

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 411 663**

51 Int. Cl.:

B01D 53/047 (2006.01)

C01B 13/02 (2006.01)

B01D 53/053 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2005 E 05754846 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 1772183**

54 Título: **Procedimiento de producción de oxígeno utilizando plantas de adsorción por oscilación de la presión de tres fases**

30 Prioridad:

11.06.2004 CN 200410046599

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

08.07.2013

73 Titular/es:

**CHENGDU TIANLI CHEMICAL ENGINEERING
TECHNOLOGY CO., LTD. (100.0%)
YULIN 5 NORTHSTREET
CHENGDU SICHUAN 610041, CN**

72 Inventor/es:

SONG, YUWEN

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 411 663 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 de producción de oxígeno utilizando plantas de adsorción por oscilación de la presión de tres fases.

5 **Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un procedimiento de producción de oxígeno utilizando plantas de adsorción por oscilación de la presión de tres fases

2. Descripción de la técnica relacionada

15 En la actualidad, no se han publicado bibliografías de patentes ni documentos en relación con un procedimiento de preparación de oxígeno puro a partir de aire con una técnica de adsorción por oscilación de la presión de tres fases ni a nivel nacional ni en el extranjero. Todos los procedimientos de preparación de oxígeno puro (o enriquecido) a partir de aire conocidos en la técnica adoptaban el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de dos fases (PSA). Por ejemplo, los documentos CN1252322A, US4190424, US4595083 y US5395427, etc. En la técnica, la concentración de oxígeno era mayor en la torre de adsorción antes de realizar la etapa de desorción-drenaje. La inversión y el consumo de electricidad de todo el dispositivo de producción de oxígeno eran muy altos debido a que la recuperación de oxígeno era baja.

25 La patente US 6475265 da a conocer un dispositivo PSA con una primera torre en la que capas de adsorbentes adsorben el dióxido de carbono, agua y nitrógeno presentes en el aire y un segundo recipiente en serie con la primera torre en el que una capa de adsorbente adsorbe oxígeno O₂.

30 La patente US 4566881 da a conocer las tres unidades de un dispositivo PSA, adsorbiendo una primera unidad selectivamente nitrógeno, adsorbiendo una segunda selectivamente oxígeno O₂ y adsorbiendo la tercera selectivamente nitrógeno.

A Seeman *et al*, describen, en la publicación "Modelling of a Pressure Swing Adsorption Process for Oxygen Enrichment with Carbon Molecular Sieve"; Chem. Eng. Technol., vol. 11, 1988, páginas 341-351, un dispositivo PSA con tres unidades de manera similar a las de la patente US 4566881.

35 **Sumario de la invención**

40 El objetivo de la presente invención es suministrar un procedimiento de preparación de oxígeno con un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases. Este procedimiento puede superar los problemas técnicos de la técnica anterior mencionados antes. En comparación con la técnica anterior, este procedimiento puede reducir enormemente la inversión y el consumo de electricidad y aumentar la recuperación de oxígeno de todo el dispositivo.

45 La presente invención tal como se reivindica en la reivindicación principal 1 adopta el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases para separar oxígeno y nitrógeno a partir de aire. La producción es oxígeno y nitrógeno. El procedimiento adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en una mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% V. La torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR. La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D y represurización de gas de purga R'. La etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A.

60 La torre de adsorción de la segunda fase puede añadir la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED tras la etapa de adsorción A, y puede añadir la etapa de represurización a contracorriente ER tras la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' mientras tanto; la mezcla gaseosa de la etapa de represurización ER procede de la etapa de despresurización ED;

y/o

- 5 la torre de adsorción de la tercera fase puede añadir la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED tras la etapa de adsorción A, y puede añadir la etapa de represurización a contracorriente ER tras la etapa de represurización de gas de purga R' mientras tanto; la mezcla gaseosa de la etapa de represurización ER procede de la etapa de despresurización ED.
- 10 La torre de adsorción de la primera fase puede añadir la etapa de despresurización por igualación en dos extremos 2ED' tras la etapa de adsorción A, y puede añadir la etapa de represurización por igualación en dos extremos 2ER' tras la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER mientras tanto; la mezcla gaseosa de la etapa de represurización por igualación en dos extremos 2ER' procede de la etapa de despresurización por igualación 2ED'.
- 15 La torre de adsorción de la tercera fase puede añadir una etapa de evacuación VC tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D.
- 20 La torre de adsorción de la primera fase puede añadir una etapa de despresurización a contracorriente BD tras la etapa de purga P'.
- 25 La mezcla gaseosa descargada de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' en la torre de adsorción de la segunda fase puede entrar en el recipiente de compensación V hasta el equilibrio de la presión; mientras tanto, la torre de adsorción de la primera fase se conecta con el recipiente de compensación V, a la vez que se procede a la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, hasta el equilibrio de la presión.
- 30 La concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, puede ser del 21~80% V.
- 35 La concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, puede ser del 21~25% V.
- La presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases puede ser de 0,001~0,6 Mpa(g);
- o
- 40 la presión de la etapa de adsorción A de la primera fase y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase puede ser de 0,001~0,05 Mpa(g); la presión de la etapa de adsorción A del dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase puede ser de 0,1~0,6 Mpa(g).
- 45 Los adsorbentes que se rellenan en la torre de adsorción de la primera fase pueden ser alúmina activada y tamiz molecular desde la parte inferior hacia arriba; el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la segunda fase puede ser tamiz molecular sólo; y el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la tercera fase puede ser adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno o adsorbente selectivo de oxígeno mediante cinética de adsorción. La frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase puede ser mayor que o igual a 1.
- 50 La frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase puede ser de 3~7 durante un periodo de circulación.
- 55 La presente invención tal como se reivindica en la reivindicación principal 28 adopta el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases para separar oxígeno y nitrógeno a partir de aire. La producción es oxígeno y nitrógeno. El procedimiento adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que
- 60 se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', purga P', despresurización a contracorriente BD, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización de gas de purga R', represurización final
- 65 FR. La torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, despresurización por

igualación a contracorriente BD', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR. La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D y represurización de gas de purga R', en la que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED..

La presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases puede ser de 0,2-0,6 Mpa(g).

La presente invención tal como se reivindica en la reivindicación principal 30 adopta el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases para separar oxígeno y nitrógeno a partir de aire. La producción es oxígeno y nitrógeno. El procedimiento adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', evacuación VC, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización final FR. La torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR. La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D y represurización de gas de purga R', en la que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A.

La presente invención tal como se reivindica en la reivindicación principal 35 adopta el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases para separar oxígeno y nitrógeno a partir de aire. La producción es oxígeno y nitrógeno. El procedimiento adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en una mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% V. La torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR. La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, despresurización de producto de oxígeno D y represurización por igualación a contracorriente ER, en la que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A..

La torre de adsorción de la tercera fase puede añadir la etapa de evacuación VC tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D.

La presente invención tal como se reivindica en la reivindicación principal 38 adopta el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases para separar oxígeno y nitrógeno a partir de aire. La producción puede ser oxígeno puro o nitrógeno puro o ambos de ellos. El procedimiento adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% V. La torre de adsorción de la primera fase se somete

5 secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, la
 10 represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R',
 15 represurización final FR. La torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD',
 20 represurización final FR. La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED,
 25 evacuación VC y represurización por igualación a contracorriente ER, en la que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la
 30 despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es el esquema del procedimiento de trabajo de etapas tecnológicas para el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase de ejemplo.

La figura 2 es el esquema del procedimiento de trabajo de etapas tecnológicas para el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase de ejemplo.

20 La figura 3 es el esquema del procedimiento de trabajo de etapas tecnológicas para el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase de ejemplo.

La figura 4 es el diagrama de flujo tecnológico del ejemplo 1.

25 Descripción detallada de la invención

El gas material de partida de la presente invención es aire y sus componentes típicos se muestran en la siguiente tabla:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

30 La presente invención adopta la técnica de adsorción por oscilación de la presión de tres fases para producir el oxígeno enriquecido a partir de aire. El procedimiento adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que la primera fase se utiliza para retirar agua y dióxido de carbono gaseosos así como nitrógeno parcial. La concentración de oxígeno promedio en el gas de salida de la torre de adsorción en la etapa de adsorción es del 21~80% (V). Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular desde la parte inferior hacia arriba. La segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. El adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% V. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. La presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases es de 0,001~ 0,6 Mpa(g). Cada torre de adsorción del dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación:

La primera fase:

Adsorción A

50 Se alimenta aire en la entrada de la torre de adsorción en la etapa de adsorción, los adsorbentes en la torre de adsorción adsorben selectivamente agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial, etc. sucesivamente del aire. El nitrógeno parcial no adsorbido y el argón débilmente adsorbido, etc. se descargan de la salida y entran en la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase. La cantidad total de agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial adsorbidos, etc. aumenta gradualmente con el aumento del tiempo. Se deja de alimentar aire cuando los adsorbentes se saturan por los componentes mencionados anteriormente, y la adsorción finaliza en este caso.

Despresurización por igualación en dos extremos 2ED'

60 Tras la adsorción, la concentración de oxígeno en el espacio muerto de la torre de adsorción es relativamente mayor y esta parte de oxígeno debe recuperarse y reutilizarse. Por tanto, se disminuye la presión del gas en la torre de adsorción desde ambos extremos de la parte superior y la parte inferior. El gas del espacio muerto se descarga de

los dos extremos de la torre de adsorción y entra en la torre de adsorción correspondiente de la primera fase que ha completado la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER para realizar la etapa de represurización en dos extremos 2ER'. La frecuencia de despresurización por igualación en dos extremos 2ED' puede ser de 1 o superior (por ejemplo, de 1 a 3 veces).

5 Tras la adsorción, también puede realizarse la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente o despresurización por igualación a contracorriente sólo.

Purga P'

10 Tras la etapa de despresurización por igualación en dos extremos 2ED', se sustituye el oxígeno restante en la torre de adsorción alimentando el gas obtenido de la etapa de evacuación VC de la primera fase desde la parte inferior de la torre de adsorción. La mezcla gaseosa sustituida de la torre de adsorción entra en la torre de adsorción correspondiente de la primera fase que ha completado la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER o la etapa de represurización por igualación en dos extremos 2ER' para realizar la etapa de represurización de gas de purga R'.

Despresurización a contracorriente BD

20 Tras la etapa de purga P', esta parte de gas se ventea a contracorriente a la atmósfera desde la parte inferior de la torre de adsorción o actúa como producto.

Evacuación VC

25 Tras la etapa de purga P', se extraen y se evacuan el agua, dióxido de carbono y nitrógeno adsorbidos por los adsorbentes desde la parte inferior de la torre de adsorción con la bomba de vacío. Esta etapa permite que el adsorbente obtenga la regeneración.

La represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER

30 Tras la etapa de evacuación VC, el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción o despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED entra en la torre de adsorción de la primera fase que ha completado la etapa de evacuación VC, y eleva la presión de la torre de adsorción. La frecuencia de la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER puede ser de 1 o superior (por ejemplo, de 1 a 7 veces).

Represurización por igualación en dos extremos 2ER'

40 Tras la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, el gas descargado de la etapa de despresurización por igualación en dos extremos 2ED' de la primera fase entra en la torre de adsorción desde el extremo de entrada y el extremo de salida, y eleva la presión de la torre de adsorción gradualmente. La frecuencia de 2ER' y 2ED es igual. El gas de 2ER' procede de 2ED gas de diferente torre de adsorción cada vez. La etapa 2ER' de la torre de adsorción de la primera fase es diferente de la etapa 2ER de represurización por igualación general. En la etapa 2ER general, el gas entra por el extremo de salida de la torre de adsorción. En cambio, en la etapa 2ER' de la torre de adsorción de la primera fase, el gas entra por el extremo de entrada y el extremo de salida de la torre de adsorción.

Represurización de gas de purga R'

50 Tras la etapa 2ER' o la etapa 2ER, la presión de la torre de adsorción se aumenta por el gas descargado de la salida de la torre de adsorción en la etapa de purga P' de la primera fase.

Represurización final FR

55 Tras la etapa R', la presión de la torre de adsorción se aumenta desde la parte superior con el gas descargado de la salida de la torre de adsorción en la etapa de adsorción o con el aire material de partida hasta la presión de adsorción.

La segunda fase:

60 Adsorción A

65 Se alimenta el gas de salida de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase a la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase. El adsorbente de la torre de adsorción adsorbe selectivamente nitrógeno. El oxígeno y argón débilmente adsorbidos, etc. se descargan del extremo de salida y

entran en el recipiente de compensación de oxígeno enriquecido o la siguiente etapa. La cantidad total de nitrógeno adsorbido aumenta gradualmente con el aumento del tiempo. Se deja de alimentar gas cuando el adsorbente se satura por nitrógeno y la adsorción finaliza en este caso. La concentración de oxígeno en el gas de salida debe controlarse en el nivel de producción requerido.

5

Despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED

Tras la adsorción, el gas del espacio muerto en la torre de adsorción se descarga de la salida y entra en la torre de adsorción correspondiente de la segunda fase que ha completado la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' para aumentar la presión. La presión de las dos torres puede ser igual o no, para satisfacer el requisito de la concentración del oxígeno enriquecido en producción. La frecuencia de ED puede ser de 1 o superior (por ejemplo, de 1 a 3 veces).

10

Despresurización por igualación a contracorriente BD'

15

Tras la etapa de adsorción o ED, se realiza la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER directamente durante varias veces con el gas descargado a contracorriente desde la parte inferior de la torre de adsorción para la torre de adsorción de la primera fase que ha completado la etapa VC. La frecuencia de BD' puede ser de 1 o superior (por ejemplo, de 1 a 7 veces).

20

Cuando se realiza 2ER mencionada anteriormente, también puede descargarse a contracorriente el gas en la torre de adsorción en un recipiente de compensación en primer lugar, y luego transferirlo a la torre de adsorción que ha completado la etapa VC en la primera fase para realizar la etapa 2ER. El número de recipientes de compensación es igual a la frecuencia de la etapa BD'.

25

Represurización a contracorriente ER

Tras la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD', el gas descargado de la etapa ED entra en la torre de adsorción por el extremo de salida, y aumenta la presión de la torre de adsorción.

30

Represurización final FR

El gas descargado de la salida de la torre de adsorción en la etapa de adsorción se utiliza para aumentar la presión de la torre de adsorción desde la parte superior hasta la presión de adsorción.

35

La tercera fase:

Adsorción A

40

Se alimenta la mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno en la entrada de la torre de adsorción en la etapa de adsorción, el adsorbente en la torre de adsorción adsorbe selectivamente oxígeno, etc. sucesivamente de la mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno. El nitrógeno o argón no adsorbido, etc. se descargan de la salida para ventearse a la atmósfera o servir para otra utilización. La cantidad total de oxígeno adsorbido, etc. aumenta gradualmente con el aumento del tiempo. Se deja de alimentar gas cuando el adsorbente se satura por oxígeno mencionado anteriormente, y la adsorción finaliza en este caso.

45

Despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED

Tras la adsorción, el gas del espacio muerto en la torre de adsorción se descarga de la salida y entra en la torre de adsorción correspondiente de la tercera fase que ha completado la etapa de represurización de gas de purga R' para aumentar la presión. La presión de las dos torres puede ser igual o no, para satisfacer el requisito de la concentración de oxígeno en producción. La frecuencia de ED puede ser de 1 o superior (por ejemplo, de 1 a 3 veces).

50

Purga P'

55

Tras la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, se sustituye el nitrógeno y argón restantes en la torre de adsorción alimentando el oxígeno producto de compresión desde la parte inferior de la torre de adsorción; el oxígeno producto procede de la torre de adsorción de la tercera fase que ha completado la etapa de purga P'. La mezcla gaseosa sustituida de la torre de adsorción entra en la torre de adsorción correspondiente de la tercera fase que ha completado la etapa de despresurización D o la etapa de evacuación VC para realizar la etapa de represurización de gas de purga R'.

60

(4) Despresurización de producto de oxígeno D

65

Tras la etapa de purga P', esta parte de gas se descarga de la torre de adsorción. Una parte del gas actúa como producto, la otra parte del gas se presuriza para purgar el adsorbente en la torre de adsorción.

Evacuación VC

Tras la etapa de purga P' o la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED o la etapa de despresurización de producto de oxígeno D, el oxígeno puro adsorbido por el adsorbente se extrae desde la parte inferior de la torre de adsorción con la bomba de vacío y entra en la siguiente etapa. Este etapa permite que el adsorbente obtenga la regeneración al mismo tiempo.

(6) Represurización de gas de purga R'

Tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D o la etapa de evacuación VC, la presión de la torre de adsorción se aumenta por el gas descargado de la salida de la otra torre de adsorción en la etapa de purga P' de la tercera fase.

(7) Represurización por igualación a contracorriente ER

Tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D o la etapa de represurización de gas de purga R' o la etapa de evacuación VC, el gas descargado de la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED entra en la torre de adsorción desde la salida, y eleva la presión de la torre de adsorción.

Ejemplo 1

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

presión: 0,6 MPa (G)

Tal como se muestra en la figura 4, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se compone de cuatro torres de adsorción 1A~1D; los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba; la torre individual está simultáneamente en una etapa de adsorción y la etapa de presión de igualación se realiza una vez en el procedimiento de trabajo; se realiza la creación de vacío en la torre de adsorción a través de la tubería de vacío G15 utilizando la bomba de vacío P1. El dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se compone de cuatro torres de adsorción 2A~2D; el adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular; la torre individual está simultáneamente en una etapa de adsorción y la etapa de presión de igualación se realiza una vez en el procedimiento de trabajo. El dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se compone de cuatro torres de adsorción 3A~3D; el adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno; la torre individual está simultáneamente en una etapa de adsorción y la purga-despresurización se realiza en el procedimiento de trabajo. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% V.

El aire entra en la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase. Los adsorbentes en la torre de adsorción adsorben selectivamente agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial en estado de vapor, etc. sucesivamente del aire. El nitrógeno parcial no adsorbido, oxígeno y argón débilmente adsorbidos, etc. se descargan

de la salida y entran en la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase. El tamiz molecular en la torre de adsorción de la segunda fase adsorbe selectivamente nitrógeno. El oxígeno y argón débilmente adsorbidos, etc. se descargan de la salida y entran en un recipiente de compensación de producto enriquecido en oxígeno. El dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% V. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 70~95% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD' y represurización final FR. El dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para aumentar la concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase hasta el 99,5% V. La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D y represurización de gas de purga R'.

Tomando la torre de adsorción 1A como ejemplo y haciendo referencia cruzada a la figura 1 y la figura 4, se demuestran las etapas de la torre de adsorción de la primera fase en un periodo de circulación en este ejemplo:

(1) Adsorción A

Hasta ahora, la torre de adsorción 1A ha completado la etapa FR. El aire entra en la torre de adsorción 1A a través de la tubería G11 abriendo las válvulas de secuencia 11A, 12A. En la torre 1A, los adsorbentes adsorben selectivamente agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial, etc. sucesivamente del aire. El nitrógeno parcial no adsorbido y el argón débilmente adsorbido, etc. se descargan de la salida y entran en la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase. La cantidad total de agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial adsorbidos, etc. aumenta gradualmente con el aumento del tiempo. Se deja de alimentar aire cuando los adsorbentes se saturan por los componentes mencionados anteriormente, y la adsorción finaliza en este caso. Se cierran las válvulas de secuencia 11A, 12A. La concentración de nitrógeno en el gas de salida debe controlarse al 70~78% (V).

(2) Purga P'

Tras la etapa de adsorción, el gas de salida procedente de la bomba de vacío entra en la torre de adsorción 1C a través de la tubería G16 y G14 para realizar la etapa de represurización de gas de purga (abr. R') abriendo las válvulas de secuencia 16A, 14A y 14C. Cuando la concentración de nitrógeno en la torre de adsorción 1A satisface el requisito, se cierran 16A, 14A y 14C.

(3) Evacuación VC

Tras la etapa de purga P', se abre la válvula de secuencia 15A, el agua, dióxido de carbono y nitrógeno adsorbidos se sacan desde la parte inferior de la torre de adsorción con la bomba de vacío para ventearse a la atmósfera o actuar como producto, y los adsorbentes se regeneran al mismo tiempo.

(4) La represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER

Tras la etapa de evacuación VC, se abren las válvulas de secuencia 25a, 14A y KV8. El gas de la etapa BD' en la torre de adsorción 2a de la segunda fase entra en la torre de adsorción 1A para aumentar la presión de la torre de adsorción 1A.

(5) Represurización final FR

Tras la etapa 2ER, se abren las válvulas de secuencia KV6 y 13A. El gas de salida procedente de la torre de adsorción en la etapa de adsorción entra desde la parte superior de la torre de adsorción 1A para aumentar la presión de la misma. Cuando la presión de la torre de adsorción 1A alcanza casi la presión de adsorción, se cierran KV6 y 13A.

Por tanto, la torre de adsorción 1A ha completado un periodo de circulación y puede entrar en la siguiente circulación de nuevo. Las etapas de circulación de la torre de adsorción 1B~1D son las mismas que en la torre 1A, pero la vez de funcionamiento se escalona una vez sí y otra no, véanse también la figura 1 y la figura 4. Tomando la torre de adsorción 2a como ejemplo y haciendo referencia cruzada a la figura 2 y la figura 4, se demuestran las etapas de la torre de adsorción de la segunda fase en un periodo de circulación en este ejemplo a continuación:

(1) Adsorción A

Hasta ahora, la torre de adsorción 2a ha completado la etapa FR. La mezcla de gas intermedio entra en la torre de adsorción 2a a través de la tubería G21 abriendo las válvulas de secuencia 21a, 22a. En la torre 2a, el gas de salida procedente de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase entra en la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase. El adsorbente en la torre de adsorción adsorbe selectivamente nitrógeno. El oxígeno y argón débilmente adsorbidos, etc. se descargan de la salida y entran en el recipiente de compensación de oxígeno enriquecido o la siguiente etapa. La cantidad total de nitrógeno adsorbido aumenta gradualmente con el aumento del tiempo. Se deja de alimentar gas cuando el adsorbente se satura por nitrógeno, y la adsorción finaliza en este caso. Se cierran 21a, 22a.

10 (2) Despresurización por igualación a contracorriente BD'

Tras la etapa de adsorción, se abren las válvulas de secuencia 25a, 14A y KV8. El gas en la torre de adsorción 2a entra en la torre de adsorción 1A a contracorriente para aumentar la presión de la misma.

15 (3) Represurización final FR

Tras la etapa BD', se abren las válvulas de secuencia KV7 y 23a. El gas de salida procedente la torre de adsorción en la etapa de adsorción entra desde la parte superior de la torre de adsorción 2a para aumentar la presión de la misma. Cuando la presión de la torre de adsorción 2a alcanza casi la presión de adsorción, se cierran KV7 y 23a.

20 Por tanto, la torre de adsorción 2a ha completado un periodo de circulación y puede entrar en la siguiente circulación de nuevo. Las etapas de circulación de la torre de adsorción 2b~2h son las mismas que 2a, pero la vez de funcionamiento se escalona una vez sí y otra no, véanse también la figura 2 y la figura 4.

25 Tomando la torre de adsorción 3A como ejemplo y haciendo referencia cruzada a la figura 3 y la figura 4, se demuestran las etapas de la torre de adsorción de la tercera fase en un periodo de circulación en este ejemplo:

(1) Adsorción A

30 Hasta ahora, la torre de adsorción 3A ha completado la etapa R'. El gas enriquecido en oxígeno entra en la torre de adsorción 3A a través de la tubería G31 abriendo la válvula de secuencia 31 A. Cuando la presión de la torre de adsorción 3A se aumenta hasta la presión de adsorción, se abre la válvula de secuencia 32A. En la torre 3A, el adsorbente adsorbe selectivamente oxígeno sucesivamente de la mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno. El nitrógeno o argón no adsorbido, etc. se descargan de la salida para ventearse a la atmósfera o servir para otra utilización. La cantidad total de oxígeno adsorbido aumenta gradualmente con el aumento del tiempo. Se deja de alimentar gas cuando el adsorbente se satura por oxígeno mencionado anteriormente, y la adsorción finaliza en este caso. Se cierran las válvulas de secuencia 31A, 32A. La concentración de oxígeno en el gas de salida debe controlarse al 5~50% (V).

40 (2) Purga P'

Tras la etapa de adsorción, el gas de salida procedente del compresor entra en la torre de adsorción 3C a través de las tuberías G36 y G33 para realizar la etapa de represurización de gas de purga (abr. R') abriendo las válvulas de secuencia 36A, 34A y 34C. Cuando la concentración de oxígeno en la mezcla gaseosa de salida de la torre de adsorción 3A satisface el requisito, se cierran 36A, 34A y 34C.

(3) Despresurización de producto de oxígeno D

50 Tras la etapa de purga P', abriendo las válvulas de secuencia 33A, 36B, 34B y 34D en primer lugar, el producto de oxígeno se descarga de la torre de adsorción y se presuriza hasta la presión de adsorción para purgar la torre de adsorción 3B. Y entonces el producto de oxígeno se descarga de la torre de adsorción y entra en la siguiente etapa abriendo la válvula de secuencia 35A al final del purgado.

(4) Represurización de gas de purga R'

55 Tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D, el gas de salida descargado de la torre de adsorción 3C en la etapa de purga P' eleva la presión de la torre de adsorción abriendo la válvula de secuencia 34A.

60 Por tanto, la torre de adsorción 3A ha completado un periodo de circulación y puede entrar en la siguiente circulación de nuevo. Las etapas de circulación de la torre de adsorción 3B~3D son las mismas que las de la torre 3A, pero la vez de funcionamiento se escalona una vez sí y otra no, véanse también la figura 3 y la figura 4. El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 2

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

Presión: 0,3 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parciales gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R'.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 3

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45

Presión: 0,2 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R', represurización por igualación a contracorriente ER.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 4

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

Presión: 0,2 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, primera despresurización

- por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R', represurización por igualación a contracorriente ER.
- El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 5

- El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

- Temp.: ≤ 45°C

Presión: 0,3 MPa (G)

- Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R'.
- El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 6:

- El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe

ES 2 411 663 T3

controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

5 Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

10 Presión: 0,2 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R', represurización por igualación a contracorriente ER.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 7

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

50 Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

55 Presión: 0,2 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de

adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R', represurización por igualación a contracorriente ER.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 8

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

Presión: 0,1 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR. La tercera fase se utiliza para

retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, evacuación VC, represurización de gas de purga R'.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 9

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

Presión: 0,1 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 70-95% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, evacuación VC, represurización de gas de purga R'.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 10

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°C

5

Presión: 0,2 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, evacuación VC, represurización de gas de purga R', represurización por igualación a contracorriente ER.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

35

Ejemplo 11

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

45

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°

50

Presión: 0,2 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la

55

concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, evacuación VC, represurización de gas de purga R', represurización por igualación a contracorriente ER.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 12

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°

Presión: 0,3 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', despresurización a contracorriente BD, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER y represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete

secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R'.

5 El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 13

10 El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

15 Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

20 Temp.: ≤ 45°

Presión: 0,5 MPa (G)

25 Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización por igualación a contracorriente ER y represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R'. El gas procedente de la primera etapa de despresurización por igualación a contracorriente B1D' de la torre de adsorción de la segunda fase se descarga en el recipiente de compensación V1 para realizar la igualación de la presión, y entonces el recipiente de compensación V1 se iguala con la torre de adsorción en la primera etapa de represurización por igualación a contracorriente 2ER1 de la primera fase; el gas procedente de la segunda etapa de despresurización por igualación a contracorriente B2D' de la torre de adsorción de la segunda fase se descarga en el recipiente de compensación V2 para realizar la igualación de la presión, y entonces el recipiente de compensación V2 se iguala con la torre de adsorción en la segunda etapa de represurización por igualación a contracorriente 2ER2 de la primera fase; el gas procedente de la tercera etapa de despresurización por igualación a contracorriente B3D' de la torre de adsorción de la segunda fase se descarga en el recipiente de compensación V3 para realizar la igualación de la presión, y entonces el recipiente de compensación V3 se iguala con la torre de adsorción en la tercera etapa de represurización por igualación a contracorriente 2ER3 de la primera fase.

60 El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 14

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°

Presión: 0,3 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parciales gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R'. El gas procedente de la primera etapa de despresurización por igualación a contracorriente B1D' de la torre de adsorción de la segunda fase se descarga en el recipiente de compensación V1 para realizar la igualación de la presión, y entonces el recipiente de compensación 1 se iguala con la torre de adsorción en la primera etapa de represurización por igualación a contracorriente 2ER1 de la primera fase; el gas procedente de la segunda etapa de despresurización por igualación a contracorriente B2D' de la torre de adsorción de la segunda fase se descarga en el recipiente de compensación V2 para realizar la igualación de la presión, y entonces el recipiente de compensación V2 se iguala con la torre de adsorción en la segunda etapa de represurización por igualación a contracorriente 2ER2 de la primera fase; el gas procedente de la tercera etapa de despresurización por igualación a contracorriente B3D' de la torre de adsorción de la segunda fase se descarga en el recipiente de compensación V3 para realizar la igualación de la presión, y entonces el recipiente de compensación V3 se iguala con la torre de adsorción en la tercera etapa de represurización por igualación a contracorriente 2ER3 de la primera fase.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 15

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

5 Temp.: ≤ 45°

Presión: 0,3 MPa (G)

10 Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', purga P', despresurización a contracorriente BD, tercera represarización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represarización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represarización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represarización por igualación en dos extremos 2ER', represarización de gas de purga R', represarización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', despresurización por igualación a contracorriente ER, represarización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represarización de gas de purga R'.

35 El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 16

40 El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

50 Temp.: ≤ 45°

Presión: 0,1 MPa (G)

55 Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas

intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D, represurización de gas de purga R'.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 17

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°

Presión: 0,3 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, despresurización de producto de oxígeno D, represurización por igualación a contracorriente ER.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Ejemplo 18

El gas de alimentación de este ejemplo es aire. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V). La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V) (a saber, producto enriquecido en oxígeno). La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V).

Los componentes del aire en este ejemplo son los siguientes:

componente	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	otros	Σ
Conc. (%) (V)	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Temp.: ≤ 45°

Presión: 0,5 MPa (G)

Los adsorbentes en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular sucesivamente desde la parte inferior hacia arriba. El adsorbente en la torre de adsorción de la segunda fase es tamiz molecular. El adsorbente en la torre de adsorción de la tercera fase es tamiz molecular de carbono o adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno. Este ejemplo adopta un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases mencionado anteriormente que funciona en serie. La primera fase se utiliza para retirar el agua, dióxido de carbono y nitrógeno parcial gaseosos en el aire, y la segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase debe controlarse al 21~23% (V); la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, tercera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER3, segunda represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER2, primera represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER1, represurización de gas de purga R', represurización final FR. La concentración de oxígeno en el gas de salida descargado de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase debe controlarse a aproximadamente el 93% (V); la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, primera despresurización por igualación a contracorriente B1D', segunda despresurización por igualación a contracorriente B2D', tercera despresurización por igualación a contracorriente B3D', represurización final FR. La tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en la mezcla gaseosa que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 99,5% (V). La torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, evacuación VC, represurización por igualación a contracorriente ER.

El resultado de este ejemplo es que la concentración de oxígeno es superior al 99,5% (v), la concentración de nitrógeno es superior al 99,9% (v) y la recuperación de oxígeno es superior al 99,5% (v).

Aplicación industrial

La presente invención puede aplicarse a una amplia variedad del campo industrial de la ingeniería química, procesamiento petroquímico, farmacia, materiales de construcción, protección medioambiental, etcétera.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de preparación de oxígeno con un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases, en el que se separan oxígeno y nitrógeno a partir de aire; siendo la producción oxígeno y nitrógeno; adoptando el procedimiento un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y el argón en una mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% en volumen; la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R', represurización final FR; la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR; la torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D y represurización de gas de purga R', en el que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la torre de adsorción de la segunda fase añade una etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED tras la etapa de adsorción A, y añade la etapa de represurización por igualación a contracorriente ER tras la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' mientras tanto; la mezcla gaseosa de la etapa de represurización ER procede de la etapa de despresurización ED;
- 30 y/o
- la torre de adsorción de la tercera fase añade una etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED tras la etapa de adsorción A, y añade la etapa de represurización por igualación a contracorriente ER tras la etapa de represurización de gas de purga R' mientras tanto; la mezcla gaseosa de la etapa de represurización ER procede de la etapa de despresurización ED.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la torre de adsorción de la primera fase añade una etapa de despresurización por igualación en dos extremos 2ED' tras la etapa de adsorción A, y añade una etapa de represurización por igualación en dos extremos 2ER' tras la etapa de despresurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER mientras tanto; la mezcla gaseosa de la etapa de despresurización por igualación en dos extremos 2ER' procede de la etapa de despresurización por igualación 2ED'.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la torre de adsorción de la tercera fase añade la etapa de evacuación VC tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D.
5. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la torre de adsorción de la tercera fase añade la etapa de evacuación VC tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D.
6. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la torre de adsorción de la primera fase añade una etapa de despresurización a contracorriente BD tras la etapa de purga P'.
7. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la mezcla gaseosa descargada de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' en la torre de adsorción de la segunda fase entra en un recipiente de compensación V hasta el equilibrio de la presión; mientras tanto, la torre de adsorción de la primera fase se conecta con el recipiente de compensación V, a la vez que se procede a la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, hasta el equilibrio de la presión.
8. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la mezcla gaseosa descargada de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' en la torre de adsorción de la segunda fase entra en un recipiente de compensación V hasta el equilibrio de la presión; mientras tanto, la torre de adsorción de la primera fase se conecta con el recipiente de compensación V, a la vez que se procede a la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, hasta el equilibrio de la presión.
9. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la mezcla gaseosa descargada de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' en la torre de adsorción de la segunda fase entra en un recipiente de compensación V hasta el equilibrio de la presión; mientras tanto, la torre de adsorción de la primera

fase se conecta con el recipiente de compensación V, a la vez que se procede a la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, hasta el equilibrio de la presión.

- 5 10. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, es del 21 al 80% en volumen.
11. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, es del 21 al 80% en volumen.
- 10 12. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, es del 21 al 80% en volumen.
13. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, es del 21 al 25% en volumen.
- 15 14. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, es del 21 al 25% en volumen.
15. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la concentración de oxígeno promedio en el gas de salida, que procede de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase, es del 21 al 25% en volumen.
- 20 16. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases es de 0,001 a 0,6 MPa(g);
- 25 o
- la presión de la etapa de adsorción A de la primera fase y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase es de 0,001 a 0,05 MPa(g); la presión de la etapa de adsorción A del dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase es de 0,1 a 0,6 MPa(g).
- 30 17. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases es de 0,001 a 0,6 MPa(g);
- 35 o
- la presión de la etapa de adsorción A de la primera fase y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase es de 0,001 a 0,05 MPa(g); la presión de la etapa de adsorción A del dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase es de 0,1 a 0,6 MPa (g).
- 40 18. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases es de 0,001 a 0,6 MPa(g);
- 45 o
- la presión de la etapa de adsorción A de la primera fase y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase es de 0,001 a 0,05 MPa(g); la presión de la etapa de adsorción A del dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase es de 0,1 a 0,6 MPa (g).
- 50 19. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que los adsorbentes que se rellenan en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular desde la parte inferior hacia arriba; el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la segunda fase es un tamiz molecular sólo; y el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la tercera fase es un adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno o adsorbente selectivo de oxígeno mediante cinética de adsorción.
- 55 20. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que los adsorbentes que se rellenan en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular desde la parte inferior hacia arriba; el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la segunda fase es un tamiz molecular sólo; y el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la tercera fase es un adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno o un adsorbente selectivo de oxígeno mediante cinética de adsorción.
- 60 21. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que los adsorbentes que se rellenan en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular desde la parte inferior hacia arriba; el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la segunda fase es un tamiz molecular sólo; y el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la tercera fase es un adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno o un adsorbente selectivo de oxígeno mediante cinética de adsorción.
- 65

- 5 22. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase son mayores que o iguales a 1 vez durante un periodo de circulación.
- 10 23. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase son mayores que o iguales a 1 vez durante un periodo de circulación.
- 15 24. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase son mayores que o iguales a 1 vez durante un periodo de circulación.
- 20 25. Procedimiento según la reivindicación 18, en el que la frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase son de 3 a 7 veces durante un periodo de circulación.
- 25 26. Procedimiento según la reivindicación 19, en el que la frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase son de 3 a 7 veces durante un periodo de circulación.
- 30 27. Procedimiento según la reivindicación 20, en el que la frecuencia de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente ED' en la torre de adsorción de la segunda fase y la frecuencia de la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER en la torre de adsorción de la primera fase son de 3 a 7 veces durante un periodo de circulación.
- 35 28. Procedimiento de preparación de oxígeno con un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases, en el que se separan oxígeno y nitrógeno a partir de aire; siendo la producción oxígeno y nitrógeno; adoptando el procedimiento un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en una mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% en volumen; la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', purga P', despresurización a contracorriente BD, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización de gas de purga R', represurización final FR; la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización por igualación a contracorriente ER, represurización final FR; la torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D y represurización de gas de purga R' en el que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED.
- 50 29. Procedimiento según la reivindicación 28, en el que la presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases es de 0,2 a 0,6 MPa(g).
- 55 30. Procedimiento de preparación de oxígeno con un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases, en el que se separan oxígeno y nitrógeno a partir de aire; siendo la producción oxígeno y nitrógeno; adoptando el procedimiento un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en una mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de
- 60
- 65

adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% en volumen; la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en dos extremos 2ED', evacuación VC, la
 5 represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización por igualación en dos extremos 2ER', represurización final FR; la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR; la torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga de producto de oxígeno P', despresurización de producto de oxígeno D y represurización de gas de purga R', en el que la etapa de represurización por igualación a
 10 contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A.

31. Procedimiento según la reivindicación 30, en el que la torre de adsorción de la segunda fase añade una etapa de despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED tras la etapa de adsorción A, y añade la etapa de represurización a contracorriente ER tras la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' mientras tanto; la mezcla gaseosa de la etapa de represurización ER procede de la etapa de despresurización ED.

32. Procedimiento según la reivindicación 30 ó 31, en el que la torre de adsorción de la primera fase añade la etapa de despresurización a contracorriente BD tras la etapa de despresurización por igualación en dos extremos 2ED'.

33. Procedimiento según la reivindicación 30 ó 31, en el que la mezcla gaseosa descargada de la etapa de despresurización por igualación a contracorriente BD' en la torre de adsorción de la segunda fase entra en un recipiente de compensación V hasta el equilibrio de la presión; mientras tanto, la torre de adsorción de la primera fase se conecta con el recipiente de compensación V, a la vez que se procede a la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, hasta el equilibrio de la presión.

34. Procedimiento según la reivindicación 30 ó 31 en el que la presión de la etapa de adsorción A de un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases es de 0,005 a 0,6 MPa(g).

35. Procedimiento de preparación de oxígeno con un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases, en el que se separan oxígeno y nitrógeno a partir de aire; siendo la producción oxígeno y nitrógeno; adoptando el procedimiento un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y argón en una mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% en volumen; la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R', represurización final FR; la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR; la torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, despresurización de producto de oxígeno D y represurización por igualación a contracorriente ER, en el que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A.

36. Procedimiento según la reivindicación 35, en el que la torre de adsorción de la tercera fase añade la etapa de evacuación VC tras la etapa de despresurización de producto de oxígeno D.

37. Procedimiento según la reivindicación 35 ó 36, en el que los adsorbentes que se rellenan en la torre de adsorción de la primera fase son alúmina activada y tamiz molecular desde la parte inferior hacia arriba; el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la segunda fase es un tamiz molecular sólo; y el adsorbente que se rellena en la torre de adsorción de la tercera fase es un adsorbente de equilibrio de adsorción de oxígeno o un adsorbente selectivo de oxígeno mediante cinética de adsorción.

38. Procedimiento de preparación de oxígeno con un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases, en el que se separan oxígeno y nitrógeno a partir de aire; siendo la producción oxígeno y nitrógeno; adoptando el procedimiento un dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tres fases que funciona en serie, en el que el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de primera fase se utiliza para retirar dióxido de carbono y agua así como nitrógeno parcial y enriquecer el nitrógeno, el dispositivo de adsorción por oscilación de

la presión de segunda fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno en un gas intermedio que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la primera fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta el nivel deseado, y el dispositivo de adsorción por oscilación de la presión de tercera fase se utiliza para retirar adicionalmente el nitrógeno y el argón en una mezcla gaseosa enriquecida en oxígeno que se descarga de la torre de adsorción en la etapa de adsorción de la segunda fase y aumentar la concentración de oxígeno hasta ser superior al 95% en volumen; la torre de adsorción de la primera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, purga P', evacuación VC, la represurización por igualación a contracorriente de gas de segunda fase 2ER, represurización de gas de purga R', represurización final FR; la torre de adsorción de la segunda fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación a contracorriente BD', represurización final FR; la torre de adsorción de la tercera fase se somete secuencialmente a las siguientes etapas en un periodo de circulación: adsorción A, despresurización por igualación en el sentido de la corriente ED, evacuación VC y represurización por igualación a contracorriente ER, en el que la etapa de represurización por igualación a contracorriente de gas 2ER de la primera fase se realiza, tras la etapa de evacuación VC, mediante la despresurización por igualación a contracorriente BD' de la segunda fase con el gas descargado de la torre de adsorción de la segunda fase que ha completado la etapa de adsorción A.

Vez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Torre																									
A	A				P'				VC				2ER				R'				FR				
B	R'	FR				A				P'				VC				2ER							
C	VC	2ER				R'				FR				A				P'				VC			
D	P'	VC				2ER				R'				FR				A							

FIG.1

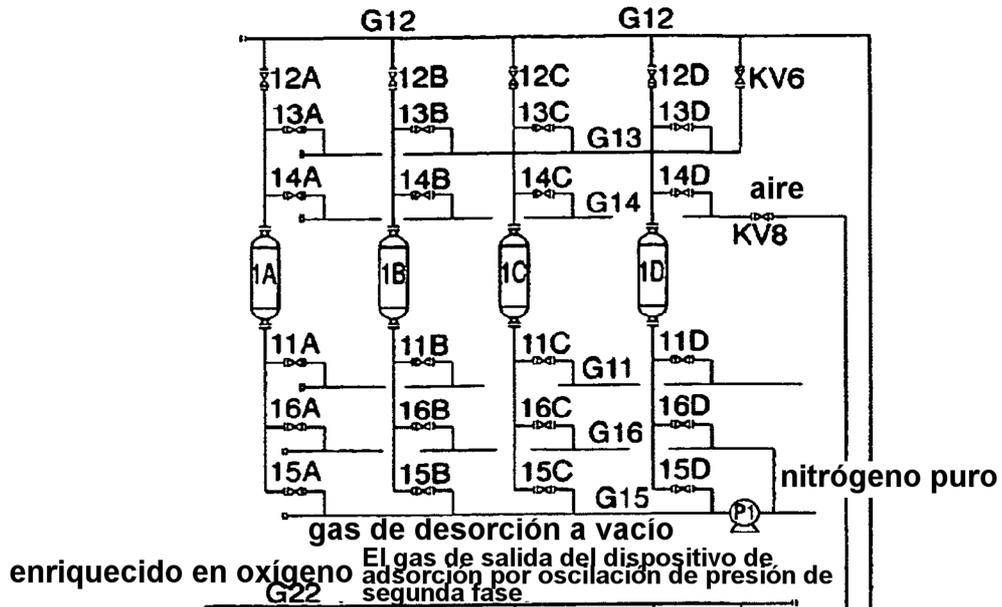
Vez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Torre																									
A	A												BD				FR				A				
B	FR				A												BD'								
C	A				BD'				FR				A				BD'								
D	A				BD'				FR				A												

FIG.2

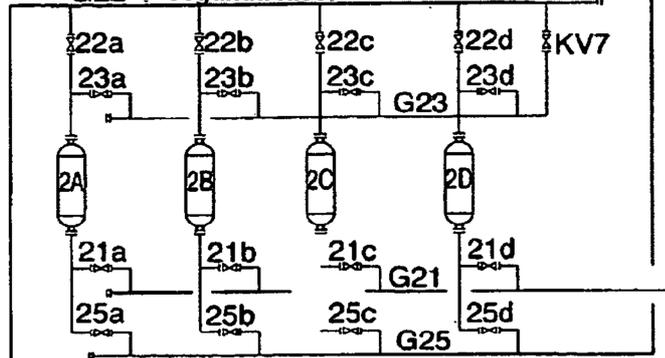
Ve Torre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
A				A					P'						D										
B				R'					A						P'										
C				D					R'						A										
D				P'					D						R'										

FIG.3

El gas de salida del dispositivo de adsorción por oscilación de presión de primera fase



enriquecido en oxígeno



El gas de salida del dispositivo de adsorción por oscilación de presión de tercera fase

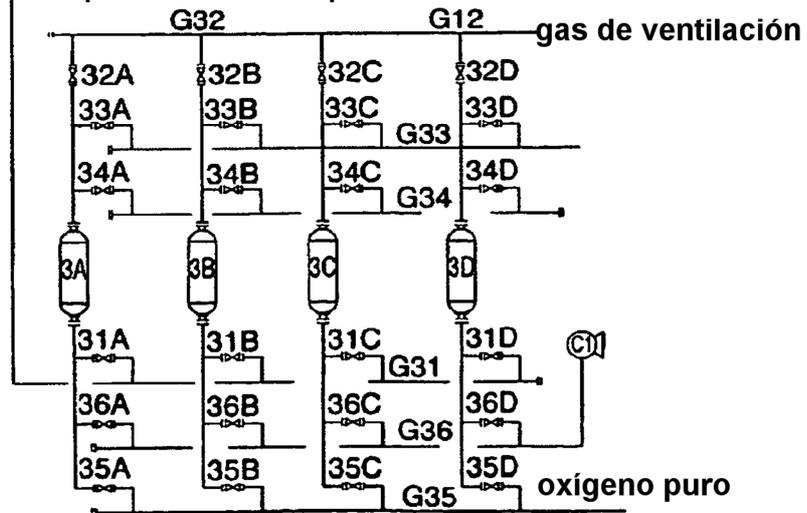


FIG. 4