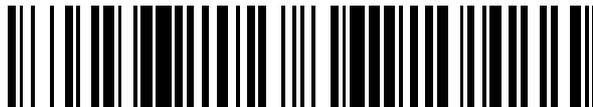


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 668**

51 Int. Cl.:

F25J 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2012 PCT/FR2012/050701**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12131277**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2012 E 12717421 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2691718**

54 Título: **Proceso de producción de un gas de aire a presión por destilación criogénica**

30 Prioridad:

31.03.2011 FR 1152734

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

11.07.2018

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75 quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

LE BOT, PATRICK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 675 668 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

Proceso de producción de un gas de aire a presión por destilación criogénica

La presente invención se relaciona con un proceso de producción de un gas de aire a presión por destilación criogénica.

5 Un objetivo de la invención es proponer una alternativa para realizar esquemas de proceso que permitan mejorar los costes de instalación de los aparatos de separación de aire para una producción de oxígeno entre 10 y 16 bares, preferentemente entre 14 y 16 bares, así pues, del orden de 15 bares.

10 El estado de la técnica industrial, para los aparatos que producen oxígeno bajo presión del orden de 15 bares está constituido por aparatos "a bomba", que utilizan un compresor de aire principal a una presión del orden de 6 bares aproximadamente, y un compresor de sobrepresión de aire que comprime una parte del caudal de aire a una presión del orden de 35-40 bares. Pero esta solución no está disponible para aparatos de tamaños pequeños, para los cuales la combinación de caudal pequeño a sobrepresionar y de una presión de descarga muy elevada lleva a una caudal real a la salida del compresor de sobrepresión demasiado pequeño para ser realizable tecnológicamente.

15 Por consiguiente, para los aparatos pequeños, se debe recurrir a la utilización de compresores de oxígeno, costosos.

La solución propuesta permite reducir los costes para tales aparatos, por la utilización de un compresor de aire único, a una presión de descarga moderadamente elevada, lo que propone una ventaja competitiva con respecto a las dos soluciones precedentes: unicidad del compresor y evitación de un compresor de oxígeno costoso.

20 El documento de patente de EE.UU. US-A-20050126221 describe un proceso de separación de aire. Para producir oxígeno bajo presión, dos compresores de sobrepresión en serie que comprimen el aire a temperaturas intermedias del intercambiador principal, la temperatura de entrada del primer compresor de sobrepresión siendo más caliente que la temperatura de salida del segundo compresor de sobrepresión. Un grupo frigorífico se utiliza para rebajar la temperatura de entrada del segundo compresor de sobrepresión, aumentando así la complejidad del proceso.

25 El documento de patente de EE.UU. US-A-20060010912 describe un proceso de separación de aire en el cual aire a media presión es sobrepresionado en dos compresores de sobrepresión fríos en serie.

Los dos compresores de sobrepresión no deben estar acoplados a una turbina, ya que las turbinas del proceso no funcionan más que durante una marche particular que permite fabricar el líquido. En funcionamiento nominal, el proceso es mantenido en frío por añadido de líquido criogénico.

Todas las presiones son presiones absolutas.

30 Según la invención, todo el aire es llevado a alta presión (sensiblemente más alta que la presión de la columna de media presión, es decir, superior en al menos 3 bares a la media presión) y depurado a esta presión, y después dividido en al menos partes. Sólo una fracción del aire, la fracción que se licua posteriormente al extremo frío de la línea de intercambio principal, sufre una sucesión de compresiones criogénicas de forma que se lleve este caudal a una presión suficiente para permitir la vaporización de oxígeno a la presión deseada. Preferentemente, el resto del
35 aire es expandido en al menos una turbina a la presión de la columna de media presión. Al menos una parte del trabajo liberado por la expansión del aire se utiliza para la compresión criogénica.

El documento de patente de EE.UU. US-A-5475980 describe un proceso según el preámbulo de la reivindicación 1.

Según un objeto de la invención, se prevé un proceso según la reivindicación 1.

Según otras características opcionales:

40 - las dos turbinas tienen temperaturas de entrada iguales o diferentes, constituidas por la tercera temperatura intermedia y una cuarta temperatura intermedia de la línea de intercambio;

- la tercera temperatura es inferior a la primera temperatura;

- la tercera temperatura difiere de la cuarta temperatura en como máximo 20 °C, incluso en como máximo 10 °C;

- la primera temperatura es superior a la segunda temperatura;

45 - la primera temperatura es inferior o igual a la segunda temperatura;

- se disipa una parte de la energía generada por al menos una de las turbinas;

- se disipa una parte de la energía por medio de un sistema de freno hidráulico conectado a la turbina;

- una parte del aire se licua a la alta presión, preferentemente en la línea de intercambio;

ES 2 675 668 T3

- el aire de al menos una de las turbinas es enviado a la columna que opera a la presión más elevada;
 - todo el aire sobrepresionado en el primer compresor de sobrepresión es enviado al segundo compresor de sobrepresión;
 - 5 - todo el aire depurado en la unidad de depuración es enviado a la línea de intercambio a la presión de salida de la unidad de depuración;
 - el sistema comprende una doble columna de separación de aire que comprende una primera columna y una segunda columna que opera a presión más baja que la primera, siendo enviado el aire expandido en las dos turbinas a la primera columna;
 - la primera temperatura es más fría que la temperatura de salida del segundo compresor de sobrepresión;
 - 10 - las temperaturas de salida del primer y del segundo compresor de sobrepresión están entre -125 °C y -145 °C.
- La invención se describirá con más detalle refiriéndose a la figura que ilustra un proceso de separación de aire según la invención.
- Un caudal de aire 1 es comprimido en un compresor principal 3 hasta una presión al menos 3 bares por encima de la presión de la columna 31, que es la columna de media presión de una doble columna de separación de aire por destilación criogénica. El aire comprimido es depurado en una unidad de depuración 7 para formar el caudal depurado 9. El caudal depurado es enviado a la línea de intercambio 11 sin haber sido enfriado y en la línea de intercambio se enfría hasta una primera temperatura intermedia. A esta temperatura, el aire es dividido en una parte 13 y una parte 14. La parte 13 se mete en un solo primer compresor 15 que tiene una única etapa a la primera temperatura intermedia donde aquella es sobrepresionada. El aire sobrepresionado es enviado a la línea de intercambio 11 donde se enfría de nuevo hasta una segunda temperatura intermedia, inferior a la primera temperatura intermedia. A esta segunda temperatura intermedia, al menos una parte del aire sobrepresionado en el compresor de sobrepresión 15, incluso todo el aire 13, es sobrepresionada en un solo segundo compresor 25 que tiene una única etapa.
- 15
- 20
- La primera temperatura intermedia difiere de la segunda temperatura en como máximo 10 °C y las primera y segunda temperaturas están comprendidas entre -145 °C y -165 °C.
- 25
- La primera temperatura intermedia puede, eventualmente, ser superior o igual a la segunda temperatura intermedia.
- Cada una de las temperaturas de salida de los compresores de sobrepresión 15, 25 está entre -110 °C y -150 °C, preferentemente entre -125 °C y -145 °C.
- 30
- El caudal doblemente sobrepresionado 13 es reenviado a la línea de intercambio a la presión requerida para la vaporización de un caudal de oxígeno bajo presión. El caudal sobrepresionado 13 se enfría a esta presión hasta el extremo frío de la línea de intercambio 11 y se condensa. A la salida del intercambiador, el caudal es expandido y es enviado a la columna de media presión 31.
- 35
- El resto del aire 14 es dividido en dos o tres partes. Según una variante, todo el aire 14 es dividido en dos partes. Una parte 19 es enviada a una turbina 17 que tiene una temperatura de entrada que es una tercera temperatura intermedia de la línea de intercambio, y después es enviada en forma gaseosa a la columna de media presión 31. Otra parte 21 es enviada a una turbina 27 que tiene una temperatura de entrada que es una cuarta temperatura intermedia de la línea de intercambio, superior a la tercera temperatura, y después es enviada en forma gaseosa a la columna de media presión 31. Preferentemente, las partes 19, 21 son mezcladas para formar un solo caudal 23.
- 40
- De manera diferente, además de las partes 19, 21, una parte 26 del aire a alta presión puede, eventualmente, proseguir su enfriamiento hasta el extremo frío de la línea de intercambio 11 y condensarse. A la salida del intercambiador, aquella será expandida en una válvula y enviada al sistema de columnas, por ejemplo, a la columna de media presión 31.
- 45
- La columna doble comprende una columna de media presión 31 y una columna de baja presión 33, conectadas térmicamente entre sí con caudales de reflujo 39, 41 de manera continua.
- La columna de baja presión 33 produce un caudal de nitrógeno 43 que se recalienta en la línea de intercambio 11. Aquella produce igualmente oxígeno líquido 35 en depósito que es presurizado en 37 a una presión entre 10 y 16 bares y se vaporiza en la línea de intercambio para formar oxígeno gaseoso bajo presión.
- Es concebible vaporizar oxígeno líquido a dos presiones diferentes de esta manera o vaporizar nitrógeno líquido o argón líquido, eventualmente, presurizado al mismo tiempo que el oxígeno líquido.
- 50
- En el caso en el que se vaporizan dos productos en la línea de intercambio (o un producto a dos niveles de presión diferentes), una parte del caudal 13 podrá proseguir su enfriamiento hasta el extremo frío del intercambiador y no ser sobrepresionado por el compresor de sobrepresión 25. Esta fracción de caudal se condensará. A la salida del

intercambiador, aquella será expandida en una válvula y enviada al sistema de columnas, por ejemplo a la columna de media presión 31.

- 5 El compresor de sobrepresión 15 está accionado al menos en parte por una de las dos turbinas 17 o 25, y el compresor de sobrepresión 25 por la otra turbina 25 o 17. En cada caso, puede igualmente haber un motor o un generador acoplado al compresor. Un dispositivo de disipación de energía 22, 24, por ejemplo un freno, preferiblemente un sistema de freno hidráulico, se integrará a al menos uno de los dos sistemas turbina/compresor 15/17, 25/27.

REIVINDICACIONES

1. proceso de separación de aire por destilación criogénica en una instalación que comprende un sistema de columnas (31, 33), de las cuales una columna (31) opera a la presión más elevada denominada la media presión, en el cual:
- 5 - todo el aire es llevado a una alta presión, superior en al menos 3 bares a la media presión, depurado a esta presión en una unidad de depuración (7)
- todo el aire es enviado a la temperatura de salida de la unidad de depuración a una línea de intercambio (11);
- todo el aire depurado es enfriado en la línea de intercambio (11) y una parte del aire depurado es sobrepresionada por medio de al menos un primer compresor de sobrepresión (15) de una sola etapa y que aspira a una primera temperatura intermedia de la línea de intercambio;
- 10 - al menos una parte del aire sobrepresionado en el primer compresor de sobrepresión es sobrepresionada por medio de al menos un segundo compresor de sobrepresión (25) de una sola etapa y que aspira a una segunda temperatura intermedia de la línea de intercambio y es reenviado a la línea de intercambio donde se enfría, después se licua, eventualmente en el extremo frío de la línea de intercambio, y es enviado al sistema de columnas después de su expansión;
- 15 - otra parte del aire depurado bajo la presión alta es enfriado en la línea de intercambio, después, al menos en parte, expandida en al menos dos turbinas (17, 27) que tienen una o dos temperaturas de entrada que es una temperatura intermedia o que son dos temperaturas intermedias de la línea de intercambio, y después enviada al sistema de columnas para ser separada;
- 20 - el trabajo liberado por la expansión del aire se utiliza, al menos parcialmente, para la compresión criogénica efectuada por el primer y el segundo compresor de sobrepresión acoplando el primer compresor de sobrepresión a una de las dos turbinas y el segundo compresor de sobrepresión a la otra de las dos turbinas;
- oxígeno líquido es presurizado a una presión inferior o igual a 16 bares preferentemente entre 10 y 16 bares, y se vaporiza en la línea de intercambio
- 25 caracterizado por que la parte del aire sobrepresionada en el primer compresor de sobrepresión constituye entre 10% y 35% del aire depurado y la parte del aire expandida en al menos dos turbinas constituye entre 65% y 90% del aire depurado, la parte del aire sobrepresionada en el primer compresor de sobrepresión es enfriada en la línea de intercambio aguas arriba del segundo compresor de sobrepresión, un dispositivo de disipación de energía (22, 24) está acoplado a al menos uno de los compresores de sobrepresión, la primera temperatura intermedia difiere de la
- 30 segunda temperatura intermedia en como máximo 10 °C y las primera y segunda temperaturas intermedias están comprendidas entre -145 °C y -165 °C y las temperaturas de salida del primer y del segundo compresor de sobrepresión (15, 25) están entre -110 °C y -150 °C.
2. proceso según la reivindicación 1, en el cual las dos turbinas (17, 27) tienen temperaturas de entrada diferentes, constituidas por una tercera temperatura intermedia y una cuarta temperatura intermedia de la línea de intercambio.
- 35 3. proceso según la reivindicación 2, en el cual la tercera temperatura intermedia 15 es inferior a la primera temperatura intermedia.
4. proceso según la reivindicación 2 o 3, en el cual la tercera temperatura intermedia difiere de la cuarta temperatura intermedia en como máximo 20 °C, incluso como máximo 10 °C.
5. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la primera temperatura intermedia es superior
- 40 a la segunda temperatura intermedia.
6. proceso según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la primera temperatura intermedia es inferior o igual a la segunda temperatura intermedia.
7. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual se disipa una parte de la energía generada por al menos una de las turbinas.
- 45 8. proceso según la reivindicación 7, en el cual se disipa una parte de la energía por medio de un sistema de freno hidráulico (22, 24) conectado a la turbina.
9. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual todo el aire sobrepresionado en el primer compresor de sobrepresión (15) es enviado al segundo compresor de sobrepresión (25).
- 50 10. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual todo el aire depurado en la unidad de depuración (7) es enviado a la línea de intercambio a la presión de salida de la unidad de depuración.

11. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el sistema comprende una doble columna de separación de aire que comprende una primera columna (31) y una segunda columna (33) que opera a presión más baja que la primera y en el cual el aire expandido en las dos turbinas (17, 27) es enviado a la primera columna.

5 12. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual todo el aire destinado a la separación es enviado al extremo caliente de la línea de intercambio (11).

13. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la primera temperatura intermedia es más fría que la temperatura de salida del segundo compresor de sobrepresión (25).

14. proceso según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las temperaturas de salida del primer y del segundo compresor de sobrepresión (15, 25) están entre -125 °C y -145 °C.

10

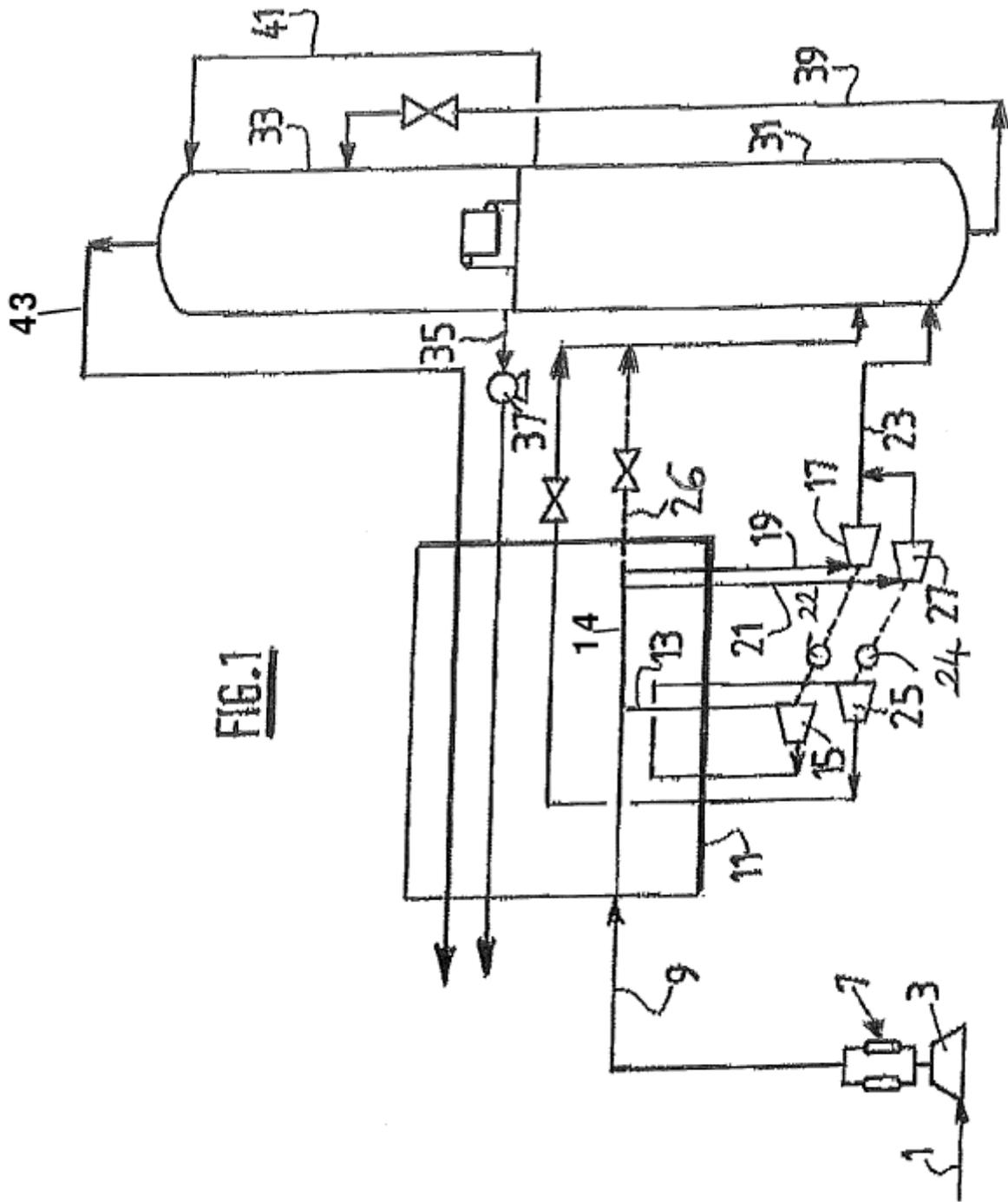


FIG. 1