

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 887**

51 Int. Cl.:

F25J 3/04 (2006.01)

F28C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2005 PCT/EP2005/056380**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2006 WO06063939**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2005 E 05818873 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017 EP 1828698**

54 Título: **Aparato y proceso de refrigeración**

30 Prioridad:

13.12.2004 US 11276

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

05.10.2017

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, QUAI D'ORSAY
75007 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

FERT, PHILIPPE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 635 887 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

Aparato y proceso de refrigeración

5 Cuando hay disponible un recurso natural en un sitio apartado, se requiere con frecuencia la instalación de una planta industrial para tratar el recurso natural sin las infraestructuras y servicios públicos habituales disponibles. En particular, cuando el sitio está cerca del mar en un área desértica, es deseable usar agua marina para la refrigeración en el lugar y reducir al mínimo el consumo de agua blanda.

La presente invención permite el uso de una fuente de agua con impurezas para refrigeración en una planta industrial.

10 Las plantas industriales incluyen frecuentemente una unidad de separación de aire. Habitualmente, dichas plantas enfrían agua de refrigeración por contacto directo con un gas residual de la unidad de separación de aire y, a continuación, bajan la temperatura de un flujo de aire comprimido por contacto directo con el agua enfriada. Este último intercambio de calor directo entre agua enfriada y aire comprimido requiere una calidad del agua que no puede ser satisfecha por el agua con impurezas, tal como, por ejemplo, el agua del mar.

15 La solución al problema es utilizar un gas residual de la planta de separación de aire para enfriar el agua con impurezas (por ejemplo, agua de mar) por contacto directo entre agua con impurezas y el gas residual, y, a continuación, intercambiar calor entre el agua enfriada con impurezas y un circuito cerrado de agua blanda. A continuación, el agua blanda enfriada producida se puede usar para refrigerar el flujo de aire por contacto directo.

El documento EP-A-1 148 296 da a conocer un aparato y un proceso de acuerdo con los preámbulos, respectivamente, de las reivindicaciones 1 y 6.

20 Según un objetivo de la invención, se proporciona un aparato de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1.

El agua con la primera pureza contiene un porcentaje molar de una impureza dada (tal como sal) menor que el agua con la segunda pureza. En particular, el agua con la primera pureza puede ser agua blanda y el agua con la segunda pureza puede ser agua con impurezas, tal como agua del mar.

25 De acuerdo con otro objetivo de la invención, se proporciona un proceso de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 6.

Para una comprensión más detallada de la naturaleza y los objetivos de la presente invención, debe hacerse referencia a la siguiente descripción detallada, considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los cuales a los elementos equivalentes se les asignan números de referencia idénticos y análogos, y en donde:

- la Figura 1 ilustra un ejemplo de un aparato de refrigeración integrado, de acuerdo con la invención.

30 La invención proporciona un aparato de refrigeración que comprende una unidad de refrigeración para refrigerar gas comprimido, con el fin de formar gas comprimido refrigerado, mediante intercambio de calor con agua que presenta una primera pureza, produciéndose así una corriente de gas comprimido refrigerado y una corriente de agua calentada que presenta la primera pureza; un primer intercambiador de calor para calentar una corriente de agua que presenta una segunda pureza, siendo la segunda pureza menor que la primera pureza, mediante intercambio de calor indirecto con una corriente de agua que presenta la primera pureza; y un conducto para enviar agua refrigerada que presenta la primera pureza a la unidad de refrigeración.

35 El agua con la primera pureza contiene un porcentaje molar de una impureza dada (tal como sal) menor que el agua con la segunda pureza. En particular, el agua con la primera pureza puede ser agua blanda y el agua con la segunda pureza puede ser agua con impurezas, tal como agua de mar.

40 El aparato comprende un segundo intercambiador de calor el cual es un intercambiador de calor por contacto directo; un conducto para enviar una corriente de agua que presenta la segunda pureza al segundo intercambiador de calor; un conducto para enviar por lo menos parte de por lo menos una corriente desde una unidad de destilación criogénica al segundo intercambiador de calor, con el fin de refrigerar la corriente de agua que presenta la segunda pureza; y un conducto para enviar la corriente refrigerada de agua que presenta la segunda pureza al primer intercambiador de calor.

45 La unidad de refrigeración puede ser un intercambiador de calor por contacto indirecto o por contacto directo.

La corriente proveniente de la unidad de destilación criogénica se selecciona preferentemente del grupo consistente en gas rico en nitrógeno, gas rico en argón y gas rico en oxígeno.

50 Si el gas comprimido es aire, el aparato comprende un conducto para enviar el gas comprimido a la unidad de destilación criogénica, como aportación.

El gas comprimido puede ser un producto de la unidad de destilación criogénica.

Adicionalmente, la invención proporciona un proceso de refrigeración que comprende refrigerar un gas comprimido para formar gas comprimido refrigerado mediante intercambio de calor con agua que presenta una primera pureza; calentar una corriente de agua que presenta una segunda pureza, siendo la segunda pureza menor que la primera pureza, mediante intercambio de calor indirecto en un primer intercambiador de calor, con una corriente de agua que presenta la primera pureza para producir agua refrigerada que presenta la primera pureza; y enviar por lo menos parte del agua refrigerada que presenta la primera pureza a la unidad de refrigeración.

El proceso comprende enviar una corriente de agua que presenta la segunda pureza a un segundo intercambiador de calor, enviar por lo menos parte de por lo menos una corriente proveniente de una unidad de destilación criogénica al segundo intercambiador de calor, para refrigerar la corriente de agua que presenta la segunda pureza, y enviar la corriente refrigerada de agua que presenta la segunda pureza al primer intercambiador de calor.

El gas comprimido puede ser aire y el proceso puede comprender enviar el gas comprimido a la pre-purificación (*front end purification*) y, a continuación, a la unidad de destilación criogénica, como aportación.

El gas comprimido puede ser un producto de la unidad de destilación criogénica.

En referencia a la Figura 1, una unidad 17 de separación criogénica de aire está situada cerca de una fuente 3 de agua con impurezas, tal como un lago o el mar. El agua 1 con impurezas se bombea desde la balsa 4 de la torre 6 de refrigeración húmeda, principal, y una fracción de esta agua 9 se envía a la parte superior de una torre 5 de contacto directo, en la cual el flujo de agua con impurezas se enfría mediante contacto directo con un gas seco residual 7. El gas seco residual es preferentemente gas rico 7 en nitrógeno de la unidad 17 de separación criogénica de aire. El gas rico 7 en nitrógeno se encuentra a una temperatura entre 5 y 40°C y está completamente seco, y, por lo tanto, enfría el agua 9 con impurezas por producción del calor latente de evaporación para formar agua enfriada con impurezas. La temperatura requerida para el gas rico en nitrógeno es típicamente aquella en la que el gas se extrae del extremo caliente de un intercambiador principal de calor de la unidad 17 de separación de aire. El flujo de agua 9 con impurezas es controlado por una válvula V1 que es controlada por un LIC que detecta el nivel de líquido en la base de la torre 5. El agua 9 con impurezas se bombea a un intercambiador 11 de calor donde intercambia calor con una corriente de agua pura 13 para formar agua pura enfriada.

La corriente de agua pura 13 se envía a la parte superior de otra torre 15 de refrigeración por contacto directo, que se usa para refrigerar una corriente 19 de aire proveniente del compresor principal 20 de aire de la unidad 17 de separación de aire o de otra unidad de separación de aire. El agua pura 13 se envía a un punto por debajo del desnebulizador 14 y una válvula V2 controla el flujo. El aire refrigerado 21 que sale desde la parte superior de la otra torre 15 de refrigeración se envía a una unidad de purificación (no mostrada), se refrigera, y, a continuación, se envía a las columnas de la unidad 17 de separación criogénica de aire. La unidad 17 de separación de aire produce oxígeno 18 y, posiblemente, argón, para su uso in situ, por ejemplo, en una unidad de conversión de gas-a-líquido u otro proceso similar que consume cantidades muy altas de oxígeno.

Otra fracción del agua 23 con impurezas se envía al intercambiador 25 donde refrigera una corriente 27 de agua pura proveniente de la otra torre 15 de refrigeración.

Aguas abajo del intercambiador 11 de calor, el agua 9 con impurezas se mezcla con el agua 23 con impurezas calentada en el intercambiador 25, para formar la corriente 26. A continuación, la corriente 26 se envía de vuelta a la torre 6 de refrigeración húmeda, donde se refrigera por contacto directo con una evaporación inducida por flujo de aire ambiente o forzada por ventiladores. A continuación, el agua refrigerada con impurezas que cae en la balsa 4 se recicla hacia el sistema.

El agua pura 27 es bombeada por la bomba 29 y se divide en tres corrientes. La corriente 13 se envía al intercambiador 11, la corriente 31 se envía a un nivel intermedio de la otra torre 15 de refrigeración por medio de la válvula V4 a una temperatura mayor que la correspondiente a la cual la corriente 13 entra en la torre 15 de refrigeración como agua refrigerada, y la corriente 33 se envía para otros consumos de agua pura, por ejemplo, circuitos de refrigeración del lugar (por ejemplo, refrigeradores intermedios (*intercoolers*) de compresores). A continuación, la corriente calentada 33 se mezcla con el resto del agua del fondo de la torre 15 de refrigeración para formar la corriente 27.

Se observará que la torre 15 de refrigeración, que es un intercambiador de calor por contacto directo, se podría sustituir por un intercambiador de calor por contacto indirecto.

Se apreciará que el gas 19 refrigerado en la otra torre 15 de refrigeración podría ser cualquier gas que requiera refrigeración.

El volumen de agua pura en el circuito aumenta debido a que la humedad presente en la corriente 19 de aire comprimido se condensa en la torre 15 de refrigeración. Esta agua no contiene minerales disueltos y es ligeramente ácida, debido al ácido carbónico producido por el dióxido de carbono presente en el aire. En general, no es necesario neutralizar esta agua para evitar la corrosión. No obstante, puede resultar útil la inyección de sosa para controlar el pH. El nivel de agua en la otra torre 15 de refrigeración se controla usando un purgador 35 cuyo volumen se corresponde con el volumen de agua condensada en la torre. El agua adicional proveniente del agua condensada

en el aire se debe extraer al menos ocasionalmente. Esta agua purgada 35 se puede inyectar en el circuito de agua con impurezas (líneas de trazos) o se puede usar como fuente de agua relativamente pura para otra aplicación. El flujo de agua purgada es controlado por una válvula V3 que es controlada por un LIC el cual monitoriza el nivel de líquido en el fondo de torre 15.

- 5 Se usa un purgador 37 de vaciado para mantener la concentración de agua con impurezas dentro de un intervalo aceptable, de modo que la concentración de sales no aumente excesivamente.

Se añade agua 40 con impurezas a través de la válvula V5 controlada por el nivel de la balsa 4 por medio de un LIC, al menos ocasionalmente, para compensar el agua perdida por el purgador 37 y las pérdidas por evaporación y por arrastre.

- 10 El compresor 20 de la separación 17 de aire es accionado comúnmente por una turbina 43 de vapor. El condensador 45 de la turbina de vapor se puede refrigerar usando parte 47 del agua con impurezas, y el agua calentada 47 con impurezas se envía a continuación de vuelta a la torre 6 de refrigeración húmeda. Se apreciará que la turbina de vapor no es necesario que esté presente, puesto que el compresor 20 se podría accionar a través de otros medios.

- 15 Se observará que el aparato no consume otra agua que no sea el agua 40 con impurezas. Puesto que la única agua en contacto con el gas a refrigerar es pura, no existe riesgo de contaminar el gas.

Se reduce el volumen del circuito de agua pura y, consecuentemente, no hay riesgo de desbordamiento de la torre de refrigeración o de deriva de agua hacia equipos sensibles situados aguas abajo, tales como la unidad de pre-purificación de la unidad 17 de separación de aire.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de refrigeración integrado, que comprende:
 - a) una fuente (20) de gas comprimido;
 - 5 b) una unidad (15) de refrigeración para refrigerar el gas comprimido, con el fin de formar gas comprimido refrigerado, mediante intercambio de calor con agua que presenta una primera pureza, produciéndose así una corriente de gas comprimido refrigerado y una corriente de agua calentada que presenta la primera pureza;
 - c) un primer intercambiador (11) de calor para calentar una corriente de agua que presenta una segunda pureza, en donde la segunda pureza es menor que la primera pureza, mediante intercambio de calor indirecto con una corriente de agua que presenta la primera pureza; y
 - 10 d) un conducto para enviar agua refrigerada que presenta la primera pureza a la unidad de refrigeración.
 - e) un segundo intercambiador (5) de calor el cual es un intercambiador de calor por contacto directo;
 - f) un conducto (1) para enviar una corriente de agua que presenta la segunda pureza al segundo intercambiador de calor;
 - 15 g) un conducto (7) para enviar por lo menos parte de por lo menos una corriente desde una unidad de destilación criogénica al segundo intercambiador de calor, con el fin de refrigerar la corriente de agua que presenta la segunda pureza;
 - h) un conducto (9) para enviar la corriente refrigerada de agua que presenta la segunda pureza al primer intercambiador de calor,
 - 20 i) un tercer intercambiador (25) de calor, y
 - j) un conducto para enviar agua calentada que presenta la primera pureza desde la unidad de refrigeración al tercer intercambiador de calor; caracterizado por que comprende:
 - k) un conducto (23) para enviar agua con impurezas, que presenta la segunda pureza, al tercer intercambiador de calor.
- 25 2. Aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad (15) de refrigeración es un intercambiador de calor por contacto directo.
3. Aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad (15) de refrigeración es un intercambiador de calor por contacto indirecto.
4. Aparato de la reivindicación 1, en el que el gas comprimido es aire y, además comprende un conducto (21) para enviar el gas comprimido a la unidad (17) de destilación criogénica como aportación.
- 30 5. Aparato de la reivindicación 1, en el que el gas comprimido es un producto de la unidad de destilación criogénica.
6. Proceso de refrigeración que comprende:
 - a) refrigerar un gas comprimido para formar gas comprimido refrigerado mediante intercambio de calor en una unidad (15) de refrigeración, con agua que presenta una primera pureza;
 - 35 b) calentar una corriente de agua (9) que presenta una segunda pureza, en donde la segunda pureza es menor que la primera pureza, mediante intercambio de calor indirecto en un primer intercambiador (11) de calor, con una corriente de agua que presenta la primera pureza para producir agua refrigerada que presenta la primera pureza;
 - c) enviar por lo menos parte del agua refrigerada que presenta la primera pureza a la unidad de refrigeración;
 - 40 d) enviar una corriente de agua (1) que presenta la segunda pureza a un segundo intercambiador (5) de calor;
 - e) enviar por lo menos parte de por lo menos una corriente proveniente de una unidad de destilación criogénica al segundo intercambiador de calor, para refrigerar la corriente de agua que presenta la segunda pureza; y
 - 45 f) enviar la corriente refrigerada de agua (9) que presenta la segunda pureza al primer intercambiador de calor y
 - g) enviar agua calentada que presenta la primera pureza, desde la unidad de refrigeración a un tercer

intercambiador (25) de calor; caracterizado por que comprende:

h) enviar agua (23) con impurezas, que presenta la segunda pureza, al tercer intercambiador (25) de calor.

7. Proceso de la reivindicación 6, en el que el gas comprimido es aire y además comprende enviar el gas comprimido a la unidad de destilación criogénica como aportación.

5 8. Proceso de la reivindicación 6, en el que el gas comprimido es un producto de la unidad de destilación criogénica.

9. Proceso de la reivindicación 6, en el que la corriente (7) proveniente de la unidad de destilación criogénica se selecciona del grupo consistente en:

a) gas rico en nitrógeno;

10 b) gas rico en argón; y

c) gas rico en oxígeno.

