(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 296 715**

(51) Int. Cl.:
B01D 46/06 (2006.01)
B01D 39/16 (2006.01)
F04B 39/16 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **01400319 .8**
(86) Fecha de presentación : **08.02.2001**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1123726**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **16.08.2001**

(54) Título: **Procedimiento y aparato de compresión de aire atmosférico e instalaciones de destilación de aire y de turbina de gas correspondientes.**

(30) Prioridad: **11.02.2000 FR 00 01731**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

(73) Titular/es: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR

(72) Inventor/es: **Colson, Alain**

(74) Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de compresión de aire atmosférico e instalaciones de destilación de aire y de turbina de gas correspondientes.

La presente invención se refiere a un procedimiento de compresión de aire atmosférico por medio de un compresor centrífugo o axial, estando este aire a una temperatura natural comprendida entre aproximadamente -20ºC y +5ºC, excepto en periodos de niebla con escarcha, de lluvia en sobrefusión o de nieve, del tipo en el que se separan eventualmente las gotitas contenidas en el aire, a continuación se somete el aire a una etapa de filtración o a varias etapas de filtración sucesivas.

El aire comprimido de este modo puede destinarse especialmente a alimentar un aparato de destilación de aire o una turbina de gas de tipo industrial. Por "turbina de gas de tipo industrial", se entienden las turbinas de gas denominadas "heavy duty" ("de alta capacidad"), en oposición a las turbinas denominadas "aeroderivadas".

Los compresores de aire atmosférico de las instalaciones de destilación de aire y de las turbinas de gas "industriales" aspiran aire húmedo cuyas condiciones de temperatura y de humedad son tales que los filtros situados en la aspiración de estas máquinas pueden estar sometidos a escarchado cuando la temperatura ambiente es inferior a un determinado valor. Un escarchado de este tipo, que corresponde generalmente sólo a la primera fase de filtración si se utilizan varias fases, puede tener efectos negativos muy importantes y comprometer el rendimiento energético y la fiabilidad de la instalación. Así, según el diseño y la estructura de un filtro dado, su modo de funcionamiento y su ensuciamiento en un momento dado, los efectos del escarchado pueden conducir a una elevación excesiva e inadmisible de la pérdida de carga de los filtros de aspiración.

Los riesgos técnicos a los que se expone la máquina de compresión situada aguas abajo y propios de esta situación son elevados, y, por consiguiente, los constructores de estas máquinas imponen o recomiendan frecuentemente que el aire aspirado se caliente aguas arriba de los filtros de manera que se eviten todos los riesgos relacionados con un escarchado eventual de los filtros. En el caso particular de las turbinas de gas "industriales", el calentamiento se impone cuando la temperatura del aire exterior desciende por debajo de +5ºC o incluso +8ºC, y/o según la humedad relativa del aire. En el caso de los compresores de aire que va a destilarse, el umbral de calentamiento recomendado es generalmente próximo a estos valores. Este calentamiento se impone generalmente indistintamente del tipo de filtro instalado en la aspiración de estas máquinas.

Ahora bien, el calentamiento del aire tiene como resultado una reducción de la masa en volumen del aire, y por consiguiente un descenso de los rendimientos de compresión o de la instalación. Esta caída de rendimiento relacionada con el calentamiento puede alcanzar del 3 al 7%, y esto durante un periodo de varios meses al año, lo que es extremadamente costoso para el explotador de la máquina de compresión.

El documento WO 98/32970 da a conocer un procedimiento y una instalación de compresión de aire atmosférico que permite evitar la formación de hielo o escarcha sobre el filtro situado aguas arriba del compresor irradiando el aire con una radiación de tipo infrarroja o de microondas.

La invención tiene como objetivo permitir la eliminación del calentamiento del aire relacionado con los problemas de escarchado de los filtros asegurando una protección eficaz de la máquina de compresión contra el ensuciamiento.

Con este fin, la invención tiene como objetivo un procedimiento de compresión de aire atmosférico del tipo anteriormente citado, caracterizado porque:

- para la etapa o la primera etapa de filtración, se utilizan elementos filtrantes en bolsas cuyo medio filtrante está compuesto por fibras sintéticas que presentan una densidad que aumenta en el sentido de circulación del aire a través de este medio; y

- se introduce el aire dentro de dichos elementos filtrantes en bolsas a su temperatura natural.

La invención tiene como objetivo también

- un aparato de compresión de aire atmosférico, del tipo que comprende un compresor centrífugo o axial, eventualmente un separador de gotitas y un conjunto de filtración que comprende al menos una fase de filtración,

caracterizado porque la fase o la primera fase de filtración comprende elementos filtrantes en bolsas cuyo medio filtrante está compuesto por fibras sintéticas que presentan una densidad que aumenta en el sentido de circulación del aire a través de este medio;

- una instalación de destilación de aire,

caracterizada porque comprende un aparato de compresión de aire atmosférico tal como el definido anteriormente, que alimenta un aparato de destilación de aire; y

- una instalación de turbina de gas, caracterizada porque comprende un aparato de compresión de aire atmosférico tal como el definido anteriormente, que alimenta una turbina de gas de tipo industrial.

Ejemplos de puesta en práctica de la invención van a describirse ahora con respecto al dibujo adjunto, en el que:

- la figura 1 representa esquemáticamente una instalación de compresión de aire según la invención;

- la figura 2 representa esquemáticamente el lado de entrada del filtro aguas arriba de esta instalación;

- la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva del lado de entrada de un elemento filtrante del filtro de la figura 2;

- la figura 4 es una vista esquemática parcial tomada en corte según la línea IV-IV de la figura 3; y

- la figura 5 representa a mayor escala y en corte el detalle V de la figura 4.

La instalación de compresión representada en la figura 1 comprende un compresor 1 de aire cuya aspiración está conectada con una línea 2 de alimentación. Esta última presenta una entrada abierta a la atmósfera y comprende, de aguas arriba a aguas abajo, un calentador R, un separador 3 de gotitas y un conjunto 4 de filtración.

El conjunto 4 de filtración comprende una primera fase de filtración o fase 5 de filtración aguas arriba, seguida de una o varias otras fases de filtración tales como 6. Cada fase está adaptada para la filtración de determinados tipos de partículas contenidas en el aire atmosférico, teniendo estas partículas dimensiones que se espacian normalmente de 0,01 μm a 10 μm aproximadamente.

La descarga del compresor 1 está conectada con un conducto 7 de descarga que conduce en 8 a la cámara de combustión de una turbina de gas “industrial” o bien a un aparato de una instalación de destilación de aire, especialmente un aparato de desecación-descarbonatación del aire por adsorción.

La fase de filtración aguas arriba o filtro 5 aguas arriba está representado esquemáticamente en la figura 2. Está constituido por una yuxtaposición de un gran número de elementos 9 todos idénticos, montados en un bastidor 10 de montaje. Uno de estos elementos filtrantes está representado en las figuras 3 a 5.

El elemento filtrante 9 comprende una unión en configuración plisada de hojas 11 de medio filtrante, termosellada sobre cada borde en 12, de manera que se forman varias bolsas 13 yuxtapuestas, en un número de seis a doce. El borde de entrada del conjunto de bolsas está fijado por sobremoldeo o por fijación mecánica a un marco 14 de entrada de forma cuadrada, que mantiene abierta la entrada del elemento 9.

Además, cada bolsa 13 contiene generalmente varias mangas 15 de estabilización y de distribución del flujo de aire contenidas en su plano general central, con el fin de impedir que la bolsa se arrugue y garantizar la utilización efectiva de toda la superficie filtrante. Cada manga 15 está constituida por un tronco de pirámide de material relativamente rígido, por ejemplo de material plástico, abierto por sus dos extremos y cuyo eje es paralelo a la dirección general F de salida del aire que va a filtrarse. Las mangas 15 se mantienen en su sitio mediante termosellado o fijación mecánica sobre las hojas 11 (figura 4).

El elemento 9 es un filtro de bolsas de formato estándar de 24”, es decir cuyo marco 14 tiene por dimensiones 592 x 592 mm. La profundidad del elemento filtrante puede ascender hasta 600 mm. El medio 11, denominado de estructura progresiva, está compuesto por fibras sintéticas, por ejemplo de polipropileno o de policarbonato, dispuestas en varias capas cuya densidad crece de aguas arriba a aguas abajo en la dirección general de salida F’ del aire a través del medio, tal como se representa en la figura 5. Un medio de este tipo es insensible a la humedad y permite una filtración en profundidad. El elemento 9 presenta una estructura abierta con una gran superficie de filtración sobre toda su profundidad y una distribución muy buena del flujo de aire.

Se escoge el número de elementos 9 en función del caudal total de aire que va a comprimirse, de manera que el caudal que atraviesa cada elemento 9 sea inferior o igual al 80% del caudal nominal, y normalmente inferior o igual a 3000 m^3/h, con una velocidad media de filtración (relación del caudal de aire respecto a la superficie desarrollada del medio 11) comprendida entre 0,1 y 0,4 m/s y preferiblemente inferior o igual a 0,2 m/s.

De manera sorprendente, se ha comprobado que con elementos filtrantes de este tipo funcionando en tales condiciones, para que el aire a una temperatura que puede descender hasta -20ºC (excepto en periodos de niebla con escarcha, de lluvia en sobrefusión o de nieve), se eliminan sensiblemente de manera total los efectos negativos relacionados con el escarchado, de modo que la pérdida de carga en el paso de la fase 5 de filtración se mantiene inferior a su límite superior nominal, es decir 250 Pa o 450 Pa según la clase de eficacia de los elementos s 9. La fase 5 de filtración conserva una gran capacidad de retención que limita o elimina los efectos de colmatación en presencia de agua o de humedad, conservando una pérdida de carga extremadamente débil tal como se indicó anteriormente, una eficacia gravimétrica superior al 99%, así como una eficacia opacimétrica que puede alcanzar el 95%, según las normas ASHRAE 52.1 ó 52.2 y EN 779.

Ejemplos de elementos 9 que hayan resultado satisfactorios son el filtro de bolsas PEL F6 de la sociedad holandesa FILTRAIR, o incluso el filtro de bolsas T60 de la sociedad alemana FREUDENBERG. Cada uno de estos filtros presenta un caudal nominal superior al valor de 3000 m^3/h indicado anteriormente.

La invención permite prescindir durante una fracción importante del año de un calentamiento de aire aguas arriba del compresor de aire, lo que evita una caída de rendimiento de este último debido al fenómeno de escarchado. El calentador R sólo se utiliza durante un periodo de niebla con escarcha, de lluvia en subfusión o de nieve. Los ahorros de energía así realizados durante el tiempo frío son considerables para las instalaciones de gran tamaño.

Como se comprenderá, la invención también se aplica a instalaciones con una sola fase 5 de filtración.

Como variante, puede utilizarse también el procedimiento de la invención para alimentar turbinas de gas de tipo aeroderivado, o para suministrar a emplazamientos industriales aire comprimido que sirve de fluido “utilitario”, es decir de fluido de accionamiento, de control u otro.

Por otro lado, cada lado de cada elemento filtrante puede tener una dimensión de 24”, tal como se indicó anteriormente, o un múltiplo o un submúltiplo de este valor. Pueden utilizarse por tanto elementos filtrantes de 24” x 24”, 12” x 24”, 24” x 48”, etc.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de compresión de aire atmosférico por medio de un compresor centrífugo o axial (1), estando este aire a una temperatura natural comprendida entre aproximadamente -20ºC y +5ºC, excepto en periodos de niebla con escarcha, de lluvia en sobrefusión o de nieve, del tipo en el que se separan eventualmente las gotitas contenidas en el aire, a continuación se somete el aire a una etapa (5) de filtración o a varias etapas (5, 6) de filtración sucesivas, **caracterizado** porque:

- para la etapa o la primera etapa (5) de filtración, se utilizan elementos filtrantes (9) en bolsas cuyo medio (11) filtrante está compuesto por fibras sintéticas que presentan una densidad que aumenta en el sentido (F') de circulación del aire a través de este medio; y

- se introduce el aire dentro de dichos elementos filtrantes (9)en bolsas a su temperatura natural.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se establece el caudal de aire que atraviesa cada elemento filtrante (9) en un valor que corresponde a una velocidad media de filtración a través del medio (11) comprendida entre 0,1 y 0,4 m/s.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la velocidad media de filtración a través del medio (11) está comprendida entre 0,1 y 0,2 m/s.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque cada elemento filtrante (9) es un elemento filtrante de formato estándar cuya cara frontal tiene una dimensión de 592 x 592 mm.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque cada lado de la cara frontal de cada elemento filtrante tiene una dimensión de 592 mm o un múltiplo o un submúltiplo de este valor.

6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque el medio filtrante (11) es un polímero sintético, por ejemplo de tipo polipropileno o policarbonato.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el caudal de aire está limitado al 80% del caudal nominal para cada elemento filtrante (9).

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la filtración (5, 6) tiene lugar antes de la etapa de compresión.

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el compresor está destinado a alimentar un aparato de destilación de aire o una turbina de gas de tipo industrial.

10. Aparato de compresión de aire atmosférico, del tipo que comprende un compresor centrífugo o axial, eventualmente un separador (3) de gotitas y un conjunto (7) de filtración que comprende al menos una fase (5, 6) de filtración, **caracterizado** porque la fase o la primera fase (5) de filtración comprende elementos filtrantes (9) en bolsas cuyo medio (11) filtrante está compuesto por fibras sintéticas que presentan una densidad que aumenta en el sentido (F') de circulación del aire a través de este medio.

11. Aparato según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el caudal de aire que atraviesa cada elemento filtrante (9) está establecido en un valor que corresponde a una velocidad media de filtración a través del medio (11) comprendida entre 0,1 y 0,4 m/s.

12. Aparato según la reivindicación 11, **caracterizado** porque la velocidad media de filtración a través del medio (11) está comprendida entre 0,1 y 0,2 m/s.

13. Aparato según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado** porque cada elemento filtrante (9) es un elemento filtrante de formato estándar cuya cara frontal tiene una dimensión de 592 x 592 mm.

14. Aparato según la reivindicación 13, **caracterizado** porque cada lado de la cara frontal de cada elemento filtrante tiene una dimensión de 592 mm o un múltiplo o un submúltiplo de este valor.

15. Aparato según la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado** porque el medio filtrante (11) es un polímero sintético, por ejemplo de tipo polipropileno o policarbonato.

16. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, **caracterizado** porque el caudal de aire está limitado al 80% del caudal nominal para cada elemento filtrante (9).

17. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, **caracterizado** porque el conjunto (4) de filtración está dispuesto aguas arriba del compresor (1).

18. Instalación de destilación de aire, **caracterizada** porque comprende un aparato de compresión de aire atmosférico según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, que alimenta un aparato de destilación de aire.

19. Instalación de turbina de gas, **caracterizada** porque comprende un aparato de compresión de aire atmosférico según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, que alimenta una turbina de gas de tipo industrial.

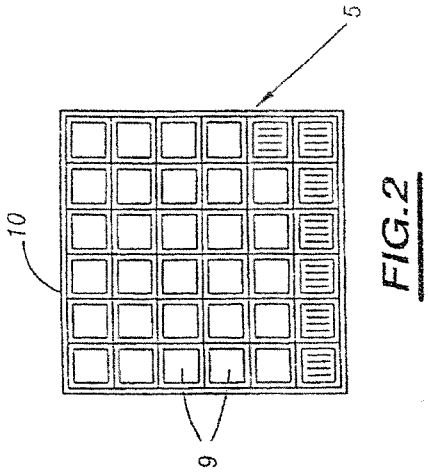

FIG.2

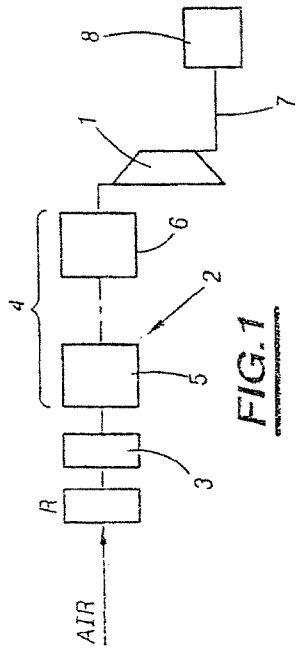

FIG.1

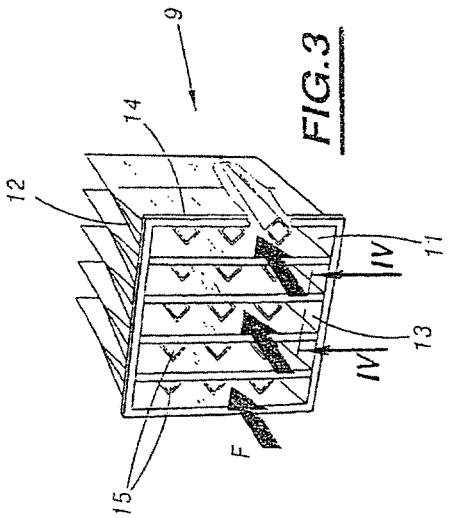

FIG.3

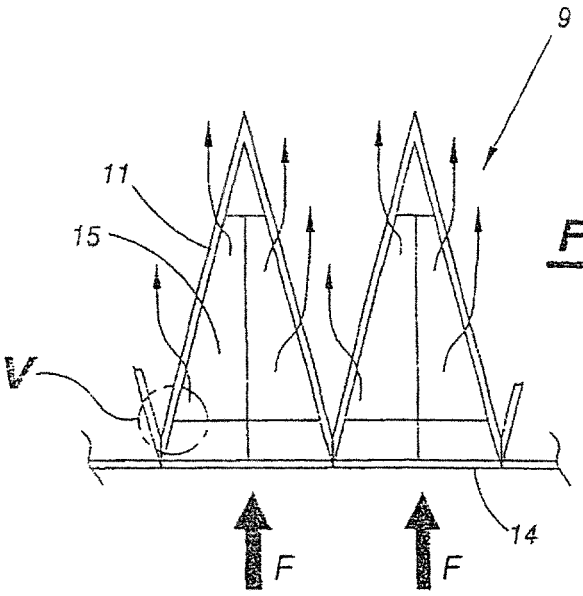

FIG.4

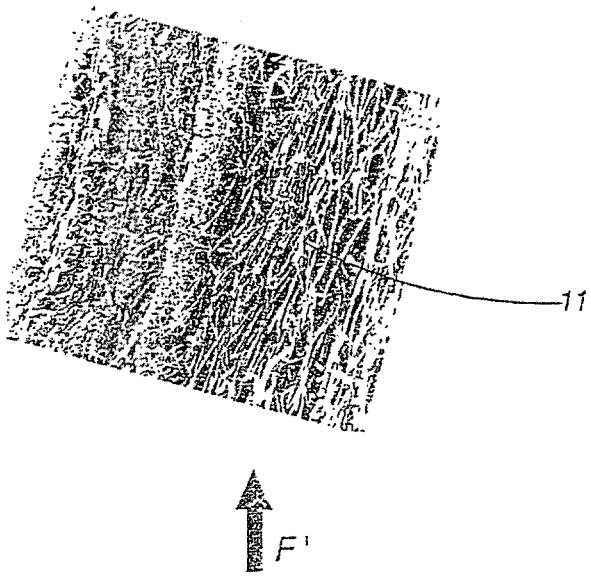

FIG5