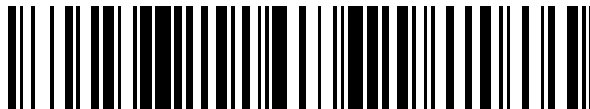


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 492 416**

21 Número de solicitud: 201330333

51 Int. Cl.:

<b>F28F 1/40</b>	(2006.01)
<b>F25B 15/00</b>	(2006.01)
<b>F25B 17/00</b>	(2006.01)
<b>F25B 35/00</b>	(2006.01)
<b>F25B 37/00</b>	(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**08.03.2013**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**08.09.2014**

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI (100.0%)  
C. Escorxador, s/n.  
43003 TARRAGONA ES**

72 Inventor/es:

**VALLES RASQUERA, Joan Manel;  
BOUROUIS CHEBATA, Mahmoud y  
CORONAS SALCEDO, Alberto**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

54 Título: **DISPOSITIVO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN EN EL QUE SE EMPLEA DICHO DISPOSITIVO**

57 Resumen:

Dispositivo de refrigeración por absorción y procedimiento de refrigeración por absorción en el que se emplea dicho dispositivo.

La invención se refiere a un dispositivo de refrigeración por absorción, que comprende un absorbedor de burbujas vertical en el que se realiza la transferencia de calor y materia, en el que el absorbedor está constituido por una pluralidad de tubos provistos en su interior de microaletas. También se refiere a un procedimiento que comprende las etapas de someter nanotubos de carbono multipared a un tratamiento físico-químico, preparar una mezcla de refrigerante y absorbente, añadir los nanotubos a la mezcla y emplear la mezcla resultante en el dispositivo. Este dispositivo y este procedimiento aumentan considerablemente la capacidad del absorbedor.

ES 2 492 416 A2

## DESCRIPCIÓN

### DISPOSITIVO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN EN EL QUE SE EMPLEA DICHO DISPOSITIVO

5

La presente invención se refiere a un equipo de refrigeración por absorción, y más particularmente, a un procedimiento para intensificar los procesos de transferencia de calor y de materia en los absorbedores de burbuja de los dispositivos de refrigeración por absorción.

10

Un primer objetivo de la invención es construir equipos más compactos gracias a la intensificación de los procesos de transferencia de calor y materia en el absorbedor.

15

Un segundo objetivo de la invención es reducir el gradiente de temperatura con el sumidero de calor, gracias a la intensificación de los procesos de transferencia de calor y materia en el absorbedor, lo cual permitiría la disipación del calor de absorción directamente al aire exterior, prescindiendo de la torre de refrigeración.

20

El procedimiento de la presente invención permitirá que el equipo de absorción esté especialmente adaptado para los sectores residencial y comercial y otras aplicaciones en las que se dispone de poco espacio.

#### **Antecedentes de la invención**

25

La preocupación internacional en relación al problema del cambio climático ha renovado el interés en el uso de equipos de refrigeración por absorción, que utilizan fluidos naturales respetuosos con el medio ambiente, y que se activan mediante calor residual o energía solar térmica.

30

En el absorbedor de un equipo de refrigeración por absorción, el vapor de refrigerante es absorbido en la solución diluida con disipación de una cantidad sustancial del calor de absorción. Debido a los bajos coeficientes de transferencia de calor y de materia, el absorbedor es generalmente el elemento más voluminoso de las máquinas de refrigeración por absorción, el que determina el diseño final del sistema en su conjunto y finalmente, el

35

que gobierna la viabilidad de todo el ciclo. Esto es aún más acentuado en el caso en que el

calor de absorción se quiera disipar directamente al aire exterior puesto que se limitan las opciones constructivas del absorbedor. Por lo tanto, aunque técnicamente es posible disipar el calor de los equipos de absorción, en especial los de amoniaco/ agua, directamente con aire exterior, es habitual que los equipos comerciales se acoplen a una torre de refrigeración, la cual ocupa espacio y hace que la aplicación de estos dispositivos se reduzca por razones de coste, seguridad ambiental y ocupación de espacio.

Por ello es fundamental intensificar los procesos de transferencia de calor y materia que tienen lugar en el absorbedor con el objetivo de reducir su tamaño o bien reducir el gradiente de temperatura con el sumidero de calor para poder realizar la disipación directamente con el aire exterior.

Los equipos de absorción que utilizan un refrigerante con alta presión de vapor como el amoniaco pueden utilizar tanto absorbedores de película descendente como absorbedores de burbuja. Sin embargo, la absorción en burbuja es en general más eficiente que la absorción de película descendente (Castro et al. 2009). Por consiguiente, la presente invención tiene preferente aplicación para fluidos de trabajo que utilizan amoniaco o compuestos halogenados como el R134a como refrigerante. Como absorbentes típicos para estos refrigerantes figuran el agua, el nitrato de litio, el tiocianato sódico y el nitrato de litio y agua para el amoniaco mientras que para los refrigerantes halogenados se utilizan absorbentes orgánicos como DMF o DMAC.

Son conocidos los dispositivos de refrigeración por absorción, que comprenden un absorbedor de burbujas vertical en el que se realiza la transferencia de calor y materia (EP 0152140 A1, WO9910091 A1).

Es objeto de esta invención aumentar los coeficientes de transferencia de calor y materia en un absorbedor de burbujas de un dispositivo de absorción que utiliza amoniaco como refrigerante. En particular se propone la utilización de tubos internamente microaleteados y/o la adición de nanotubos de carbono a la solución con el objetivo de intensificar los procesos de transferencia de calor y materia.

Aunque los tubos internamente microaleteados han sido propuestos (Patente US4658892) y

ampliamente utilizados en evaporadores y condensadores de equipos de refrigeración por compresión mecánica de vapor en los equipos de refrigeración por absorción no se ha descrito la utilización de tubos internamente microaleteados en absorbedores de burbujas. Tan sólo se hace referencia a la utilización de un tubo internamente microaleteado para un  
5 absorbedor de película descendente con la mezcla Agua/Bromuro de Litio (Tesis José Castro).

KR20090045513 y KR20100128830 proponen la utilización de fluidos con nanopartículas diluidas para mejorar la transferencia de calor y describen el método de preparación de nanofluidos binarios mediante la adición de nanopartículas a las mezclas de trabajo  
10 tradicionales de los ciclos de absorción Amoniaco/Agua y Agua/Bromuro de Litio. Ambas patentes proponen la adición de dispersantes como 2-Ethyl-1-hexanol, n-octanol, 2-octano y goma arábica para estabilizar las nanopartículas en la solución.

### **Descripción de la invención**

15 Para superar las carencias del estado de la técnica, la presente invención propone un dispositivo de refrigeración por absorción, que comprende un absorbedor de burbujas vertical en el que se realiza la transferencia de calor y materia, que se caracteriza por el hecho de que dicho absorbedor está constituido por una pluralidad de tubos provistos en su  
20 interior de microaletas.

La primera invención es nueva frente a la patente US4658892, puesto que en US4658892 se propone la utilización de los tubos con superficies avanzadas en los condensadores y evaporadores de equipos de refrigeración pero no en el absorbedor de un equipo de  
25 refrigeración por absorción. La primera invención también es nueva frente a la patente WO2007082103, puesto que en WO2007082103 se describe la utilización de microcanales para el absorbedor, que también consiguen elevados coeficientes de transferencia de calor a pesar de que el flujo es laminar debido al pequeño diámetro de los tubos de microcanales pero a costa de una elevada pérdida de carga, mientras que la presente invención se basa  
30 en el efecto de turbulencia provocado por la utilización de microaletas;

Según distintas características opcionales del dispositivo de la invención, tomadas aisladamente o en combinación siempre que sea técnicamente posible:

- las microaletas tienen una altura máxima de 0,5 mm.

- las microaletas tienen una altura máxima de 0,3 mm.

- los tubos tienen un diámetro comprendido entre 8 y 10 mm, y tienen un espesor de pared comprendido entre 0,5 y 1 mm.

5 - los tubos tienen una longitud de hasta 1,5 m.

- la disposición de las microaletas en los tubos es longitudinal o helicoidal, preferentemente con un ángulo de 20°.

- los tubos son de aluminio.

10 La invención también se refiere a un procedimiento de refrigeración por absorción en el que se emplea un dispositivo de refrigeración por absorción provisto de un absorbedor según cualquiera de las variantes de la invención antes descritas que comprende las etapas de:

- Someter nanotubos de carbono multipared a un tratamiento físico-químico;

15 - Preparar una mezcla de refrigerante y absorbente,

- Añadir los nanotubos a la mezcla;

- Emplear la mezcla resultante en el dispositivo;

20 Este procedimiento es nuevo frente a KR20090045513, puesto que en KR20090045513 no se menciona el tratamiento previo que mejora la estabilidad de las nanopartículas en el seno de la mezcla de refrigerante y absorbente evitando así su sedimentación. El tratamiento físico también evita la adición de dispersantes, como se propone en esta y otras patentes, que podrían interferir en el proceso de absorción. El procedimiento también es nuevo frente a WO2007082103, puesto que en WO2007082103 no se especifica la nanopartícula  
25 utilizada, ni el tratamiento a que se somete la nanopartícula ni la concentración que se añade a la solución.

Este procedimiento se reivindica en el contexto de la utilización de un absorbedor según la invención, es decir a partir de tubos con microaletas. Sin embargo, el procedimiento con  
30 tratamiento previo puede constituir por sí mismo una invención separada, puesto que pos sí solo eleva considerablemente la capacidad de absorción del absorbedor.

Ahora bien, la combinación de ambas invenciones produce un efecto mayor que la suma de efectos individuales;

35

Según diversas características opcionales del procedimiento:

- el tratamiento físico-químico consiste en un tratamiento de oxidación con ácido nítrico y peróxido de hidrogeno a una temperatura inferior a 75 °C.

- la concentración másica de nanopartículas en la mezcla es inferior al 0.1%.

5 - las mezclas de refrigerante y absorbente se seleccionan de entre:

- ✓ amoniac/nitrato de litio;
- ✓ amoniac/agua;
- ✓ amoniac/ tiocianato sódico;
- ✓ amoniac/(nitrato de litio+agua);

10 ✓ R134a/DMF

✓ R134a/DMAC

- la solución de refrigerante y absorbente y el vapor de refrigerante entran en la parte inferior del tubo y ascienden por los tubos en un flujo a contracorriente o paralelo.

15 - los nanotubos de carbono tienen un diámetro exterior inferior a 30 nm, un diámetro interior inferior a 10 nm y una longitud inferior a 30 µm.

### **Descripción de una realización preferida**

20 Según una realización preferida el dispositivo de refrigeración por absorción comprende un absorbedor de burbujas vertical en el que se realiza la transferencia de calor y materia. Dicho absorbedor está constituido por una pluralidad de tubos de aluminio provistos en su interior de microaletas, y las microaletas tienen una altura máxima de 0,5 mm, preferentemente de 0,3 mm, los tubos tienen un diámetro comprendido entre 8 y 10 mm, y tienen un espesor de pared comprendido entre 0,5 y 1 mm y los tubos tienen una longitud de 25 hasta 1,5 m.

La disposición de las microaletas en los tubos puede ser longitudinal, aunque se prefiere una disposición helicoidal de las aletas, preferentemente con un ángulo de 20°.

30 La invención también se refiere a un procedimiento de refrigeración por absorción en el que se emplea un dispositivo de refrigeración por absorción provisto de un absorbedor definido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende las etapas de:

35 - Someter nanotubos de carbono multipared a un tratamiento físico-químico, teniendo dichos nanotubos de carbono un diámetro exterior inferior a 30 nm, un diámetro interior inferior a 10 nm y una longitud inferior a 30 µm

- Preparar una mezcla de refrigerante y absorbente,
- Añadir los nanotubos a la mezcla con una concentración másica de nanopartículas en la mezcla es inferior al 0,1%;
- Emplear la mezcla resultante en el dispositivo;

5

La invención proporciona elevados coeficientes de transferencia de calor y materia gracias al efecto combinado de las dos características.

Concretamente, se ha comprobado que la utilización combinada en un dispositivo de absorción de un absorbedor de tubos con microaletas con la presencia de nanotubos en la mezcla amoníaco/nitrato de litio aumenta entre un 80 y un 90% el flujo de vapor absorbido por unidad de área del absorbedor.

Muy ventajosamente, el tratamiento físico-químico de las nanopartículas consiste en un tratamiento de oxidación con ácido nítrico y peróxido de hidrógeno a una temperatura inferior a 75 °C. Dicho tratamiento físico-químico mejora la estabilidad de las nanopartículas en el seno de la solución.

Uno de los efectos de la invención, es que permite diseñar un absorbedor de burbujas compacto enfriado por aire de manera que se facilitaría la entrada de los equipos de refrigeración por absorción en los sectores residencial y comercial y en pequeñas industrias donde es difícil que esto se produzca si el equipo de absorción debe ir acompañado de una torre de refrigeración, de la cual se puede prescindir si se emplea la combinación inventiva.

La invención halla una aplicación especialmente ventajosa en equipos de refrigeración por absorción para aplicaciones de refrigeración que utilizan la mezcla amoníaco/ nitrato de litio. Asimismo, está especialmente pensada para equipos con potencias frigoríficas comprendidas entre 10 y 250 kW.

Finalmente, cabe destacar que un procedimiento de refrigeración por absorción que comprende las etapas de:

- Someter nanotubos de carbono multipared a un tratamiento físico-químico;
- Preparar una mezcla de refrigerante y absorbente,
- Añadir los nanotubos a la mezcla;
- Emplear la mezcla resultante en un dispositivo de absorción;

35

También constituye por sí mismo una invención, puesto que se consiguen aumentos de hasta un 55% en el flujo de vapor absorbido por unidad de área del absorbedor con la mezcla amoniaco/nitrato de litio, sin que dicho absorbedor esté constituido por tubos con  
5 microaletas

A pesar de que se ha hecho referencia a una realización concreta de la invención, es evidente para un experto en la materia que el dispositivo y el procedimiento descritos son susceptibles de numerosas variaciones y modificaciones, y que todos los detalles  
10 mencionados pueden ser substituidos por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.



## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de refrigeración por absorción, que comprende un absorbedor de burbujas vertical en el que se realiza la transferencia de calor y materia, **caracterizado por el hecho**  
5 **de que** dicho absorbedor está constituido por una pluralidad de tubos provistos en su interior de microaletas.
2. Dispositivo según la reivindicación anterior, en el que las microaletas tienen una altura  
10 máxima de 0,5 mm.
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las microaletas tienen una altura máxima de 0,3 mm.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los tubos tienen  
15 un diámetro comprendido entre 8 y 10 mm, y tienen un espesor de pared comprendido entre 0,5 y 1 mm.
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los tubos tienen una longitud de hasta 1, 5 m.  
20
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de las microaletas en los tubos es longitudinal o helicoidal, preferentemente con un ángulo de 20°.
- 25 7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los tubos son de aluminio.