

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 197**

51 Int. Cl.:

F04B 13/02 (2006.01)

F04B 15/08 (2006.01)

B01D 53/00 (2006.01)

F25J 3/00 (2006.01)

F25J 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2011 E 11773062 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015 EP 2619455**

54 Título: **Proceso e instalación de purificación de un flujo gaseoso**

30 Prioridad:

23.09.2010 FR 1057655

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

08.04.2015

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:

**DARDE, ARTHUR;
BRIGLIA, ALAIN;
TRAVERSAC, XAVIER y
SZAMLEWSKI, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 533 197 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 e instalación de purificación de un flujo gaseoso

La presente invención se refiere a un proceso de compresión de al menos dos flujos gaseosos en un compresor único y a su aplicación en un proceso de purificación de un flujo gaseoso que tiene como uno de sus componentes principales dióxido de carbono.

Una de las vías de tratamiento del CO₂ implica la purificación por condensación parcial de un flujo rico en CO₂ que comprende, típicamente, más del 30% molar de CO₂. Los flujos gaseosos enriquecidos en CO₂ son habitualmente recuperados a presiones diferentes a la salida de la unidad de purificación. También, cada uno de los flujos recuperados es comprimido en un compresor intermedio a la presión más alta de los flujos recuperados, antes de ser mezclado con los otros flujos recuperados para ser comprimido en un compresor final. El compresor final ve, pues, habitualmente, un flujo constituido por la mezcla de varios flujos que salen de compresores intermedios.

Sin embargo, los compresores intermedios pueden fallar. Hace falta, pues, asegurarse de que la falta repentina de moléculas en la aspiración del compresor final no le haga fallar, lo que entrañaría la pérdida de todas las moléculas de las diferentes fuentes.

Nótese que este problema puede presentarse en cuanto que se tiene un compresor que asegura la compresión de varios flujos gaseosos. En efecto, si la fuente de uno de los flujos gaseosos se agota repentinamente, hace falta poder asegurarse de la falta repentina de moléculas en la aspiración del compresor.

La solicitud de patente francesa publicada con el nº 2 877 939 divulga un proceso de compresión de al menos dos flujos gaseoso por un compresor único, en el cual al menos uno de los flujos gaseosos es introducido en un depósito tampón antes de ser introducido en el compresor.

La solicitud de patente francesa publicada con el nº 2 918 579 divulga un proceso de purificación de dióxido de carbono en el cual un flujo licuado enriquecido en dióxido de carbono es vaporizado a, al menos, dos niveles de presión para producir dos flujos gaseosos; siendo, a continuación, comprimido el flujo gaseoso de presión inferior, después mezclado con el segundo flujo, después, la mezcla introducida en un compresor final.

Nótese igualmente que se encuentra de nuevo este mismo problema cuando varios flujos son introducidos en un equipo que no soporta una fluctuación de caudal y/o de presión superior a un porcentaje crítico.

Una solución es un proceso de compresión de al menos 2 flujos gaseosos por un compresor único que no soporta una fluctuación de caudal y/o de presión superior a un porcentaje crítico, estando caracterizado dicho proceso por que al menos uno de los flujos gaseosos es introducido en un depósito tampón antes de ser introducido en el compresor único.

Durante una disminución del caudal de uno de los flujos gaseosos que entraña, en el seno del compresor único, una fluctuación del caudal y/o de la presión superior a dicho porcentaje crítico, al menos una parte del o de los flujos salientes del compresor único puede, así, ser reintroducida en el depósito tampón.

La presente invención se refiere a un proceso de purificación de un flujo gaseoso que comprende un compuesto principal en el cual un flujo licuado producto, enriquecido en el compuesto principal, es vaporizado a al menos 2 niveles de presión; dos flujos gaseosos a 2 niveles de presión son así recuperados; el primer flujo gaseoso recuperado a la presión más baja es comprimido con la ayuda de un medio de compresión intermedio a la presión del segundo flujo recuperado antes de ser mezclado con éste y por fin el flujo mezclado enriquecido en el compuesto principal es introducido en un equipo "final" que no soporta una fluctuación de caudal y/o de presión superior a un porcentaje crítico, estando dicho proceso caracterizado por que el flujo mezclado enriquecido en compuesto principal es introducido en un depósito tampón antes de ser introducido en el equipo final.

Por depósito tampón, se entiende un depósito cuyo volumen sobrepasa significativamente (al menos el 10%) el volumen estrictamente necesario para enviar las moléculas en las tuberías.

El medio de compresión intermedio puede ser un compresor dedicado a esta compresión.

Por porcentaje crítico, se entiende el porcentaje de fluctuación del caudal más allá del cual el compresor único sufre un mal funcionamiento.

Según el caso, el proceso según la invención puede presentar una o varias de las características siguientes:

- durante una disminución del caudal de los dos flujos a 2 niveles de presión, al menos una parte del flujo saliente del equipo final es reintroducido en el depósito tampón. La reintroducción de al menos una parte del flujo saliente del equipo final en el depósito tampón será denominada en los que sigue de la descripción "reciclado/línea anti-bombeo". En efecto, se habla de bombeo del equipo cuando faltan moléculas en la aspiración lo que hace caer la presión de descarga.

- el flujo licuado producto, enriquecido en el compuesto principal, es separado en 3 flujos para ser vaporizado a 3 niveles de presión; tres flujos gaseosos a 3 niveles de presión son así recuperados; el primer y el segundo flujos gaseosos recuperados a las presiones más bajas son comprimidos en dos medios de compresión intermedios a la presión del tercer flujo gaseoso recuperado antes de ser mezclados con éste;

5 - la presión del primer flujo está comprendida entre 5 y 6,5 bares a ($= 5 \cdot 10^5$ y $6,5 \cdot 10^5$ Pa); la presión del segundo flujo está comprendida entre 7 y 10 bares a ($= 7 \cdot 10^5$ y $10 \cdot 10^5$ Pa); y la presión del tercer flujo está comprendida entre 8 y 15 bares a ($= 8 \cdot 10^5$ y $15 \cdot 10^5$ Pa);

- el compuesto principal es CO₂-

10 - el volumen de dicho depósito tampón V expresado en m³ es superior a Q/100, siendo Q el caudal del flujo mezclado enriquecido en el compuesto principal expresado en m³/h.

- el equipo final es un compresor final.

El proceso de compresión según la invención puede ser implementado en una instalación de compresión que comprende:

- a) al menos 2 conducciones de envío de al menos 2 flujos gaseosos;
- 15 b) al menos un depósito tampón situado en una de las conducciones de envío;
- c) un compresor único aguas abajo de las conducciones de envío y del depósito tampón; y
- d) una línea anti-bombeo que permite reciclar al menos una parte del o de los flujos salientes del compresor único hacia el depósito tampón.

20 Nótese que la línea anti-bombeo está, en general, conectada aguas abajo del compresor pero puede, eventualmente, estar conectada aguas arriba del depósito tampón o en el propio depósito.

La presente invención tiene, igualmente, por objeto una instalación de purificación de un flujo gaseoso que comprende al menos el 50% molar de CO₂, que comprende:

- i) un primer compresor 2 para comprimir el flujo gaseoso;
- ii) un cambiador de calor 3 para enfriar el flujo gaseoso comprimido;
- 25 iii) un separador de fase o una columna de destilación 6 para separar el dióxido de carbono del flujo comprimido y enfriado;
- iv) un divisor 8 para separar en al menos 2 flujos, preferentemente 3 flujos, el CO₂ líquido 7 que proviene de la columna de destilación 6;
- 30 v) al menos 2 válvulas de expansión, preferentemente 3 válvulas de expansión 9, 10, 11 para expandir los 2 o 3 flujos divididos;
- vi) al menos un compresor intermedio 12, 13 para comprimir al menos 1 de los 2 o 3 flujos divididos y vaporizados en el cambiador de calor 3;
- vii) un mezclador 14 para mezclar aguas abajo del compresor intermedio los 2 flujos divididos y vaporizados;
- viii) un depósito tampón 15 para almacenar momentáneamente el flujo mezclado;
- 35 ix) un compresor final 16 aguas abajo del depósito tampón 15 para comprimir el flujo mezclado; y
- x) una línea anti-bombeo 17 que permite reciclar al menos una parte del flujo saliente del compresor final hacia el depósito tampón 15.

Nótese que el mezclador puede ser una simple conexión de dos tuberías en una tubería única.

40 La presente instalación comprende, preferentemente, un divisor para separar en 3 flujos el CO₂ líquido 7 que proviene de la columna de destilación 6; al menos 3 válvulas de expansión 9, 10 y 11 para expandir los 3 flujos divididos; al menos dos compresores intermedios 12 y 13 para comprimir al menos 2 de los 3 flujos divididos y vaporizados en el cambiador de calor; y un mezclador 14 para mezclar aguas abajo de los compresores intermedios los 3 flujos divididos y vaporizados.

45 El hecho de vaporizar el producto líquido a varios niveles de presión permite producir el frío necesario y mejorar el diagrama de intercambio, lo que se traduce en una optimización del consumo energético durante la compresión posterior de los flujos gaseosos recuperados.

- La línea anti-bombeo 17 permite reciclar moléculas hacia la aspiración, arreglando el problema de la compresión de un caudal más pequeño que el nominal. Hace falta, no obstante, tener en cuenta el tiempo de reacción y de apertura de la válvula anti-bombeo, pudiendo el reciclado llevar entre 1 y 10 segundos para ser plenamente eficaz. Así, la solución preconizada en la presente invención para evitar un fallo del compresor final durante esta fase transitoria es
- 5 instalar un depósito tampón, en la línea de aspiración del compresor final. Durante la parada o una disminución del caudal de una de las alimentaciones del compresor, la presión del depósito tampón va a caer ya que el compresor continuará extrayendo tantas moléculas. Y después de que el reciclado de anti-bombeo sea activado, la presión del depósito tampón remontará.
- 10 El dimensionamiento del depósito tampón dependerá de la capacidad del compresor para gestionar una bajada de presión en la aspiración y del tiempo de llegada de las moléculas de la línea anti-bombeo.
- La invención va, ahora, a ser descrita en detalle con la ayuda de la figura 1.
- La figura 1 muestra un aparato de separación de un caudal que tiene como componentes principales dióxido de carbono 1, que contiene al menos el 50% molar, incluso al menos 70% molar de dióxido de carbono así como impurezas ligeras, tales como nitrógeno y oxígeno. El caudal es comprimido en un compresor 2, después, el caudal comprimido es enfriado en un cambiador de calor 3. Después de la separación en un recipiente separador 4, el líquido producido se expande en una válvula 5, después es enviado a la cabeza de una columna 6. En esta columna
- 15 6, el líquido es separado para formar un gas de cabeza y un líquido de fondo 7 (CO₂ líquido). El líquido de fondo 7 es dividido en 3 por medio de un divisor 8. Los 3 caudales se expanden en las válvulas 9, 10 y 11 a tres presiones diferentes. Los 3 caudales líquidos se vaporizan en el cambiador 3. Dos de los tres caudales son comprimidos en los compresores intermedios 12 y 13 y los tres caudales, de nuevo a la misma presión, son reunidos en un mezclador
- 20 14. El caudal mezclado es introducido en un depósito tampón, después, comprimido en un compresor 16. Y se recupera un flujo 18 enriquecido en CO₂.
- Durante una disminución (parada) del caudal de uno de los 3 flujos a 3 niveles de presión, al menos una parte del flujo 18 que sale del compresor final es reintroducida en el depósito tampón 15 por vía de la línea anti-bombeo 17.
- 25 De manera preferente, el gas 19 del recipiente separador 4 se recalienta en el cambiador 7 antes de ser de nuevo separado en un recipiente separador 20. El líquido 21 producto es entonces enviado después de expandir hacia la cabeza de la columna 6. El gas 22 del recipiente separador 20 se recalienta en el cambiador 7, después se expande en las turbinas 23 y 24. Y se recupera a la salida de incondensables.
- La instalación comprende, preferentemente, un sistema de detección del caudal aguas arriba del compresor final. Cuando este sistema detecta una bajada del caudal, una señal es enviada hacia la línea anti-bombeo que se abre para permitir el reciclado de al menos una parte del flujo saliente en el depósito tampón.
- 30 Ejemplo:
- Se ha escogido un proceso en el cual el CO₂ líquido ha sido dividido en 2 flujos. Cada uno de los flujos presenta un caudal de 10.000 m³/h.
- 35 Uno de los 2 caudales es detenido. La puesta en funcionamiento de la línea anti-bombeo toma, típicamente, 3 segundos: 1 segundo para la detección del problema y el envío de la señal a la línea anti-bombeo + 2 segundos para la apertura de la válvula de entrada de la línea anti-bombeo y la circulación de las moléculas hasta el depósito tampón.
- 40 Estos 3 segundos representan en términos de caudal $(10.000 \times 3) / 3.600 = 8,33 \text{ m}^3$. Dicho de otra manera, sin el depósito tampón, el compresor final sufriría en 3 segundos una pérdida de 8,33 m³ que corresponden a una caída de presión de 50%. Con un depósito tampón del orden de 50 m³, la caída de presión es inferior al 17%; con un depósito tampón del orden de 70 m³, la caída de presión es inferior al 12%...
- El compresor final gestiona mejor una caída de presión inferior a 17% o 12% que una caída de presión del 50%, se comprende fácilmente el interés del depósito tampón.
- 45

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Proceso de purificación de un flujo gaseoso que comprende un compuesto principal en el cual un flujo licuado producto, enriquecido en el compuesto principal, es vaporizado a al menos 2 niveles de presión; dos flujos gaseosos a 2 niveles de presión son así recuperados; el primer flujo gaseoso recuperado a la presión más baja es comprimido con la ayuda de un medio de compresión intermedio a la presión del segundo flujo recuperado antes de ser mezclado con éste y por fin el flujo mezclado enriquecido en el compuesto principal es introducido en un equipo "final" que no soporta una fluctuación de caudal y/o de presión superior a un porcentaje crítico, estando dicho proceso caracterizado por que el flujo mezclado enriquecido en compuesto principal es introducido en un depósito tampón antes de ser introducido en el equipo final.
- 10 2.- Proceso según la reivindicación 1, caracterizado por que, durante una disminución del caudal de uno los dos flujos a 2 niveles de presión, al menos una parte del flujo saliente del equipo final es reintroducido en el depósito tampón.
- 15 3.- Proceso según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el flujo licuado producto, enriquecido en el compuesto principal, es separado en 3 flujos para ser vaporizado a 3 niveles de presión; tres flujos gaseosos a 3 niveles de presión son así recuperados; el primer y el segundo flujos gaseosos recuperados a las presiones más bajas son comprimidos en dos medios de compresión intermedios a la presión del tercer flujo gaseoso recuperado antes de ser mezclados con éste.
- 20 4.- Proceso según la reivindicación 3, caracterizado por que:
- la presión del primer flujo está comprendida entre 5 y 6,5 bares a;
 - la presión del segundo flujo está comprendida entre 7 y 10 bares a; y
 - la presión del tercer flujo está comprendida entre 8 y 25 bares a;
- 5.- Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el compuesto principal es CO₂.
- 6.- Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el equipo final es un compresor.
- 25 7.- Instalación de purificación de un flujo gaseoso que comprende al menos el 50% molar de CO₂, que comprende:
- i) un primer compresor (2) para comprimir el flujo gaseoso;
 - ii) un cambiador de calor (3) para enfriar el flujo gaseoso comprimido;
 - iii) un separador de fase o una columna de destilación (6) para separar el dióxido de carbono del flujo comprimido y enfriado;
 - iv) un divisor (8) para separar en al menos 2 flujos el CO₂ líquido (7) que proviene de la columna de destilación (6);
 - 30 v) al menos 2 válvulas de expansión (9 y/o 10 y/o 11) para expandir los 2 flujos divididos;
 - vi) al menos un compresor intermedio (12 y/o 13) para comprimir al menos 1 de los 2 flujos divididos y vaporizados en el cambiador de calor (3);
 - vii) un mezclador (14) para mezclar aguas abajo del compresor intermedio los 2 flujos divididos y vaporizados;
 - viii) un depósito tampón (15) para almacenar momentáneamente el flujo mezclado;
 - 35 ix) un compresor final (16) aguas abajo del depósito tampón (15) para comprimir el flujo mezclado; y
 - x) una línea anti-bombeo (17) que permite reciclar al menos una parte del flujo saliente del compresor final hacia el depósito tampón (15).
- 40 8.- Instalación según la reivindicación 7, caracterizada por que dicha instalación comprende:
- iv) un divisor (8) para separar en 3 flujos el CO₂ líquido que proviene de la columna de destilación;
 - v) al menos 3 válvulas de expansión (9, 10 y 11) para expandir los 3 flujos divididos;
 - vi) al menos dos compresores intermedios (12 y 13) para comprimir al menos 2 de los 3 flujos divididos y vaporizados en el cambiador de calor (3);
 - vii) un mezclador (14) para mezclar aguas abajo de los compresores intermedios los 3 flujos divididos y vaporizados;
- 45 9.- Instalación según una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizada por que dicha instalación comprende al

menos un sistema de detección situado aguas arriba del compresor final (16) y que permite detectar una bajada del caudal o de la presión y enviar una señal a la válvula de apertura de la línea anti-bombeo (17).

