

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 260**

51 Int. Cl.:

F25J 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2010 E 10776785 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 2510294**

54 Título: **Procedimiento y aparato o equipo de separación de aire mediante destilación criogénica**

30 Prioridad:

11.12.2009 FR 0958880

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

18.08.2014

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:

DAVIDIAN, BENOIT

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 486 260 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato o equipo de separación de aire mediante destilación criogénica

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato o equipo de separación de aire mediante destilación criogénica.

5 Se sabe cómo separar el aire en un equipo o aparato que comprende una columna de media presión y dos columnas de baja presión que funcionan a la misma presión, siendo alimentada una de las columnas de baja presión en cabecera por el líquido de depósito de la otra y teniendo cada columna de baja presión un condensador de depósito

10 Un objetivo de la invención es reducir la energía de separación para producir oxígeno impuro, en particular en el caso en que no hay coproducción de nitrógeno.

Otro objetivo de la invención es reducir el coste de al menos algunos elementos del aparato.

Todos los porcentajes relativos a purezas son porcentajes molares.

15 La invención implica la utilización de un compresor frío para comprimir un gas rico en oxígeno, que proviene de un recinto que opera a una presión por debajo de la de la columna de baja presión, siendo destinado el gas al depósito de una columna de baja presión. Ello permite desacoplar la presión en el depósito de la columna de media presión de la de la parte superior de la columna de baja presión.

La invención es particularmente interesante en el caso en el que el aire se condensa parcialmente en el condensador del recinto que opera a presión más baja que la columna de baja presión.

20 Según un objetivo de la invención, se prevé un procedimiento de separación de aire por destilación criogénica en el cual:

i) se enfría un caudal de aire comprimido y purificado en un intercambiador y se envía a una columna que opera a una presión media;

ii) el caudal de aire se separa en un caudal enriquecido en nitrógeno y un caudal enriquecido en oxígeno;

iii) una parte del caudal enriquecido en nitrógeno se envía a una columna de baja presión;

25 iv) al menos una parte del caudal enriquecido en oxígeno se envía a la columna de baja presión;

v) se extrae de la cabecera de la columna de baja presión un caudal rico en nitrógeno;

vi) se extrae de la cabecera de la columna de baja presión un caudal rico en oxígeno y se envía a un recinto que contiene al menos un condensador-vaporizador;

30 vii) un caudal gaseoso que proviene del recinto de donde es extraído se reenvía a la primera columna de baja presión, preferentemente a su depósito;

viii) una parte del caudal enriquecido en nitrógeno de la etapa ii) se condensa, de forma parcial al menos, en un condensador alimentado por un líquido del depósito de la columna de baja presión y se envía a la columna de media presión y/o a la columna de baja presión;

35 ix) un caudal de gas que produce calor, eventualmente al menos una parte del aire comprimido, purificado y enfriado en el intercambiador de la etapa i), se condensa al menos parcialmente en el condensador vaporizador del recinto;

x) se extrae del recinto un fluido más rico en oxígeno que el caudal extraído del depósito de la columna de baja presión,

40 caracterizado porque se descomprime el caudal rico en oxígeno extraído del depósito de la columna de baja presión más arriba del depósito y se presuriza el caudal gaseoso del depósito corriente arriba de la primera columna de baja presión.

Preferentemente,

- se comprime el caudal gaseoso que proviene del recinto en un compresor que tiene una temperatura de entrada inferior a -50°C ; preferentemente no hay ninguna etapa de calentamiento entre el recinto y el compresor;

45 - se descomprime el caudal rico en oxígeno extraído de la columna de baja presión a una presión como mucho 1 bar por debajo de la presión en el depósito de la columna de baja presión, preferentemente como mucho 0,5 bar, incluso como mucho 0,2 bar por debajo de esta presión y/o se comprime el caudal gaseoso que proviene del

recinto para aumentar su presión en 1 bar como mucho, preferentemente 0,5 bar como mucho, incluso 0,2 bar como mucho corriente arriba de la columna de baja presión;

- el recinto no contiene medio de intercambio de masas, incluso no contiene guarniciones ni bandejas de destilación;

- 5 - el recinto constituye una segunda columna de baja presión y contiene medios de intercambio de masa, como guarniciones o bandejas de destilación, colocadas al menos por encima del condensador.

Según otro objetivo de la invención, se prevé un aparato o equipo de separación de aire que comprende una columna de media presión, una columna de baja presión, un recinto, un intercambiador, un condensador de la columna de baja presión y un condensador colocado en el recinto, un conducto para enviar aire comprimido, purificado y enfriado desde el intercambiador a la columna de media presión, un conducto para enviar un gas que genere calor al condensador colocado en el recinto, un conducto para enviar un gas enriquecido en nitrógeno desde la columna de media presión al condensador de la columna de baja presión, un conducto para enviar un caudal enriquecido en oxígeno desde el depósito de la columna de media presión a la columna de baja presión, un conducto para enviar líquido rico en oxígeno desde el depósito de la columna de baja presión al recinto, un conducto para extraer desde el recinto un fluido más rico en oxígeno que el enviado al recinto, un conducto para reenviar un gas desde el recinto a la columna de baja presión, un conducto para extraer un gas desde la cabecera de la columna de baja presión caracterizado porque comprende un medio de descompresión para descomprimir el líquido rico en oxígeno corriente abajo de la zona de depósito de la columna de baja presión y corriente arriba del recinto y un compresor para comprimir el gas del recinto corriente abajo del recinto y corriente arriba de la columna de baja presión.

Eventualmente:

- el recinto comprende medios de intercambio de materia por encima del condensador;
- el recinto no comprende ningún medio de intercambio de materia por encima del condensador;
- el aparato comprende una turbina y un conducto para enviar un gas rico en nitrógeno desde la columna de media presión a la turbina;
- el aparato comprende una bomba para presurizar un caudal de oxígeno líquido que proviene de la columna de baja presión y/o del recinto situado corriente arriba del intercambiador

La invención se describirá con más detalle en referencia a las figuras, las cuales representan equipos o conjuntos de aparatos según la invención.

30 En la figura 1, el aire 1 se comprime entre 3 y 5 bares en un compresor 3, se purifica en una unidad de purificación 5 y se divide en dos flujos. Una parte 9 se enfría en el intercambiador 13 y se envía al condensador de depósito 15 de un recinto 141 en el cual se condensa parcialmente antes de ser enviada a la columna de media presión 39 de una doble columna.

35 La doble columna comprende la columna de media presión 39 y una columna de baja presión 41 situada encima de ella, estando asegurando el enlace térmico entre las dos columnas por un condensador 25 en la zona de depósito de la columna de baja presión 41.

40 La otra parte del aire 7 se comprime en un compresor 11, se enfría en un intercambiador 13 y se utiliza para vaporizar oxígeno líquido bajo presión. Como el oxígeno se vaporiza a una baja presión, la vaporización tiene lugar en un vaporizador exterior 27, distinto del intercambiador 13. El aire licuado así formado se envía a la columna de media presión 39 después de descompresión en una válvula 19. Asimismo, el aire líquido se puede enviar a la columna de baja presión.

45 Del depósito de la columna de media presión 39 se extrae un líquido enriquecido en oxígeno 17, enfriado en el intercambiador 43, descomprimido en una válvula y enviado a la columna de baja presión 41. Se extrae un líquido 49 que tiene sustancialmente la composición del aire desde un nivel intermedio de la columna de media presión 39, se enfría en el intercambiador 43, se descomprime en una válvula y se envía a la columna de baja presión 41. De la cabeza de la columna de media presión 39 se extrae un líquido enriquecido en nitrógeno 47, se enfría en el intercambiador 43, se descomprime en una válvula y se envía a la cabecera de la columna de baja presión 41.

50 De la cabecera de la columna de baja presión se extrae un gas 45 rico en nitrógeno, se calienta en el intercambiador 43 y a continuación en el intercambiador 13. Una parte de este gas se puede comprimir en el compresor 35 para formar el caudal 37 que participa en la regeneración de la unidad de purificación 5.

De la cabecera de la columna de media presión 39 se extrae un caudal de nitrógeno a media presión 33, se calienta en el intercambiador 13 se descomprime en la turbina 23 y de nuevo se calienta en el intercambiador 13 antes de servir para la regeneración de la unidad de purificación 5.

- 5 Del depósito de la columna de baja presión 41 se extrae un caudal rico en oxígeno 53 que contiene entre 45 y 75 % de oxígeno, se descomprime en una válvula 51 y se envía a la cabecera del recinto 141 que, en esta variante, es una columna de destilación con un condensador de depósito 15. Por encima del condensador se encuentran medios de intercambio de calor y de masa 143, por ejemplo, guarniciones, estructuradas o no estructuradas, o bandejas. La válvula 51 no hace bajar la presión del líquido más que aproximadamente 0,15 bar.
- El líquido 53 se separa en el recinto para formar un líquido más rico en oxígeno 29 en el depósito. Es este líquido 29 el que es enviado al vaporizador 27 después de su presurización en la bomba 63. Se extrae un líquido de purga 61 del vaporizador 27. De manera alternativa, se puede extraer del recinto 141 un gas rico en oxígeno.
- 10 Del recinto se extrae un gas de cabecera 145, que se comprime a la temperatura de extracción en un compresor 21, el cual hace aumentar su presión en al menos 0,15 bar. El gas producido se reinyecta en el depósito de la columna de baja presión a la presión de salida del compresor 21.
- Con una diferencia de temperatura en el intercambiador 13 de 2° C en el extremo caliente, se obtiene una ganancia de aproximadamente 2,5 % respecto del mismo esquema sin el compresor frío en el depósito de la columna de baja presión.
- 15 El equipo de la figura 2 difiere del de la figura 1 en que el recinto 141 no contiene guarniciones o bandejas. También hay condensación parcial ascendente en el vaporizador 15. Así, la diferencia de composición entre el líquido 53 enviado al recinto y el líquido 29 extraído del recinto es mínima incluso si el líquido 29 es, sin embargo, más rico en oxígeno que el líquido 53. El gas 145 es el gas producido por vaporización parcial del líquido 53 en el recinto 141 por intercambio de calor con el aire 9.
- 20 Si se estrecha la diferencia de temperatura en el extremo caliente del intercambiador 13 a 2° C, se tiene una ganancia de aproximadamente 1,5 % respecto del mismo esquema sin compresor frío en el depósito de baja presión.
- 25 Se obtiene una energía muy ligeramente mejor que la del procedimiento del documento de la patente WO-A-2007/129152 con el intercambiador ajustado a 2° C en el extremo caliente. Incluso si en los dos procedimientos se utiliza un compresor frío, en la variante de la invención la potencia del compresor frío es 10 veces menor que en la variante de la técnica anterior y la turbina de nitrógeno 2 veces más pequeña. Asimismo, se constata que la tasa de compresión en la variante según la invención es muy débil y que para el compresor 21 puede bastar con una tecnología cercana a la de un ventilador: estos elementos permiten decir que el compresor frío 21 y la turbina 23 serán menos costosos que en el procedimiento de la técnica anterior.
- La compresión criogénica de un fluido relativamente rico en oxígeno no debe presentar problemas de seguridad.
- 30 El concepto de compresión de la parte de vapor en la columna de baja presión puede extenderse al caso de los esquemas con tres condensadores en la columna de baja presión, con uno o dos compresores fríos a situar entre los tres condensadores de la columna de baja presión.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de separación de aire por destilación criogénica en el cual
 - i) un caudal de aire comprimido y purificado se enfría en un intercambiador (13) y se envía a una columna (39) que opera a media presión;
 - 5 ii) el caudal de aire se separa en un caudal enriquecido en nitrógeno y un caudal enriquecido en oxígeno;
 - iii) una parte del caudal enriquecido en nitrógeno se envía a una columna de baja presión (41);
 - iv) al menos una parte del caudal enriquecido en oxígeno se envía a la columna de baja presión;
 - v) se extrae de la cabecera de la columna de baja presión un caudal rico en nitrógeno;
 - vi) se extrae de la cabecera de la columna de baja presión un caudal rico en oxígeno y se envía a un recinto
10 (141) que contiene al menos un condensador-vaporizador (15);
 - vii) un caudal gaseoso que proviene del recinto de donde es extraído se reenvía a la columna de baja presión, preferentemente a su depósito;
 - viii) una parte del caudal enriquecido en nitrógeno de la etapa ii) se condensa, de forma parcial al menos, en un
15 condensador (25) alimentado por líquido que proviene de la columna de baja presión y se envía a la columna de media presión y/o a la columna de baja presión;
 - ix) un caudal de gas que produce calor, eventualmente al menos una parte del aire comprimido, purificado y enfriado en el intercambiador de la etapa i), se condensa al menos parcialmente en el condensador vaporizador del recinto;
 - x) se extrae un fluido más rico en oxígeno del recinto que el caudal extraído del depósito de la columna de
20 baja presión,
 - xi) caracterizado porque se descomprime el caudal rico en oxígeno extraído del depósito de la columna de baja presión corriente arriba del depósito y se presuriza el caudal gaseoso del depósito corriente arriba de la primera columna de baja presión.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual se comprime el caudal gaseoso que proviene del recinto
25 en un compresor (21) que tiene una temperatura de entrada inferior a -50 °C, sin que, preferentemente, haya ninguna etapa de calentamiento entre el recinto y el compresor.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la 2, en el cual se descomprime el caudal rico en oxígeno
30 extraído de la columna de baja presión (41) hasta una presión como máximo 1 bar por debajo de la presión en el depósito de la columna de baja presión, preferentemente como mucho 0,5 bar, incluso como mucho 0,2 bar por debajo de esta presión y/o se comprime el caudal gaseoso que proviene del recinto (141) para aumentar su presión como mucho 1 bar, preferentemente como mucho 0,5 bar, incluso como mucho 0,2 bar, corriente arriba de la columna de baja presión.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el recinto (141) no contiene medios de intercambio de masa, incluso no contiene ni guarniciones ni bandejas de destilación.
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3 en el cual el recinto (141) constituye una segunda columna de baja presión y contiene medios de intercambio de masa (143), tales como guarniciones o bandejas de destilación, colocados al menos por encima del condensador.
6. Aparato o equipo de separación de aire que comprende una columna de media presión (39), una columna
40 de baja presión (41), un recinto (141), un intercambiador (13), un condensador (25) de la columna de baja presión y un condensador (15) colocado en el recinto, un conducto para enviar aire comprimido, purificado y enfriado desde el intercambiador a la columna de media presión, un conducto para enviar un gas generador de calor al condensador colocado en el recinto, un conducto para enviar un gas enriquecido en nitrógeno desde la columna de media presión al condensador de la columna de baja presión, un conducto para enviar un caudal enriquecido en oxígeno desde el depósito de la columna de media presión a la columna de baja presión, un conducto para enviar líquido rico en
45 oxígeno desde el depósito de la columna de baja presión al recinto, un conducto para extraer del recinto un fluido más rico en oxígeno que el enviado al recinto, un conducto para reenviar un gas desde el recinto a la columna de baja presión, un conducto para extraer un gas de la cabecera de la columna de baja presión caracterizado porque comprende un medio de descompresión (51) para descomprimir el líquido rico en oxígeno corriente abajo del depósito de la columna de baja presión y corriente arriba del recinto y un compresor (21) para comprimir el gas del
50 recinto corriente abajo del recinto y corriente arriba de la columna de baja presión

7. Aparato o equipo según la reivindicación 6 en el cual el recinto (141) comprende medios de intercambio de materia (143) por encima del condensador (15).

8. Aparato o equipo según la reivindicación 6 en el cual el recinto (141) no comprende ningún medio de intercambio de materia por encima del condensador (15).

5 9. Aparato o equipo según una de las reivindicaciones precedentes 6 a 8 que comprende una turbina (23) y un conducto para enviar un gas rico en nitrógeno desde la columna de media presión a la turbina.

10. Aparato o equipo según una de las reivindicaciones precedentes 6 a 9 que comprende una bomba (63) para presurizar un caudal de oxígeno líquido que proviene de la columna de baja presión y/o del recinto situado corriente arriba del intercambiador.

10

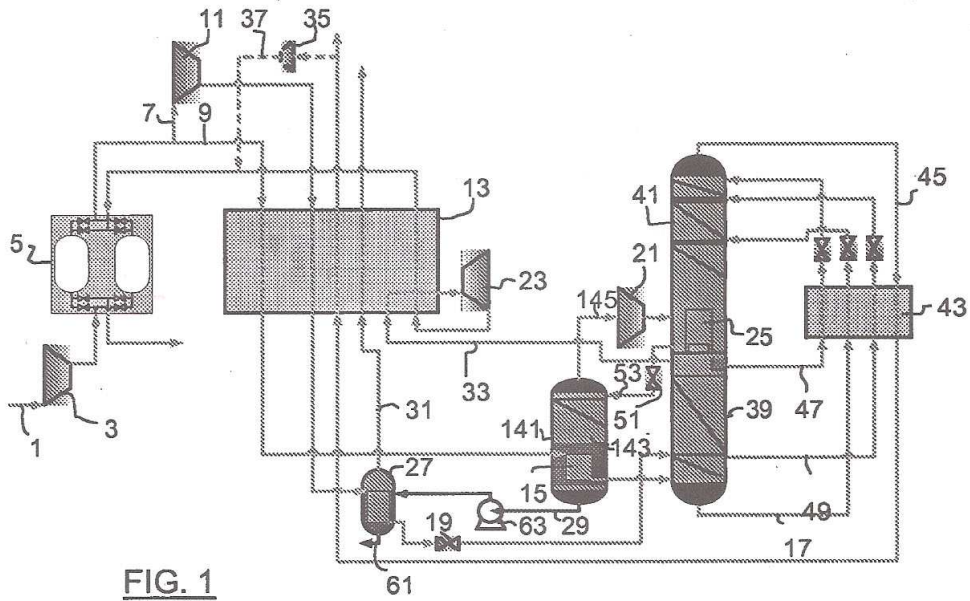


FIG. 1

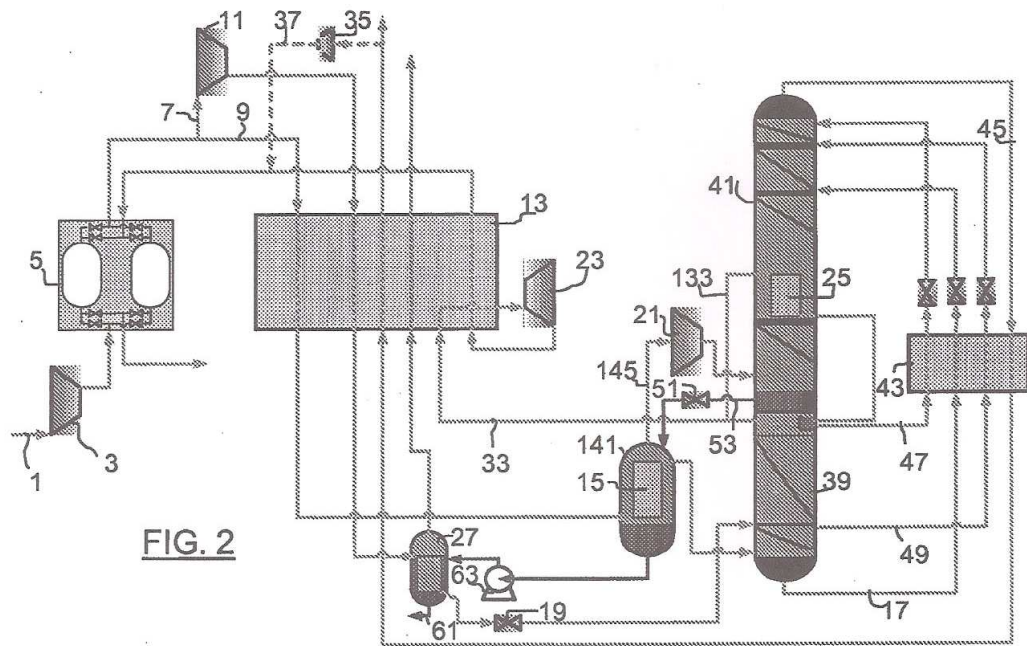


FIG. 2