

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 732**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/053** (2006.01)

**B01D 53/047** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2011 PCT/EP2011/004969**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012 WO12048814**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2011 E 11770051 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2627431**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la adsorción por oscilación de vacío-presión con almacenamiento intermedio**

30 Prioridad:

**16.10.2010 DE 102010048774**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**17.07.2017**

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Klosterhofstrasse 1  
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**GRAHL, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 624 732 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

Procedimiento y dispositivo para la adsorción por oscilación de vacío-presión con almacenamiento intermedio

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la descomposición por adsorción de una mezcla de gases por medio de un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión, en el que la mezcla de gases que va a descomponerse se comprime antes del suministro al proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión por medio de al menos un compresor hasta la presión de adsorción y en el que la regeneración del o de los adsorbedores tiene lugar por medio de al menos una bomba de vacío.
- 10 Además, la invención se refiere a un dispositivo para realizar un procedimiento para la descomposición por adsorción de una mezcla de gases por medio de un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión, que presenta al menos un compresor, al menos un adsorbedor y al menos una bomba de vacío.
- 15 Por el estado de la técnica se conocen suficientemente procesos de adsorción por oscilación de vacío-presión o procesos de VPSA. Se diferencian de los procesos de adsorción por oscilación de presión o procesos de PSA porque la regeneración de un adsorbedor cargado tiene lugar a una presión subatmosférica. Para alcanzar ésta, los adsorbedores que deben regenerarse se regeneran por medio de una bomba de vacío. La presión de desorción se encuentra habitualmente entre 100 y 500 mbara. La adsorción tiene lugar en la mayoría de los casos a presión excesiva. Por este motivo, por regla general está previsto un compresor, que comprime la mezcla de gases que va a descomponerse antes del suministro al proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión hasta la presión de adsorción deseada.
- 20 Las ventajas de los procesos de adsorción por oscilación de vacío-presión con respecto a los procesos de adsorción por oscilación de presión convencionales consisten en que se alcanzan mayores rendimientos y una menor demanda de energía. Sin embargo, estas ventajas se consiguen previendo una bomba de vacío, de lo que resulta un aumento de los costes de inversión de los procesos de VPSA con respecto a los procesos de PSA, en particular en instalaciones pequeñas.
- 25 Durante un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión hay habitualmente etapas de procedimiento, como la etapa de compensación de presión o de descarga, en las que no se necesitan el compresor y/o la bomba de vacío. Sin embargo, durante estas etapas de procedimiento se siguen haciendo funcionar el compresor y/o la bomba de vacío en un funcionamiento de derivación, dado que prácticamente no es posible una desconexión debido a la corta duración de las etapas de procedimiento.
- 30 Los procesos de VPSA se usan desde hace mucho tiempo en las denominadas instalaciones *in situ* para la generación de oxígeno y presentan una demanda de energía muy favorable. En instalaciones pequeñas (deben entenderse por éstas instalaciones con una capacidad de menos de 100 Nm<sup>3</sup>/h), tal como se necesitarían por ejemplo para el abastecimiento de hospitales, no han podido imponerse hasta la fecha los procesos de VPSA debido a los mayores costes de inversión que resultan de la bomba de vacío que se requiere adicionalmente y una demanda aumentada de agente de adsorción. Por el término "hospital" se entenderán a continuación también hospitales móviles (de emergencia), ambulancias, consultas médicas, spas, etc.
- 35 La infraestructura de un hospital moderno comprende entre otros el abastecimiento de los pacientes con el denominado "aire médico", con aire enriquecido en oxígeno así como con oxígeno puro. Por el término "aire médico" se entiende habitualmente una mezcla de gases, que presenta aproximadamente un 20% de oxígeno y aproximadamente un 80% de nitrógeno, y que con respecto a otros componentes, como por ejemplo agua y monóxido de carbono, cumple las especificaciones y/o normas correspondientes. Por lo demás, la infraestructura de un hospital comprende por regla general un sistema de aire comprimido y un sistema de vacío. En el caso de este último se trata de un sistema, que por medio de bombas de vacío y recipientes de almacenamiento intermedio en un sistema de conductos tubulares mantiene un vacío, que está disponible en el hospital para todas las aplicaciones de succión, por ejemplo en quirófanos. Para proporcionar oxígeno, aire comprimido así como vacío se usan hasta la fecha por regla general tres instalaciones diferentes, no relacionadas entre sí.
- 40 El documento WO2004052495 da a conocer un procedimiento por medio de un proceso de adsorción por oscilación de presión, en el que un recipiente a presión está dispuesto entre el compresor y el adsorbedor, desconectándose el compresor temporalmente, cuando la presión en el recipiente a presión alcanza un determinado valor.
- 45 El documento EP0537614A1 da a conocer un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión, en el que el compresor y la bomba de vacío en determinados momentos sólo succionan aire, lo comprimen y lo dejan escapar de nuevo.
- 50 El documento EP0462778A1 da a conocer un procedimiento de adsorción convencional, que sólo presenta un recipiente para alojar el gas de producto.
- 55 El objetivo de la presente invención es indicar un procedimiento de tipo genérico así como un dispositivo de tipo
- 60
- 65

genérico para la descomposición por adsorción de una mezcla de gases por medio de un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión, que eviten las desventajas mencionadas anteriormente y sean ventajosos en particular para la aplicación en hospitales.

- 5 Para alcanzar este objetivo se propone un procedimiento de tipo genérico según la reivindicación 1, así como un dispositivo según la reivindicación 7.

Configuraciones ventajosas adicionales del procedimiento según la invención así como del dispositivo según la invención para la descomposición por adsorción de una mezcla de gases por medio de un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión, que representan objetos de las reivindicaciones dependientes, se caracterizan porque

- 10 - la mezcla de gases que va a descomponerse por adsorción es aire,
- 15 - la compresión de la mezcla de gases que va a descomponerse por adsorción tiene lugar por medio de una unidad de compresor de una o varias etapas,
- la regeneración del o de los adsorbedores tiene lugar por medio de una unidad de bomba de vacío de una o varias etapas,
- 20 - la mezcla de gases comprimida, almacenada de manera intermedia al menos temporalmente y/o al menos parcialmente, se suministra al o a un adsorbedor que se encuentra en la fase de adsorción, teniendo lugar el suministro preferiblemente en el caso de superarse un valor de presión ajustable en el dispositivo de almacenamiento usado para el almacenamiento intermedio, y
- 25 - siempre que la bomba de vacío usada para la regeneración del o de los adsorbedores se conecte al menos temporalmente con un recipiente de almacenamiento que debe evacuarse, se conecta al menos temporalmente el recipiente de almacenamiento que debe evacuarse con el o un adsorbedor que se encuentra en la fase de desorción, teniendo lugar esta conexión preferiblemente en el caso de no alcanzarse un valor de presión ajustable en el recipiente de almacenamiento.

30 El procedimiento según la invención, el dispositivo según la invención así como configuraciones ventajosas adicionales de los mismos se explican más detalladamente a continuación mediante el ejemplo de realización representado en la figura.

35 Se representan dos adsorbedores A y A' dispuestos en paralelo entre sí, que pasan por fases de adsorción y de desorción de manera desplazada en el tiempo. El procedimiento según la invención puede implementarse en principio también con únicamente uno o más de dos adsorbedores. Por motivos de claridad, en la figura no se representan las válvulas de adsorbedor dispuestas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo de los adsorbedores, cuyo funcionamiento resulta familiar para el experto. La instalación de VPSA según la invención presenta además una unidad C de compresor, una unidad V de bomba de vacío, tres recipientes S1 a S3 de almacenamiento así como válvulas a y b de retención.

45 El modo del procedimiento según la invención se explica a continuación mediante la descomposición por adsorción de aire obteniendo una corriente de producto rica en oxígeno. A través del conducto 1 se suministra aire a una unidad C de compresor diseñada de una o varias etapas y se comprime en la misma hasta la presión de adsorción deseada. La corriente de aire comprimido se suministra a continuación a través del conducto 1' a aquel de los dos adsorbedores A o A', que se encuentra en la fase de adsorción. En la parte superior del adsorbedor A o A' que se encuentra en la fase de adsorción se extrae a través del conducto 2 una corriente de producto rica en oxígeno y dado el caso se almacena S2 de manera intermedia. Del recipiente S2 de almacenamiento puede tomarse la corriente de producto rica en oxígeno a través del conducto 2' y suministrarse para su uso adicional.

50 Si se regenera un adsorbedor cargado en la fase de adsorción, se conecta a través del conducto 3 con la unidad V de bomba de vacío. Por medio de esta tiene lugar una regeneración del adsorbedor cargado hasta la presión de desorción subatmosférica deseada. La mezcla de gases extraída durante la regeneración del adsorbedor que debe regenerarse se descarga a través del conducto 4 y dado el caso se suministra para su uso adicional.

55 Durante aquellas etapas de procedimiento del proceso de VPSA, en las que no se suministra ninguna mezcla de gases de utilización a un adsorbedor, se conecta ahora según la invención la unidad C de compresor a través del conducto 5 con el primer recipiente de almacenamiento o almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido. En el conducto 5 está prevista una válvula a de retención, que se abre en el caso de alcanzar una determinada presión y con ello libera el acceso al almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido. La presión necesaria para abrir la válvula a de retención se consigue porque las válvulas de adsorbedor dispuestas aguas arriba de los adsorbedores A y A' están cerradas. Una toma de la corriente de aire comprimido del almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido tiene lugar a través del conducto 6. Alternativa o complementariamente a un almacenamiento intermedio, la corriente de aire comprimido por medio del compresor C, también puede suministrarse directamente a un consumidor (de aire comprimido).

Siempre que mediante el cierre de las válvulas de adsorbedor correspondientes se interrumpa la conexión entre un adsorbedor y la unidad V de bomba de vacío, se abre la válvula b de retención prevista en el conducto 8, de modo que por medio de la unidad V de bomba de vacío tiene lugar una evacuación del tercer recipiente de almacenamiento o almacenamiento S3 intermedio de vacío a través de los conductos 4 y 8. El "llenado" del recipiente S3 tiene lugar a través del conducto 7.

La presión en el primer recipiente de almacenamiento o almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido se encuentra preferiblemente por encima de la presión de adsorción máxima, mientras que la presión en el tercer recipiente de almacenamiento o almacenamiento S3 intermedio de vacío se encuentra por debajo de la presión de desorción mínima.

En lugar de las válvulas a y b de retención representadas en la figura, puede usarse cualquier mecanismo alternativo, que en el periodo de tiempo adecuado y/o deseado establezca una conexión entre el primer recipiente de almacenamiento o almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido y el compresor C así como entre el tercer recipiente de almacenamiento o almacenamiento S3 intermedio de vacío y la bomba V de vacío. Únicamente a modo de ejemplo se mencionan válvulas de mando, que se activan por el control del proceso de VPSA o a través de una medición de presión diferencial.

Una configuración ventajosa adicional del procedimiento según la invención está caracterizada porque la mezcla de gases comprimida, almacenada de manera intermedia al menos temporalmente y/o al menos parcialmente, se suministra al o a un adsorbedor que se encuentra en la fase de adsorción, teniendo lugar el suministro preferiblemente en el caso de superarse un valor de presión ajustable en el recipiente S1 de almacenamiento usado para el almacenamiento intermedio. En el caso de una reducción demasiado escasa de aire comprimido, aumenta la presión en el almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido. En el caso de superar un determinado valor de presión, por ejemplo 8 bar, se suministra entonces el aire comprimido del almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido en un momento adecuado a un adsorbedor A o A' que se encuentra en la fase de adsorción. De este modo aumenta la capacidad del proceso de VPSA, dado que está disponible más gas de entrada. Además puede impedirse una absorción de energía innecesariamente alta del compresor y/o que se alcance una presión inaceptablemente alta en el almacenamiento S1 intermedio de aire comprimido.

Siempre que la bomba de vacío usada para la regeneración del o de los adsorbedores esté conectada al menos temporalmente con un recipiente de almacenamiento que debe evacuarse, según una configuración ventajosa adicional del procedimiento según la invención se conecta al menos temporalmente el recipiente de almacenamiento que debe evacuarse con el o un adsorbedor que se encuentra en la fase de desorción, teniendo lugar esta conexión preferiblemente en el caso de no alcanzarse un valor de presión ajustable en el recipiente de almacenamiento. En el caso de una demanda demasiado escasa de vacío, disminuye la presión en el almacenamiento S3 intermedio de vacío. En el caso de no alcanzar una determinada presión, por ejemplo 200 mbara, el almacenamiento S3 intermedio de vacío puede conectarse directamente en un momento adecuado, evitando la válvula b de retención o un dispositivo equivalente, con el lado de gas de regeneración de un adsorbedor que se encuentra en la fase de desorción. De este modo aumenta la capacidad del proceso de VPSA, dado que la regeneración tiene lugar de manera más eficaz. Además puede evitarse una absorción de energía innecesariamente alta de la bomba de vacío y/o que no se alcance una presión inaceptablemente baja en el almacenamiento S3 intermedio de vacío.

Por medio del procedimiento según la invención puede generarse, por ejemplo, oxígeno con una pureza del 93% con un rendimiento de 25 Nm<sup>3</sup>/h; al mismo tiempo pueden generarse 30 Nm<sup>3</sup>/h de aire comprimido y proporcionarse un rendimiento de succión de vacío de 26 m<sup>3</sup>/h.

Por medio del modo del procedimiento según la invención pueden usarse compresores y bomba(s) de vacío, que son necesarios para el proceso de VPSA, adicionalmente para la generación de aire comprimido y vacío. Para ello se aprovechan los tiempos de marcha en vacío de esta máquina que se producen obligatoriamente. Los compresores y la(s) bomba(s) de vacío se utilizan de este modo de manera más eficaz y en comparación con el estado de la técnica se prescinde de aquellas máquinas independientes, que de lo contrario deberían preverse para la generación de aire comprimido y vacío.

Como ya se ha mencionado, los compresores y bomba(s) de vacío, siempre que no sean necesarios durante determinadas etapas de procedimiento, funcionan hasta la fecha en un funcionamiento de derivación. Sin embargo, este funcionamiento requiere una entubación adicional con conductos y válvulas de derivación, de las que ahora puede prescindirse.

Mediante un dimensionamiento adecuado de las máquinas así como de los adsorbedores, el procedimiento según la invención así como la instalación según la invención pueden adaptarse a la respectiva demanda de producto u oxígeno, aire comprimido y/o vacío. Además, el procedimiento según la invención puede utilizarse más intensamente para generar aire comprimido y/o vacío en momentos de escasa reducción de producto o de oxígeno. En este caso se prolongan preferiblemente de manera correspondiente las etapas de proceso o de procedimiento del proceso de VPSA.

5 El procedimiento según la invención así como el dispositivo según la invención para la descomposición por adsorción de una mezcla de gases por medio de un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión son adecuados en particular para la aplicación en hospitales, dado que permiten proporcionar oxígeno, aire comprimido y vacío por medio de un único proceso o una única instalación. Sin embargo, la invención puede aplicarse básicamente en cualquier sitio de producción e instalaciones (de gran tamaño).

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la descomposición por adsorción de una mezcla de gases por medio de un proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión, en el que la mezcla de gases que va a descomponerse se comprime antes del suministro al proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión por medio de al menos un compresor hasta la presión de adsorción y la regeneración del o de los adsorbedores tiene lugar por medio de al menos una bomba de vacío, caracterizado porque
- 5
- en aquellos momentos en los que no se suministra ninguna mezcla de gases al proceso de adsorción por oscilación de vacío-presión, la mezcla (1, 5, 6) de gases comprimida se almacena (S1) de manera intermedia al menos temporalmente y/o al menos parcialmente a través de una válvula (a) de retención, que se abre en el caso de alcanzar una determinada presión, y/o se suministra a un consumidor y/o

10

  - en aquellos momentos en los que no tiene lugar ninguna regeneración del o de un adsorbedor (A, A') por medio de la o de al menos una de las bombas (V) de vacío, se recurre a la o al menos una de las bombas (P) de vacío no necesarias para la regeneración al menos temporalmente para evacuar un recipiente de almacenamiento.

15

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la mezcla de gases que va a descomponerse por adsorción es aire.

20

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la compresión de la mezcla de gases que va a descomponerse por adsorción tiene lugar por medio de una unidad (C) de compresor de una o varias etapas.

25

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, caracterizado porque la regeneración del o de los adsorbedores (A, A') tiene lugar por medio de una unidad (V) de bomba de vacío de una o varias etapas.

30

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, caracterizado porque la mezcla (S1) de gases comprimida almacenada de manera intermedia al menos temporalmente y/o al menos parcialmente, se suministra al o a un adsorbedor (A, A') que se encuentra en la fase de adsorción, teniendo lugar el suministro preferiblemente en el caso de superarse un valor de presión ajustable en el dispositivo (S1) de almacenamiento usado para el almacenamiento intermedio.

35

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, en el que la bomba (V) de vacío usada para la regeneración del o de los adsorbedores (A, A') se conecta al menos temporalmente con un recipiente (S3) de almacenamiento que debe evacuarse, caracterizado porque se conecta al menos temporalmente el recipiente (S3) de almacenamiento que debe evacuarse con el o un adsorbedor (A, A') que se encuentra en la fase de desorción, teniendo lugar esta conexión preferiblemente en el caso de no alcanzarse un valor de presión ajustable en el recipiente (S3) de almacenamiento.

40

7. Dispositivo para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta al menos un compresor, al menos un adsorbedor, al menos una bomba de vacío, un primer conducto (1, 1'), que conecta el compresor y el adsorbedor, y un segundo conducto (3), que conecta la bomba de vacío y el adsorbedor, un recipiente (S2), que sirve para alojar un gas de producto, y un tercer conducto (2), que conecta el adsorbedor y el recipiente (S2), una válvula de adsorbedor dispuesta aguas arriba del adsorbedor y una válvula de adsorbedor dispuesta entre el adsorbedor y la bomba de vacío, caracterizado porque

45

    - están previstos al menos un primer recipiente (S1) de almacenamiento y un cuarto conducto (5), ramificándose el cuarto conducto (5) del primer conducto (1, 1') y conectando el cuarto conducto (5) el primer recipiente (S1) de almacenamiento a través de una válvula (a) de retención, que se abre en el caso de alcanzar una determinada presión, con el compresor (C), y/o

50

    - están previstos al menos un segundo recipiente (S3) de almacenamiento y un quinto conducto (8), ramificándose el quinto conducto (8) del segundo conducto (3) y conectando el quinto conducto (8) el segundo recipiente (S3) de almacenamiento a través de una válvula (b) de retención, que se abre en el caso de alcanzar una determinada presión, con la bomba (V) de vacío.

55

60

8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque la unidad (C) de compresor y/o la unidad (V) de bomba de vacío están configuradas en una o múltiples etapas.

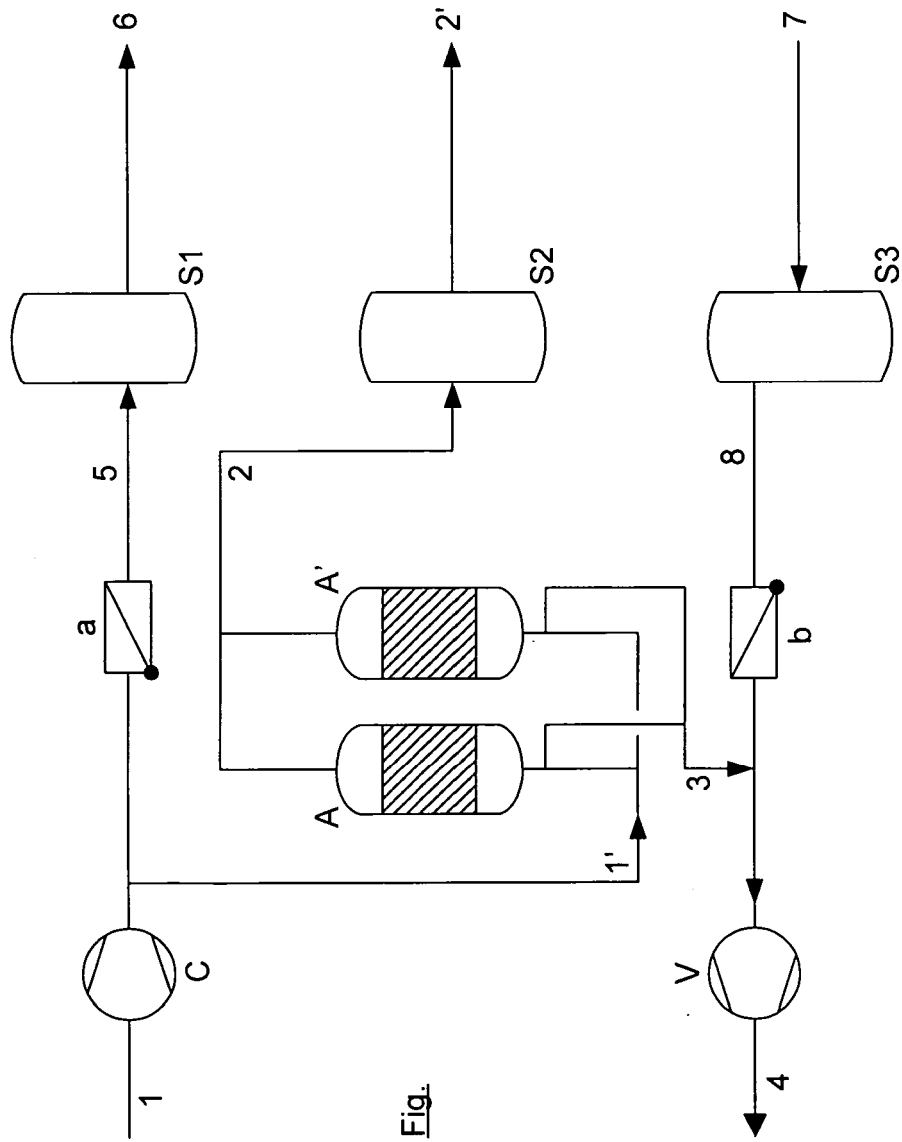


Fig.