процесу підвищення тиску по суті є однаковими. Тобто, адсорбційний агрегат U2 відрізняється від адсорбційного агрегату U1 за часом виконання відповідних процесів. Таким чином, представлене нижче пояснення стосується здебільшого перебігу процесу адсорбції, процесу вирівнювання тиску, процесу десорбції та процесу підвищення тиску, які виконуються адсорбційним агрегатом U1 під час етапів з першого по шостий, і детальні пояснення відповідних процесів, які виконуються в адсорбційному агрегаті U2, пропускаються.

[Перший етап]

На першому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес адсорбції. Зокрема, контрольний засіб С відкриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1 та газоперемикальний клапан випускного проходу 3 і закриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2 та перемикальний клапан 7 сполучного проходу. Крім того, контрольний засіб С активізує нагнітач В для подачі вихідного газу через газоподавальний прохід (d1) в адсорбційний агрегат U1 для забезпечення адсорбування пального газу, який міститься у вихідному газі, до адсорбента (а), а також випускання відхідного газу, який є частиною вихідного газу, який подається в адсорбційний агрегат U1 і не адсорбується до адсорбента (а), через випускний прохід (d2) у простір за межами адсорбційного агрегату U1.

Після цього контрольний засіб С змушує газовий датчик 13 визначати, чи є концентрація пального газу, який міститься у відхідному газі, випущеному у випускний прохід (d2), вищою за задану концентрацію. Якщо визначена концентрація пального газу є вищою за задану концентрацію, подача вихідного газу до адсорбційного агрегату U1 припиняється для завершення, таким чином, процесу адсорбції. Тобто, контрольний засіб інтерпретує концентрацію пального газу, визначену у газовипускному проході (d2), яка стає вищою за задану концентрацію, як показник досягнення адсорбентом (а) його межі адсорбції, і завершує процес адсорбції.

[Другий етап]

На другому етапі контрольний засіб С виконує процес вирівнювання тиску для вирівнювання внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U1 з внутрішнім тиском адсорбційного агрегату U2. Зокрема, контрольний засіб С відкриває перемикальний клапан 7 сполучного проходу, включеного у сполучний прохід (d4), сполучаючи адсорбційний агрегат U1 та адсорбційний агрегат U2, і закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан збирального проходу 2 та газоперемикальний клапан випускного проходу 3.

При визначенні часу перед початком другого етапу внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 вказує на відносно високий тиск як тиск безпосередньо після процесу адсорбції, який здійснюється на першому етапі, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U2 вказує на відносно низький тиск як тиск безпосередньо після процесу десорбції, який здійснюється на першому етапі. І на другому етапі перемикальний клапан 7 сполучного проходу відкривається для здійснення процесу вирівнювання тиску, через який внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 знижується, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U2 підвищується, і, таким чином, ці значення тиску вирівнюються одне з одним. В результаті в адсорбційному агрегаті U1, газ, який містить низькоконцентрований пальний газ, який не був адсорбований до адсорбента (а) і залишається здебільшого у формі газової фази, дифундує до адсорбційного агрегату U2. Таким чином, існує можливість запобігання випадковому збиранню цього низькоконцентрованого пального газу у напрямку резервуара для продукту Т на наступному третьому етапі. Крім того, в адсорбційному агрегаті U2, тиск усередині цього адсорбційного агрегату U2 може заздалегідь бути підвищений до певної міри перед процесом підвищення тиску, який має здійснюватися згодом.

На другому етапі, контрольний засіб С не змушує жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2) виконувати процес десорбції, але забезпечує безперервну роботу вакуумного насоса Р. При цьому контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р у разі, коли жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. На другому етапі, як показано у Таблиці 4, контрольний засіб С контролює швидкість обертання привідного двигуна Рb на рівні 600 об/хв.

[На етапах з третього по четвертий]

На етапах з третього по четвертий контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес десорбції. Тобто, контрольний засіб С закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан випускного проходу 3 та перемикальний клапан 7 сполучного проходу і водночас відкриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2. На етапах з третього по четвертий контрольний засіб С збільшує силу усмоктування вакуумного насоса Р (контролює швидкість обертання привідного двигуна Рb на рівні 1100 об/хв) для скидання таким чином тиску всередині адсорбційного агрегату U1 до тиску, нижчого за атмосферний, для десорбції адсорбованого пального газу з адсорбента (а). Після скидання тиску всередині адсорбційного агрегату U1 до заданого тиску контрольний засіб С закриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2 з метою припинення збирання пального газу з адсорбційного агрегату U1.

[П'ятий етап]

На п'ятому етапі контрольний засіб С виконує процес вирівнювання тиску для вирівнювання внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U1 та внутрішнього тиску адсорбційного агрегату U2. Процедура виконання процесу вирівнювання тиску на п'ятому етапі є ідентичною процедурі виконання процесу вирівнювання тиску на другому етапі.

При визначенні часу перед початком п'ятого етапу внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 вказує на відносно низький тиск як тиск безпосередньо після процесу десорбції, який здійснюється на четвертому етапі, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U2 вказує на відносно високий тиск як тиск безпосередньо після адсорбції, який здійснюється на четвертому етапі. І на п'ятому етапі, перемикальний клапан 7 сполучного проходу відкривається для здійснення процесу вирівнювання тиску, через який внутрішній тиск адсорбційного агрегату U1 збільшується, а внутрішній тиск адсорбційного агрегату U2 знижується, таким чином, щоб ці значення тиску вирівнювалися один з одним. В результаті в адсорбційному агрегаті U1, тиск усередині цього адсорбційного агрегату U1 може заздалегідь бути підвищений до певної міри перед процесом підвищення тиску, який має здійснюватися згодом. Крім того, в адсорбційному агрегаті U2, газ, який містить низькоконцентрований палий газ, який не був адсорбований до адсорбента (а) і залишається здебільшого у формі газової фази, дифундує до адсорбційного агрегату U1.

Подібно до процесу вирівнювання тиску на другому етапі, як описано вище, на п'ятому етапі контрольний засіб С не змушує жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2) виконувати процес десорбції, але забезпечує безперервну роботу вакуумного насоса Р. Однак у цьому разі, як на другому етапі, контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р у разі, коли жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. На п'ятому етапі також контрольний засіб С контролює швидкість обертання привідного двигуна Рb на рівні 600 об/хв, як показано у Таблиці 4.

[Шостий етап]

На шостому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес підвищення тиску. Зокрема, контрольний засіб С відкриває газоперемикальний клапан випускного проходу 3 і закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1, газоперемикальний клапан збирального проходу 2 та перемикальний клапан 7 сполучного проходу. Завдяки цьому, кількість повітря (витискувальний газ) вводять через газоперемикальний клапан випускного проходу 3 ззовні в адсорбційний агрегат U1, завдяки чому тиск всередині адсорбційного агрегату U1 збільшується до наближеного до атмосферного тиску, таким чином, щоб могла бути полегшена адсорбція пального газу у процесі адсорбції, який має здійснюватися після цього.

Як описано вище, завдяки збагачувальній системі S2 згідно з цим варіантом втілення також, на другому етапі та п'ятому етапі контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р у разі, коли жоден з адсорбційних агрегатів U (U1, U2) не є задіяним у процесі десорбції, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. В результаті на другому етапі та п'ятому етапі існує можливість уникнення зайвого споживання електроенергії.

<Третій варіант втілення>

Збагачувальна система для пального газу згідно з третім варіантом втілення відрізняється від вищеописаної збагачувальної системи згідно з першим варіантом втілення тим, що система включає єдиний адсорбційний агрегат. У представленому нижче поясненні

збагачувальної системи згідно з третім варіантом втілення опис складових частин, ідентичних першому варіантові втілення пропускається.

Фіг. 6 є блок-схемою для пояснення конфігурації збагачувальної системи для пального газу згідно з третім варіантом втілення. Збагачувальна система S3 (S) включає адсорбційний агрегат U, нагнітач В як засіб подачі вихідного газу, вакуумний насос Р як усмоктувальний засіб та контрольний засіб С. У цій збагачувальній системі S3 складові частини, пов'язані з адсорбційним агрегатом U2 та адсорбційним агрегатом U3, є виключеними з вищеприписаної збагачувальної системи згідно з першим варіантом втілення.

Збагачувальна система S2 включає газоподавальний прохід (d1) для подачі вихідного газу до адсорбційних агрегатів U1 та газовипускний прохід (d2) для випускання решти газу (відхідного газу) після адсорбції пального газу до адсорбента (а), причому газ подається з газоподавальних проходів (d1). Газоподавальний прохід (d1) сполучений з адсорбційним агрегатом U1 включає газоперемикальний клапан подавального проходу 1. Газовипускний прохід (d2), сполучений з адсорбційним агрегатом U1 включає газоперемикальний клапан випускного проходу 3. Крім того, збагачувальна система S3 включає а газозбиральний прохід (d3) для збирання одержаного газу з адсорбційного агрегату U1 у резервуар для продукту Т. Газозбиральний прохід (d3) сполучений з адсорбційним агрегатом U1 включає газоперемикальний клапан збирального проходу 2.

Далі описується робота збагачувальної системи S3 згідно з першим варіантом втілення. Контрольний засіб С, як показано нижче у Таблиці 5, виконує процес адсорбції, процес десорбції, процес вирівнювання тиску та процес підвищення тиску для адсорбційного агрегату U1 під час етапів з першого по третій.

Таблиця 5

етап	1	2	3
адсорбційний агрегат U1	адсорбція	десорбція	підвищення тиску

Таблиця 6

етап	1	2	3
швидкість обертання привідного двигуна (об/хв)	600	1100	600

[Перший етап]

На першому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес адсорбції. Зокрема, контрольний засіб С відкриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1 та газоперемикальний клапан випускного проходу 3 і закриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2. Крім того, контрольний засіб С активізує нагнітач В для подачі вихідного газу через газоподавальний прохід (d1) в адсорбційний агрегат U1 для забезпечення адсорбування пального газу, який міститься у вихідному газі, до адсорбента (а), а також випускання відхідного газу, який є частиною вихідного газу, який подається в адсорбційний агрегат U1 і не адсорбується до адсорбента (а), через випускний прохід (d2) у простір за межами адсорбційного агрегату U1.

Після цього контрольний засіб С змушує газовий датчик 13 визначати, чи є концентрація пального газу, який міститься у відхідному газі, випущеному у випускний прохід d2, вищою за задану концентрацію. Якщо визначена концентрація пального газу є вищою за задану концентрацію, подача вихідного газу до адсорбційного агрегату U1 припиняється, для завершення, таким чином, процесу адсорбції. Тобто, контрольний засіб інтерпретує концентрацію пального газу, визначену у газовипускному проході d2, яка стає вищою за задану концентрацію, як показник досягнення адсорбентом (а) його межі адсорбції, і завершує процес адсорбції.

Контрольний засіб С підтримує роботу вакуумного насоса Р під час здійснення процесу адсорбції. Зокрема, контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес адсорбції на першому етапі, може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. У даному варіанті втілення як показано у Таблиці 6, швидкість обертання привідного двигуна Рb контролюється на рівні 600 об/хв.

[Другий етап]

На другому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес десорбції. Тобто, контрольний засіб С закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1 і газоперемикальний клапан випускного проходу 3 і водночас відкриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2. На другому етапі контрольний засіб С збільшує силу усмоктування вакуумного насоса Р (контролює швидкість обертання привідного двигуна Рb на рівні 1100 об/хв) для скидання таким чином тиску всередині адсорбційного агрегату U1 до тиску, нижчого за атмосферний, для десорбції адсорбованого пального газу з адсорбента (а). Після скидання тиску всередині адсорбційного агрегату U1 до заданого тиску контрольний засіб С закриває газоперемикальний клапан збирального проходу 2 з метою припинення збирання пального газу з адсорбційного агрегату U1.

[Третій етап]

На третьому етапі контрольний засіб С змушує адсорбційний агрегат U1 виконувати процес підвищення тиску. Зокрема, контрольний засіб С відкриває газоперемикальний клапан випускного проходу 3 і закриває газоперемикальний клапан подавального проходу 1 та газоперемикальний клапан збирального проходу 2. Завдяки цьому, кількість повітря (витискувальний газ) вводять через газоперемикальний клапан випускного проходу 3 ззовні в адсорбційний агрегат U1, завдяки чому тиск всередині адсорбційного агрегату U1 збільшується до наближеного до атмосферного тиску, таким чином, щоб могла бути полегшена адсорбція пального газу у процесі адсорбції, який має здійснюватися після цього.

Контрольний засіб С підтримує роботу вакуумного насоса Р під час здійснення процесу підвищення тиску. Зокрема, контрольний засіб С контролює вакуумний насос Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса Р під час здійснення процесу підвищення тиску може бути меншою за силу усмоктування вакуумного насоса Р, коли здійснюється процес десорбції. У даному варіанті втілення як показано у Таблиці 6, швидкість обертання привідного двигуна Рb контролюється на рівні 600 об/хв.

<Інший варіант втілення>

<1>

У попередніх варіантах втілення було пояснено приклади, в яких привідний двигун Рb вакуумного насоса Р працює при фіксованій швидкості обертання (1100 об/хв) під час процесу десорбції. У даному ж разі швидкість обертання привідного двигуна Рb під час процесу десорбції може варіюватися. Наприклад, контрольний засіб С може контролювати роботу вакуумного насоса Р таким чином, що сила усмоктування вакуумного насоса (усмоктувальний засіб) Р на ранній стадії процесу десорбції є більшою за силу усмоктування вакуумного насоса Р на наступному етапі у процесі десорбції. При виконанні такого контролю існує можливість десорбування великої кількості пального газу з адсорбента (а) на ранній стадії процесу десорбції з одночасним зменшенням споживання енергії на наступній стадії процесу десорбції для ефективної десорбції пального газу з адсорбента (а).

<2>

У попередніх варіантах втілення було пояснено приклади, у яких процес адсорбції, процес десорбції та ін. здійснюються в адсорбційних агрегатах U у порядку, показаному в Таблиці 3 та Таблиці 5. Однак порядок черговості виконання процесу адсорбції, процесу десорбції та ін. в адсорбційних агрегатах U може змінюватися за потребою.

<3>

У попередніх варіантах втілення конфігурація збагачувальної системи для пального газу S може змінюватися за потребою. Наприклад, додатково може бути передбачений механізм персорбції для збільшення кількості пального газу, адсорбованого в адсорбційному агрегаті U, шляхом подачі вихідного газу до адсорбційного агрегату U при високому тиску за допомогою насоса або іншого подібного засобу.

Крім того, у попередніх варіантах втілення було пояснено приклади, в яких передбачено єдиний вакуумний насос Р для спільного застосування для усмоктування вмісту кількох адсорбційних агрегатів. У даному ж варіанті вакуумні насоси Р можуть забезпечуватися відповідно для кожного з кількох адсорбційних агрегатів U.

<4>

У попередніх варіантах втілення було пояснено приклади збагачувальних систем, які мають від одного до трьох адсорбційних агрегатів U. У даному ж варіанті збагачувальна система може включати більше чотирьох адсорбційних агрегатів U.

<5>

У попередніх варіантах втілення було показано приклади значень тиску всередині адсорбційного агрегату U, швидкості обертання привідного двигуна P_b вакуумного насоса P і т. ін. Однак ці значення можуть змінюватися за потребою.

Промислова застосовність

5 Даний винахід може застосовуватись у збагачувальній системі для пального газу для подачі вихідного газу, який містить палий газ та повітря, до адсорбційного агрегату, наповненого адсорбентом для вибіркового адсорбування пального газу з метою вибіркової адсорбції та збагачення пального газу.

Опис умовних позначень/номерів

10 а: адсорбент
В: нагнітач (засіб подачі вихідного газу)
С: контрольний засіб
Р: вакуумний насос (усмоктувальний засіб)
Р_а: насос
15 Р_б: привідний двигун
S (S1, S2, S3): збагачувальна система для пального газу
Т: резервуар для продукту
U (U1, U2, U3): адсорбційні агрегати

20 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Збагачувальна система для пального газу, яка включає:

адсорбційний агрегат, заповнений адсорбентом для вибіркового адсорбування пального газу; засіб подачі вихідного газу, здатний подавати вихідний газ, який містить палий газ, в адсорбційний агрегат ззовні;

25 усмоктувальний засіб, який включає насос, здатний усмоктувати газ зсередини адсорбційного агрегату, та привідний двигун для приведення насоса у дію; та контрольний засіб для виконання процесу адсорбції для подачі вихідного газу в адсорбційний агрегат за допомогою засобу подачі вихідного газу для адсорбції пального газу до адсорбенту та процесу десорбції для десорбування пального газу з адсорбенту під дією сили усмоктування усмоктувального засобу після процесу адсорбції та виведення десорбованого пального газу назовні;

яка **відрізняється** тим, що вказана система включає множину адсорбційних агрегатів;

35 при цьому вказаний усмоктувальний засіб виконаний з можливістю усмоктування вмісту внутрішньої частини множини адсорбційних агрегатів;

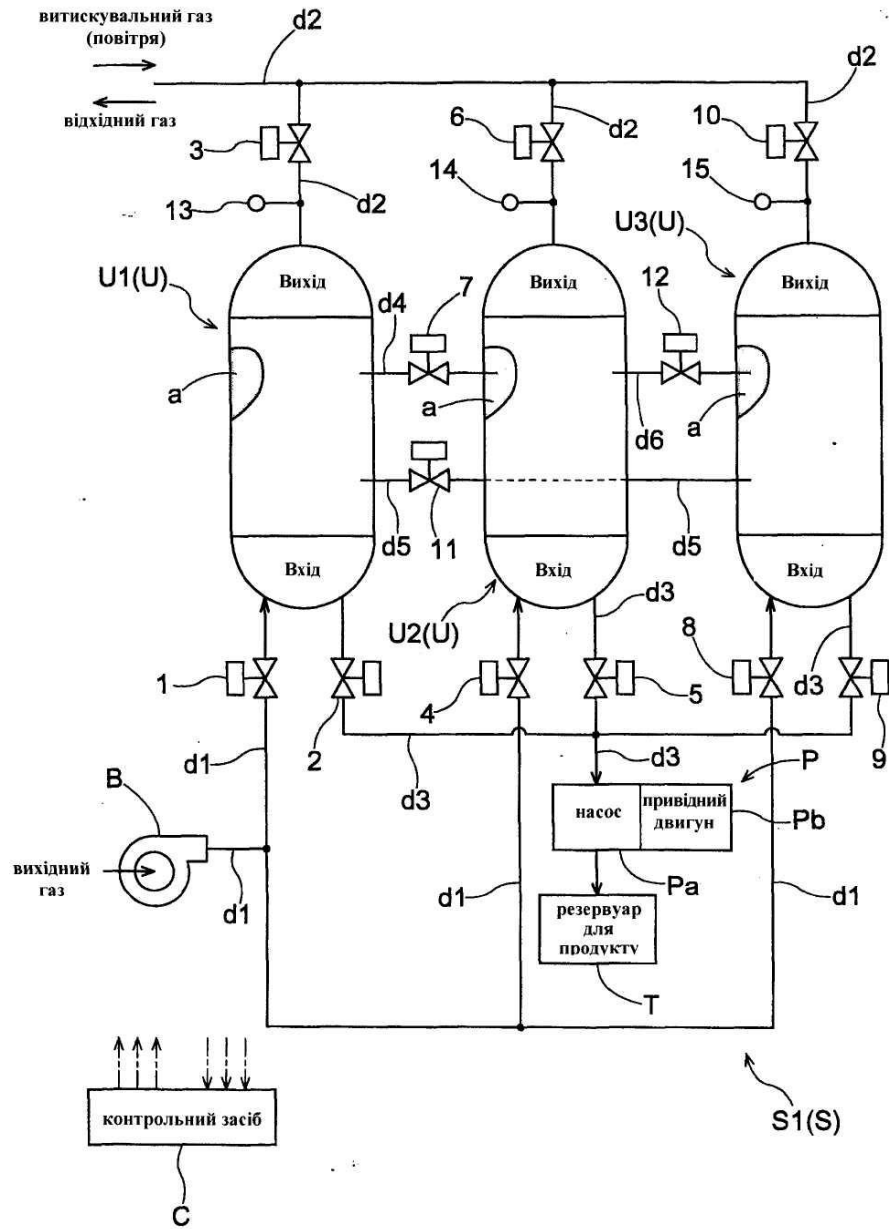
причому для процесу адсорбції контрольний засіб виконаний з можливістю розпізнавання чи концентрації пального газу, визначена у газовипускному проході адсорбційного агрегату, перевищує задану концентрацію, як показник того, що адсорбент досяг межі адсорбції для завершення процесу адсорбції;

40 для процесу десорбції контрольний засіб виконаний з можливістю відстеження внутрішнього тиску адсорбційного агрегату для завершення процесу десорбції адсорбційного агрегату, коли тиск всередині адсорбційного агрегату скидається до заданого тиску;

при цьому контрольний засіб виконаний з можливістю здійснення, додатково до процесу адсорбції та процесу десорбції, процесу вирівнювання тиску для вирівнювання тиску всередині одного з множини адсорбційних агрегатів після виконання в ньому процесу адсорбції з тиском всередині іншого з множини адсорбційних агрегатів після виконання в ньому процесу десорбції шляхом установлення сполучення між внутрішньою частиною одного адсорбційного агрегату та внутрішньою частиною вищезгаданого іншого адсорбційного агрегату через сполучний прохід; і, крім того, контрольний засіб виконаний з можливістю встановлення сили усмоктування усмоктувального засобу шляхом регулювання швидкості обертання привідного двигуна за допомогою технології інвертерного контролю, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу, коли процес десорбції не здійснюється в будь-якому з адсорбційних агрегатів і здійснюється процес вирівнювання тиску, є меншою за силу усмоктування усмоктувального засобу, коли здійснюється процес десорбції.

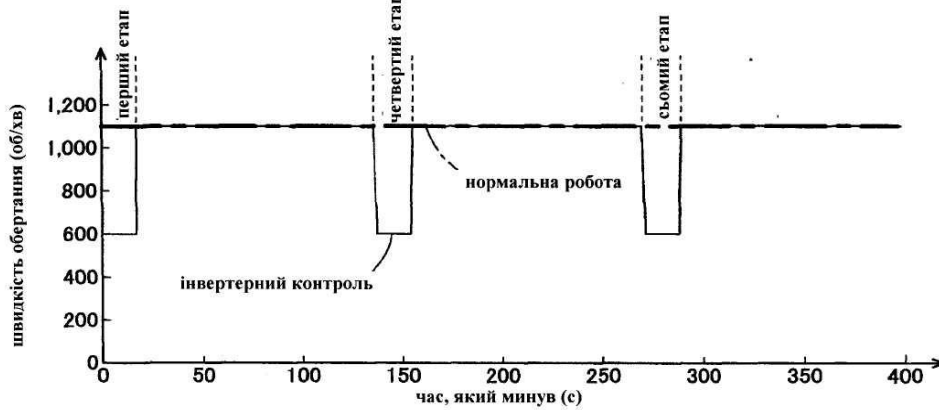
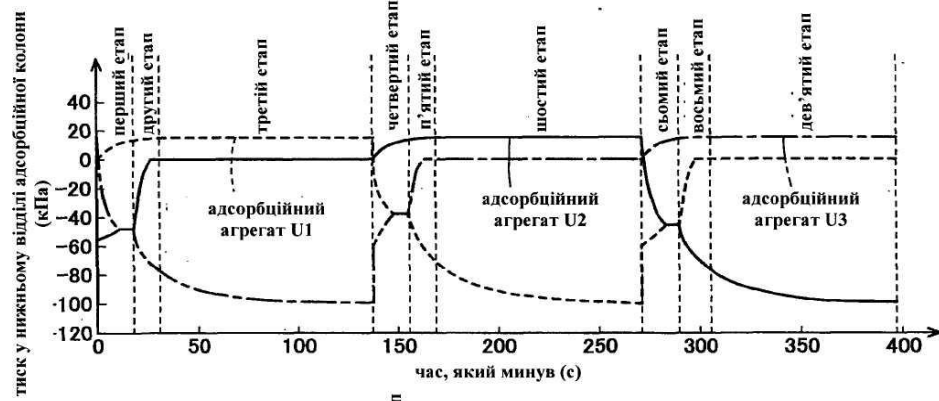
55 2. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що контрольний засіб виконаний з можливістю забезпечення роботи усмоктувального засобу, таким чином, що сила усмоктування усмоктувального засобу на ранній стадії процесу десорбції є вищою за силу усмоктування на наступній стадії процесу десорбції.

60

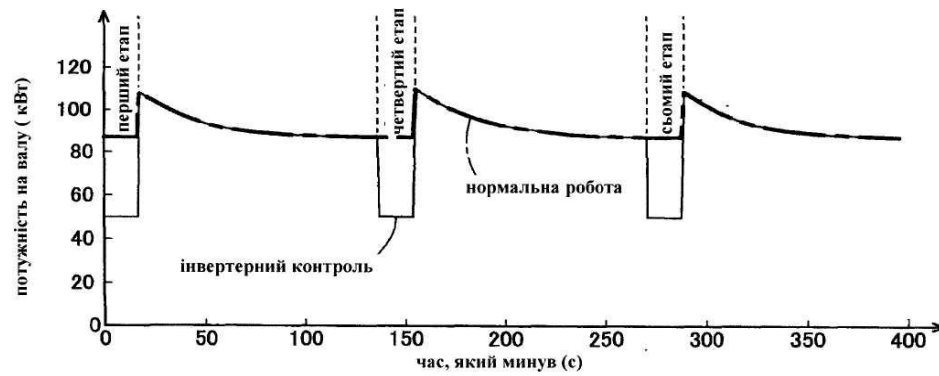


ФІГ. 1

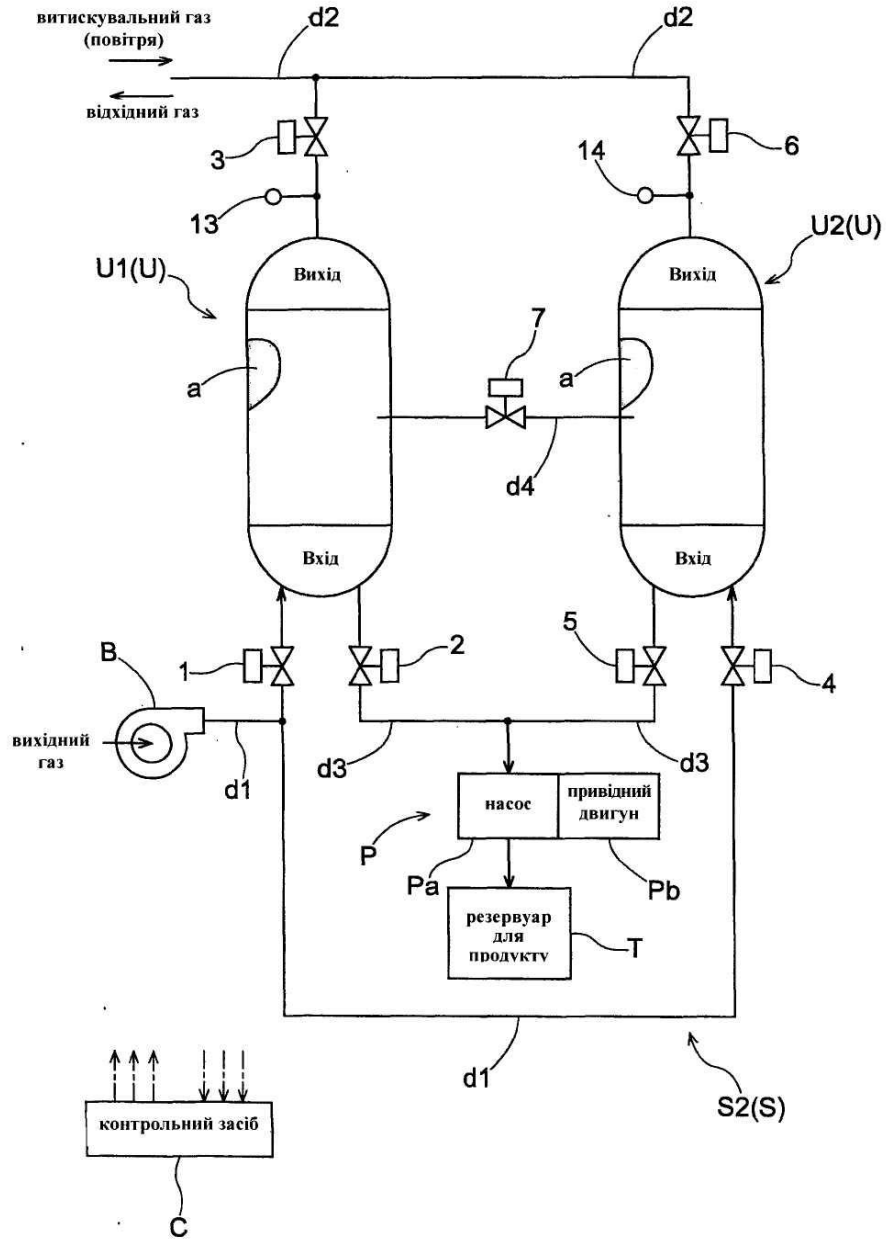
ФІГ. 2



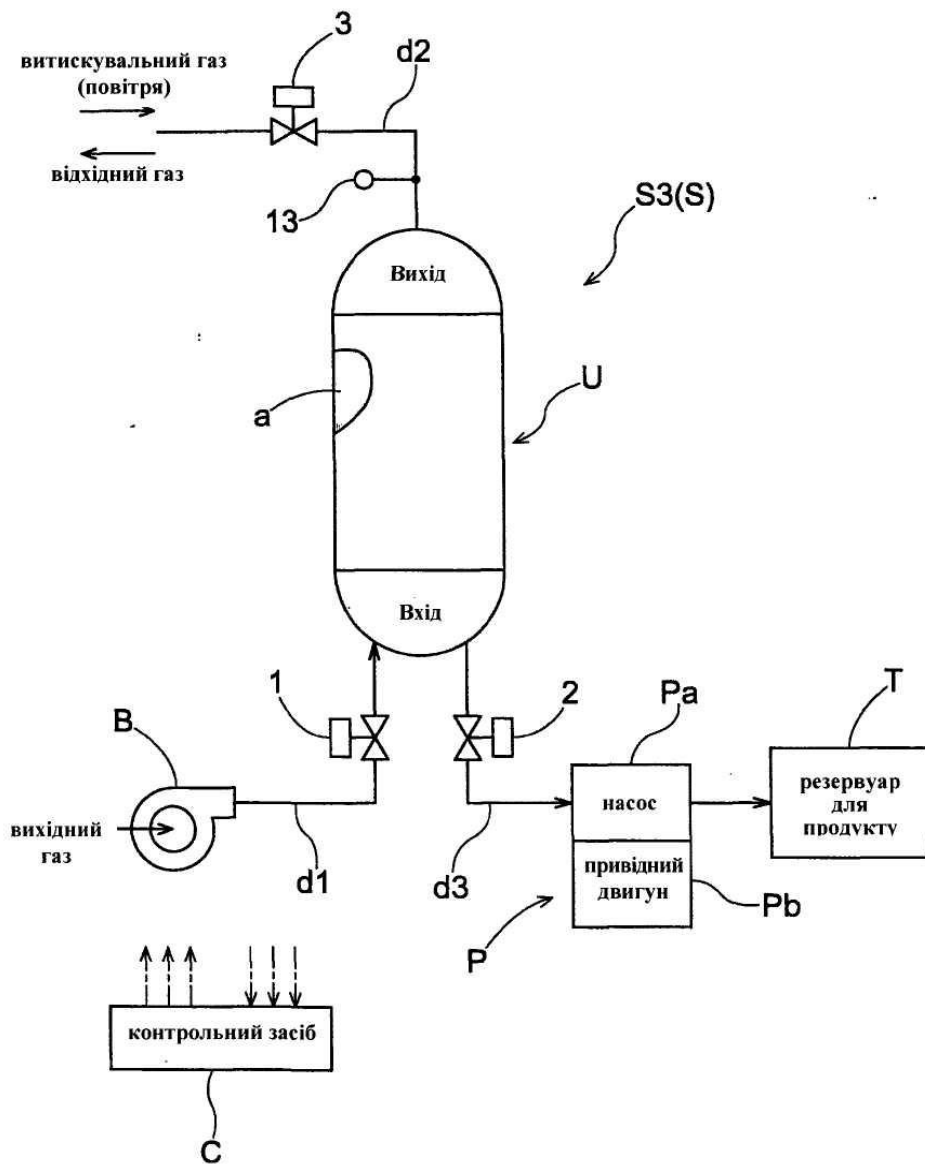
ФІГ. 3



ФІГ. 4



ФІГ. 5



ФІГ. 6

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601