

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 926**

51 Int. Cl.:

B01D 53/04 (2006.01)

B01D 53/047 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

B01J 20/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06251844 .4**

96 Fecha de presentación: **31.03.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1710008**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.10.2006**

54 Título: **CONTROL DE REGENERACIÓN DE SISTEMAS HÍBRIDOS PSA/TSA (ADSORCIÓN POR VARIACIÓN DE TEMPERATURA/ADSORCIÓN POR VARIACIÓN DE PRESIÓN).**

30 Prioridad:
08.04.2005 US 101789

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.01.2012

73 Titular/es:
**AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.
7201 HAMILTON BOULEVARD
ALLENTOWN, PA 18195-1501, US**

72 Inventor/es:
**Schmidt, William Paul;
Zwilling, Daniel Patrick;
Wright, Andrew David;
Kalbassi, Mohammad Ali y
Raiswell, Christopher James**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 371 926 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Control de regeneración de sistemas híbridos PSA/TSA (adsorción por variación de temperatura/adsorción por variación de presión).

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento de adsorción para retirar agua y dióxido de carbono (CO₂) de un gas de alimentación que usa un híbrido de variación de temperatura (es decir, TSA) y variación de presión (PSA) para regenerar el adsorbente. Más específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento en el que:

10

(a) el procedimiento emplea un recipiente de adsorción que tiene un orificio de alimentación para introducir el gas de alimentación y un orificio de producto para extraer el gas producto;

15

(b) ubicada adyacente al orificio de alimentación hay una zona de retirada de agua que contiene un adsorbente selectivo de agua (especialmente alúmina activada o gel de sílice) para adsorber el agua del gas de alimentación;

(c) ubicada entre la zona de retirada de agua y el orificio de producto hay una zona de retirada de CO₂ que contiene un adsorbente selectivo de CO₂ (especialmente un tamiz molecular) para adsorber el CO₂ del gas de alimentación;

20

(d) el procedimiento alterna entre una secuencia de adsorción y una secuencia de regeneración;

(e) durante la secuencia de adsorción:

25

(i) el gas de alimentación se hace pasar a través del recipiente comenzando en el orificio de alimentación;

(ii) al menos una parte del adsorbente selectivo de agua se satura con agua;

(iii) al menos una parte del adsorbente selectivo de CO₂ se satura con CO₂; y

(iv) el gas producto se extrae desde el orificio de producto;

(f) durante la secuencia de regeneración:

30

(i) el recipiente se despresuriza a una presión menor;

(ii) comenzando en el orificio de producto, un gas de regeneración calefactor se hace pasar a través del recipiente que proporciona una cantidad de calor de regeneración como un impulso calórico para desorber (es decir, mediante variación de temperatura) sustancialmente todo el CO₂ adsorbido durante la secuencia de adsorción y una parte (pero no toda la parte) del agua adsorbida durante la secuencia de adsorción; y

35

(iii) comenzando en el orificio de producto, un gas de regeneración refrigerante se hace pasar a través del recipiente para desorber (es decir, mediante variación de presión) la mayoría o sustancialmente todo el agua restante adsorbida durante la secuencia de adsorción; y

(iv) el recipiente se presuriza con gas de alimentación para preparar el recipiente para su próxima secuencia de adsorción.

40

Se enseña el procedimiento TSA/PSA "híbrido" anterior (de aquí en adelante el procedimiento híbrido). Véase en particular el documento US-A-6.599.347 por Kalbassi *et al.* (de aquí en adelante "Kalbassi") que enseña el procedimiento híbrido en el contexto de un recipiente vertical de adsorción en el que el orificio de alimentación está ubicado en el fondo del recipiente y el gas de alimentación fluye hacia arriba antes de alcanzar el orificio de producto ubicado en la parte superior del recipiente.

45

Una cuestión clave en el procedimiento híbrido es calcular con precisión la cantidad de calor que necesita proporcionarse por el gas de regeneración calefactor en la (f)(ii) anterior de modo que no se malgaste energía calentando el gas de regeneración más allá de lo necesario. Como puede apreciarse por un experto en la técnica, el calor proporcionado por el gas de regeneración calefactor debe ser suficiente para conducir el impulso de calor resultante a través de la zona de retirada de CO₂ de manera que desaparezca en una ubicación (de aquí en adelante, la ubicación de diseño) dentro de la zona de retirada de agua que esté lo suficientemente lejos como para haber regenerado una parte significativa de la zona de retirada de agua (es decir, mediante variación de temperatura), pero no demasiado lejos en la zona de retirada de agua de modo que la capacidad del gas de regeneración refrigerante para completar la regeneración de la zona de retirada de agua (es decir, mediante variación de presión) no se utilice completamente. Dicho de otro modo, la ubicación de diseño corresponde a la ubicación dentro de la zona de retirada de agua en la que ocurre la transición desde la regeneración mediante variación de temperatura, a la regeneración mediante variación de presión.

50

55

60

Kalbassi trata esta cuestión clave en el procedimiento híbrido ajustando la cantidad de calor que va que va a proporcionarse por el gas de regeneración calentado como una función del contenido en agua del gas de alimentación. Al contrario que establecer una cantidad fija de calor basándose en las condiciones ambientales más adversas que probablemente se producirán, esto proporciona ahorros de energía significativos. Kalbassi es una solución incompleta, sin embargo, con respecto a la presente invención porque, a diferencia de la presente invención, el ajuste de Kalbassi de la cantidad necesaria de calor no tiene en cuenta datos de temperatura durante la

65

5 secuencia de regeneración y particularmente datos de temperatura tomados en el interior de una parte estratégica (la parte estratégica) de la zona de retirada de agua que se centra alrededor de la ubicación de diseño. Estos datos de temperatura permiten medir la ubicación real en la que desaparece el impulso de calor y concilian cualquier discrepancia con la ubicación de diseño ajustando apropiadamente la cantidad de calor que va que va a proporcionarse en la próxima secuencia de regeneración. La capacidad de afinar el ajuste del calor proporcionado de un ciclo a otro de esta manera incrementa adicionalmente el ahorro de energía en Kalbassi.

10 En general, la parte estratégica podría ser cualquier parte de la zona de retirada de agua distinta de la de los bordes o cerca de ellos, puesto que, como puede apreciarse por un experto en la técnica, los bordes de la zona de retirada de agua no son ubicaciones de diseño prácticas para que el impulso de calor desaparezca en un procedimiento híbrido debido al riesgo de contaminación de agua del adsorbente de CO₂. En particular, si la ubicación de diseño se encuentra cerca del borde de la zona de retirada de agua adyacente a la zona de retirada de CO₂, esto significa que una pequeña extensión, en caso de haber, de la zona de retirada de agua se regenera mediante variación de temperatura; de manera similar, si la ubicación de diseño se encuentra cerca del borde de la zona de retirada de agua en la que se introduce el gas de alimentación, esto significa que una pequeña extensión, en caso de haber, del recipiente de la zona de retirada de agua se regenera mediante variación de presión. Para ser más preciso, si se pensara en el adsorbente selectivo de agua contenido en la zona de retirada de agua como en 10 capas de igual espesor (con la capa 1 comenzando al final de la zona de retirada de agua adyacente al orificio de alimentación y avanzando secuencialmente hasta la capa 10, siendo la capa 10 adyacente a la zona de retirada de CO₂), la parte estratégica comprendería 3-4 capas consecutivas cualquiera entre (e incluyendo) las capas 2 a 9. Dado que la ubicación de diseño para que el impulso de calor desaparezca en un sistema híbrido habitual está normalmente en algún lugar entre las capas 6 y 9, se deduce que la parte estratégica comprenderá habitualmente las capas 6 a 9.

25 El documento US-A-6.402.809 (2002) por Monereau *et al.* asignado a L' Air Liquide también enseña el procedimiento híbrido al que antes se ha hecho referencia. Monereau enseña además a controlar la temperatura del gas de regeneración dependiendo de las condiciones de operación que incluyen el "perfil térmico de la salida frontal de calor mediante el [adsorbedor] al final de la regeneración". O, como se enseñó más particularmente en la columna 5, línea 5 de Monereau, la temperatura del gas de regeneración se controla según el perfil térmico a medida que el "frente de calor abandona [la zona de retirada de agua]". Por consiguiente los datos de temperatura se toman en el borde de la zona de retirada de agua correspondiente a la capa 1 en la definición de la presente invención de la zona de retirada de agua. Como se analizó previamente, esto va en contra de lo enseñado en la presente invención. En particular, una ubicación tal significa que se utiliza una pequeña medida, en caso de haber, de la capacidad para completar la regeneración de la variación de presión del recipiente de la zona de retirada de agua, y consecuentemente el gas de regeneración se calienta más de lo necesario.

35 El documento US-A-4.541.851 (1985; correspondiente al documento EP-A-0118349) por Bosquain *et al.* asignado a L'Air Liquide enseña el uso de un lecho de adsorción radial en el procedimiento híbrido al que se hizo referencia anteriormente en el que el orificio de alimentación distribuye el gas de alimentación en el exterior del recipiente de adsorción, y el gas de alimentación fluye radialmente hacia dentro (primero a través de la zona de retirada de agua y después a través de la zona de retirada de CO₂ como en Kalbassi) antes de alcanzar el orificio de producto ubicado en el interior del recipiente. Para tratar la sensibilidad de esta geometría a las cuestiones de esfuerzos mecánicos asociadas con la fluctuación de temperatura entre las secuencias de adsorción y regeneración, Bosquain enseña el uso de un sensor de temperatura dispuesto muy cerca del enrejado externo en el extremo de alimentación de la zona de retirada de agua (es decir, correspondiendo de nuevo a la capa 1 en la definición de la presente invención de la zona de retirada de agua) para evitar que el impulso de calor generado durante la regeneración alcance este enrejado externo. En particular, Bosquain da a conocer un recipiente de adsorción que comprende un contenedor con dos capas adsorbentes coaxiales en forma de manguitos que se retienen por tres enrejados cilíndricos. El enrejado intermedio es axialmente rígido y radialmente flexible mientras que los enrejados más interiores y más exteriores son axialmente flexibles y radialmente rígidos. El gas de alimentación pasa radialmente a través de los manguitos y cuando se van a retirar el agua y el CO₂, la dirección de flujo es tal que el gas de alimentación primero entra en contacto con la capa que adsorbe el agua y luego con la capa que adsorbe el CO₂. Se establece que, en la práctica, el calentamiento del gas de regeneración se para cuando el frente de calor sustancialmente alcanza el lecho que adsorbe el agua.

55 El documento FR-A-2617059 (1988) da a conocer la regeneración de un lecho adsorbente para deshidratar un gas en el que el gas de regeneración se hace pasar en la misma dirección que la alimentación y se calienta sólo hasta que la temperatura de lecho excede un valor predeterminado en una ubicación predeterminada, por lo que el calor almacenado en la zona adsorbente regenerado por el gas de regeneración calentado se emplea para regenerar el adsorbente en la siguiente zona.

60 El documento US-A-4.832.711 (1989) por Christel *et al.* asignado a Pall Corporation enseña el uso de un adsorbente para adsorber agua a partir de un gas de alimentación en el que, para conservar el calor generado por la secuencia de adsorción para su uso en el calentamiento del gas de regeneración, el avance del impulso de calor a través del adsorbente se mide durante la secuencia de adsorción para permitir que la secuencia sea discontinua antes de que el impulso de calor resultante abandone el extremo de producto del lecho. En una realización a modo de ejemplo, se

usa energía microondas para regenerar el adsorbente y hay referencias generales para controlar el ciclo de regeneración de calor en respuesta a la temperatura de lecho. Por consiguiente, el problema tratado por la presente invención (es decir, determinar con precisión la cantidad de calor externo que necesita proporcionarse durante la regeneración) no es una cuestión en Christel.

5 El documento EP-A-0766989 (1997; correspondiente al documento US-A-5614000) da a conocer la regeneración de un único lecho adsorbente para retirar agua mediante adsorción en una parte del lecho aguas arriba (con respecto a la dirección de alimentación) y CO₂ mediante adsorción en una parte del lecho aguas abajo (con respecto a la dirección de alimentación). El gas regenerante entra en contacto con el adsorbente en una dirección a
10 contracorriente de la dirección de alimentación durante un tiempo para producir un impulso de calor que cese antes de que el impulso de calor llegue a dicha parte aguas arriba, por lo que el CO₂ se desorbe de la parte aguas abajo mediante adsorción por variación de temperatura mientras que al mismo tiempo el agua se desorbe de la parte aguas arriba mediante adsorción por variación de presión.

15 El documento EP-A-0815920 (1998; correspondiente al documento US-A-5766311) da a conocer la regeneración de un lecho adsorbente doble para retirar agua y CO₂ de un gas de alimentación en un procedimiento de adsorción por variación térmica usando múltiples impulsos térmicos para regenerar las zonas de adsorción respectivas.

20 El documento US-A-5.855.650 (1999; correspondiente al documento EP-A-0901807) da a conocer la regeneración de un lecho adsorbente doble para retirar agua y CO₂ de un gas de alimentación en el que el gas regenerante entra en contacto con el adsorbente durante un periodo tal que el calor añadido al gas regenerante no es más del 90% del calor de adsorción liberado durante la adsorción y después el gas regenerante continua para pasar a un estado no calentado para completar la regeneración. Por tanto, el impulso de calor durante la regeneración no penetra a través de toda la capa que adsorbe el agua, sino que se disipa completamente para retirar agua y dióxido de carbono
25 suficientes, de modo que la regeneración restante pueda producirse mediante el flujo continuo de gas de regeneración no calentado.

30 El documento EP-A-1226860 (2002; correspondiente al documento US-A-6599347) da a conocer el funcionamiento de un procedimiento de adsorción por variación térmica para retirar agua y dióxido de carbono de un gas de alimentación mediante la determinación de un parámetro relacionado con el contenido en agua del gas de alimentación, la selección de las condiciones de procedimiento para la regeneración mediante el calentamiento basándose en el parámetro y la modificación de las condiciones del procedimiento de regeneración para concordar con las condiciones de procedimiento seleccionadas para la regeneración. En la realización a modo de ejemplo, el gas de alimentación se hace pasar a través de un adsorbente selectivo de agua y después a través de un
35 adsorbente selectivo de CO₂ y los adsorbentes se regeneran haciendo pasar un flujo calentado de gas regenerante a través del adsorbente selectivo de CO₂, por lo que un impulso de calor pasa a través del adsorbente selectivo de CO₂, y después, por ejemplo, a medida que el impulso de calor pasa al adsorbente selectivo de agua, haciendo pasar un flujo no calentado del gas regenerante al adsorbente selectivo de CO₂ para desplazar el impulso de calor más allá a través del adsorbente selectivo de agua. El caudal y/o temperatura del gas de regeneración se modifica
40 en respuesta al contenido en agua del gas de alimentación medido de forma continua o periódica para compensar los cambios en el contenido de agua.

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

45 La presente invención es un esquema de control mejorado para un procedimiento de adsorción que retira agua y dióxido de carbono (CO₂) de un gas de alimentación usando un híbrido de variación de temperatura (es decir, TSA) y variación de presión (PSA) para regenerar el adsorbente. El esquema de control comprende ajustar la cantidad de calor que va que va a proporcionarse por el gas de regeneración como una función de datos de temperatura tomados en el interior de una parte estratégica de la zona de adsorbente selectivo de agua. La parte estratégica
50 corresponde a la ubicación para la transición deseada desde la regeneración mediante variación de temperatura, hasta la regeneración mediante variación de presión. En una realización preferida de la presente invención, dicha cantidad de calor de regeneración también se ajusta como una función del contenido en agua del gas de alimentación.

55 Por consiguiente, la invención proporciona un procedimiento de adsorción para retirar agua y CO₂ de un gas de alimentación en el que:

- (a) el procedimiento emplea un recipiente de adsorción que tiene un orificio de alimentación para introducir el gas de alimentación y un orificio de producto para extraer el gas producto;
- 60 (b) ubicada adyacente al orificio de alimentación hay una zona de retirada de agua que contiene un adsorbente selectivo de agua para adsorber el agua del gas de alimentación;
- (c) ubicada entre la zona de retirada de agua y el orificio de producto hay una zona de retirada de CO₂ que contiene un adsorbente selectivo de CO₂ para adsorber el CO₂ del gas de alimentación;
- (d) el procedimiento alterna entre una secuencia de adsorción y una secuencia de regeneración;
- 65 (e) durante la secuencia de adsorción:

- (i) el gas de alimentación se hace pasar a través del recipiente comenzando en el orificio de alimentación;
 (ii) al menos una parte del adsorbente selectivo de agua se satura con agua;
 (iii) al menos una parte del adsorbente selectivo de CO₂ se satura con CO₂; y
 (iv) el gas producto se extrae desde el orificio de producto;

(f) durante la secuencia de regeneración:

- (i) el recipiente se despresuriza a una presión menor;

(ii) comenzando en el orificio de producto, un gas de regeneración calefactor se hace pasar a través del recipiente que proporciona una cantidad de calor de regeneración como un impulso calórico para desorber sustancialmente todo el CO₂ adsorbido durante la secuencia de adsorción y sólo una parte del agua adsorbida durante la secuencia de adsorción; y

(iii) comenzando en el orificio de producto, un gas de regeneración refrigerante se hace pasar a través del recipiente para desorber la mayoría o sustancialmente todo el agua restante adsorbida durante la secuencia de adsorción; y

- (iv) el recipiente se presuriza con gas de alimentación para preparar el recipiente para su próxima secuencia de adsorción;

caracterizado porque, considerando que el adsorbente selectivo de agua contenido en la zona de retirada de agua consiste en diez capas teóricas de igual espesor, con la capa 1 comenzando al final de la zona de retirada de agua adyacente al orificio de gas de alimentación y las capas avanzando secuencialmente hasta la capa 10 al final de la zona de retirada de agua que es adyacente a la zona de retirada de CO₂, la cantidad de calor de regeneración para la próxima secuencia de regeneración se ajusta como una función de datos de temperatura tomados dentro de una "parte estratégica" de la zona de adsorbente selectivo de agua que comprende 3-4 capas consecutivas cualquiera entre, e incluyendo, las capas 2 a 9 de manera que el impulso de calor desaparece dentro de dicha parte estratégica.

Lo siguiente es una descripción a modo de ejemplo únicamente y con referencia a la figura 1 de una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Con referencia a la figura 1, la presente invención se refiere a un procedimiento de adsorción para retirar agua y CO₂ de un gas (12) de alimentación en el que:

- (a) el procedimiento emplea un recipiente (14) de adsorción que tiene un orificio (16) de alimentación para introducir el gas de alimentación y un orificio (18) de producto para extraer el gas (20) producto;
 (b) ubicada adyacente al orificio de alimentación hay una zona (22) de retirada de agua que contiene un adsorbente selectivo de agua para adsorber el agua del gas de alimentación;
 (c) ubicada entre la zona de retirada de agua y el orificio de producto hay una zona (24) de retirada de CO₂ que contiene un adsorbente selectivo de CO₂ para adsorber el CO₂ del gas de alimentación;
 (d) el procedimiento alterna entre una secuencia de adsorción y una secuencia de regeneración;
 (e) durante la secuencia de adsorción:

- (i) el gas de alimentación se hace pasar a través del recipiente comenzando en el orificio de alimentación;
 (ii) al menos una parte del adsorbente selectivo de agua se satura con agua;
 (iii) al menos una parte del adsorbente selectivo de CO₂ se satura con CO₂; y
 (iv) el gas producto se extrae desde el orificio de producto;

(f) durante la secuencia de regeneración:

- (i) el recipiente se despresuriza a una presión menor;

(ii) comenzando en el orificio de producto, un gas de regeneración calefactor se hace pasar a través del recipiente que proporciona una cantidad de calor de regeneración como un impulso calórico para desorber sustancialmente todo el CO₂ adsorbido durante la secuencia de adsorción y una parte del agua adsorbida durante la secuencia de adsorción; y

(iii) comenzando en el orificio de producto, un gas de regeneración refrigerante se hace pasar a través del recipiente para desorber la mayoría o sustancialmente todo el agua restante adsorbida durante la secuencia de adsorción; y

- (iv) el recipiente se presuriza con gas de alimentación para preparar el recipiente para su próxima secuencia de adsorción.

5 La presente invención es más particularmente una mejora del procedimiento anterior que comprende ajustar la cantidad de calor de regeneración a la que se ha hecho referencia en (f)(ii) para la próxima secuencia de regeneración como una función de datos de temperatura tomados dentro de una parte estratégica de la zona de adsorbente selectivo de agua que, como se analizó previamente, corresponde a la ubicación de diseño para que el impulso de calor desaparezca y que, si el adsorbente selectivo de agua contenido en la zona de retirada de agua se considera teóricamente como que consiste en diez capas de igual espesor, con la capa 1 comenzando al final de la zona de retirada de agua adyacente al orificio de gas de alimentación y las capas avanzando secuencialmente hasta la capa 10 al final de la zona de retirada de agua que es adyacente a la zona de retirada de CO₂, comprende 3-4 capas consecutivas cualquiera entre (e incluyendo) las capas 2 a 9, pero más habitualmente, comprendería las capas 6 a 9 como se muestra en la parte sombreada con rayas de la zona de retirada de agua en la figura 1.

10 En otra realización de la presente invención, los datos de temperatura se obtienen de dos ubicaciones dentro de la parte estratégica, concretamente de una ubicación en la capa 9, y de una ubicación en la capa 6.

15 En otra realización de la presente invención, la cantidad de calor que proporcionará el gas de regeneración calentado se ajusta también como una función del contenido en agua del gas de alimentación (es decir, como se enseña en Kalbassi).

20 En otra realización de la presente invención, el gas de alimentación es aire.

En otra realización de la presente invención, el gas producto se alimenta a una unidad de separación de aire criogénica y se separa en sus componentes constitutivos.

25 En otra realización de la presente invención, el adsorbente selectivo de agua es alúmina activada.

En otra realización de la presente invención, el adsorbente selectivo de agua es gel de sílice.

En otra realización de la presente invención, el adsorbente selectivo de CO₂ es un tamiz molecular.

30 En otra realización de la presente invención, el gas de alimentación es gas natural.

En otra realización de la presente invención, el gas de alimentación es un gas de síntesis que comprende monóxido de carbono e hidrógeno.

35 La realización de la presente invención mostrada en la figura 1 emplea un recipiente de flujo vertical en el que (tal como se enseña en Kalbassi) en el que el orificio (16) de alimentación se ubica en el fondo del recipiente de adsorción y el gas (12) de alimentación fluye hacia arriba a través del recipiente de adsorción antes de alcanzar el orificio (18) de producto ubicado en la parte superior del recipiente de adsorción. Alternativamente, la presente invención podría emplear un recipiente de flujo radial (tal como se enseña en Bosquain) en el que el orificio de alimentación distribuye el gas de alimentación al exterior del recipiente de adsorción, y el gas de alimentación fluye radialmente a través del recipiente de adsorción (primero a través de la zona de retirada de agua y luego a través de la zona de retirada de CO₂ como en Kalbassi) antes de alcanzar el orificio de producto ubicado en el interior del recipiente de adsorción.

40

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de adsorción para retirar agua y CO₂ de un gas (12) de alimentación en el que:

- 5 (a) el procedimiento emplea un recipiente (14) de adsorción que tiene un orificio (16) de alimentación para introducir el gas (12) de alimentación y un orificio (18) de producto para extraer el gas producto;
 (b) ubicada adyacente al orificio (16) de alimentación hay una zona (22) de retirada de agua que contiene un adsorbente selectivo de agua para adsorber el agua del gas (12) de alimentación;
 10 (c) ubicada entre la zona (22) de retirada de agua y el orificio (18) de producto hay una zona (24) de retirada de CO₂ que contiene un adsorbente selectivo de CO₂ para adsorber el CO₂ del gas (12) de alimentación;
 (d) el procedimiento alterna entre una secuencia de adsorción y una secuencia de regeneración;
 (e) durante la secuencia de adsorción:

- 15 (i) el gas (12) de alimentación se hace pasar a través del recipiente (14) comenzando en el orificio (16) de alimentación;
 (ii) al menos una parte del adsorbente selectivo de agua se satura con agua;
 (iii) al menos una parte del adsorbente selectivo de CO₂ se satura con CO₂; y
 (iv) el gas (20) producto se extrae desde el orificio (18) de producto;

20 (f) durante la secuencia de regeneración:

- (i) el recipiente (14) se despresuriza a una presión menor;
 (ii) comenzando en el orificio (18) de producto, un gas de regeneración calefactor se hace pasar a través del recipiente (14) que proporciona una cantidad de calor de regeneración como un impulso calórico para desorber sustancialmente todo el CO₂ adsorbido durante la secuencia de adsorción y sólo una parte del agua adsorbida durante la secuencia de adsorción; y
 25 (iii) comenzando en el orificio (18) de producto, un gas de regeneración refrigerante se hace pasar a través del recipiente (14) para desorber la mayoría o sustancialmente todo el agua restante adsorbida durante la secuencia de adsorción; y
 30 (iv) el recipiente (14) se presuriza con gas (12) de alimentación para preparar el recipiente para su próxima secuencia de adsorción;

caracterizado porque considerando que el adsorbente selectivo de agua contenido en la zona (22) de retirada de agua consiste en diez capas (1 - 10) teóricas de igual espesor, con la capa 1 comenzando al final de la zona (22) de retirada de agua adyacente al orificio (16) de gas de alimentación y las capas avanzando secuencialmente hasta la capa 10 al final de la zona (22) de retirada de agua que es adyacente a la zona (24) de retirada de CO₂, la cantidad de calor de regeneración para la próxima secuencia de regeneración se ajusta como una función de datos de temperatura tomados dentro de una "parte estratégica" de la zona de adsorbente selectivo de agua que comprende 3-4 capas consecutivas cualquiera entre, e incluyendo, las capas 2 a 9 de manera que el impulso de calor desaparece dentro de dicha parte estratégica.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la parte estratégica comprende las capas 6 a 9.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que los datos de temperatura se obtienen a partir de una ubicación en la capa 9 y a partir de una ubicación en la capa 6.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cantidad de calor que va a proporcionarse por el gas de regeneración calentado también se ajusta como una función del contenido en agua del gas (12) de alimentación.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el gas (12) de alimentación es aire.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el gas (20) producto se alimenta a una unidad de separación de aire criogénica y se separa en sus componentes constitutivos.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el gas (12) de alimentación es gas natural.

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el gas (12) de alimentación es un gas de síntesis que comprende monóxido de carbono e hidrógeno.

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el adsorbente selectivo de agua es alúmina activada.

65

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el adsorbente selectivo de agua es gel de sílice.
- 5 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el adsorbente selectivo de CO₂ es un tamiz molecular.
- 10 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recipiente (14) de adsorción es un recipiente de flujo vertical en el que el orificio (16) de alimentación está ubicado en el fondo del recipiente (14) de adsorción y el gas (12) de alimentación fluye hacia arriba a través del recipiente de adsorción antes de alcanzar el orificio (18) de producto ubicado en la parte superior del recipiente de adsorción.
- 15 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el recipiente de adsorción es un recipiente de flujo radial en el que el orificio de alimentación distribuye el gas de alimentación en el exterior del recipiente de adsorción, y el gas de alimentación fluye radialmente a través del recipiente de adsorción antes de alcanzar el orificio de producto ubicado en el exterior del recipiente de adsorción.

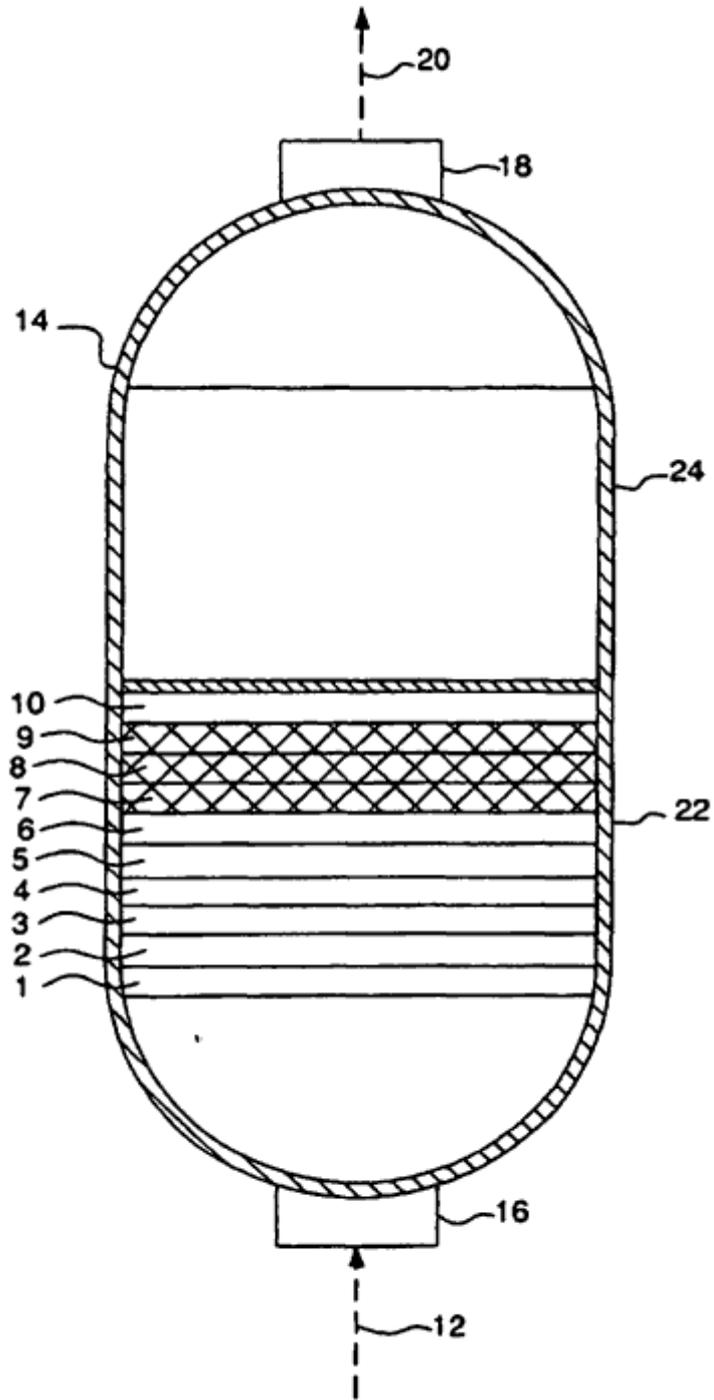


Figura 1